

13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45

BioClim:
Kliimamuutuste mõjuanalüüs, kohanemisstrateegia ja
rakenduskava looduskeskkonna ja biomajanduse
teemavaldkondades

LOODUSKESKKOND ja BIOMAJANDUS (teemarühm II)

Valdkonna ülevaade, alavaldkondlik jaotus ja hetkeolukorra analüüs (I periood)
Alavaldkondlik mõjude analüüs ja uuringusoovitused (II periood)

Projekti elluviija ja partnerid:

Eesti Maaülikool
Tartu Ülikooli Ökoloogia ja Maateaduste Instituut ja TÜ Eesti Mereinstituut
Säästva Eesti Instituut
Eestimaa Looduse Fond
Islandi Põllumajandusülikool

Tartu 2015

1 Eessõna

2 Kliimamuutuste mõjude leevendamise kõrval on oluline tunda võimalusi nendega
3 kohanemiseks. Euroopa Komisjoni valge raamat „Kliimamuutustega kohanemine: Euroopa
4 tegevusraamistik“ (COM (2009) 147/4) annab liikmesriikidele selge märguande vajadusest
5 koostada ühtsed ja valdkonnaüleised riiklikud kohanemisstrateegiad. Praeguseks on paljudes
6 EL riikides sarnased kohanemisstrateegiad juba olemas.

7 Eesti keskkonnapoliitikas on siiani tähelepanu pööratud eeskätt kliimamuutuste mõjude
8 leevendamisele, nt looduskaitstes või metsamajanduses. Eesti 6. kliimaaruandes ÜRO
9 kliimamuutuste raamkonventsiooni rakendamise kohta (2013) tõdetakse, et Eestis on
10 käsitletud kliimamuutuste mõjudega kohanemise meetmeid keskkonnapoliitikas üldisemalt,
11 aga ka erinevates valdkondades. Vaatamata nimetatud valdkondlikele arengutele puudub
12 Eestis seni ühtne lähenemine nii kliimamuutuste mõjude (teaduslik-rakenduslikus)
13 analüüsis kui ka strateegiliste tegevussuundade seadmisel.

14 Käesoleva uurimuse eesmärk on süstemaatiliselt koondada sisendteave Eesti
15 kliimamuutuste mõjuga kohanemise strateegia ja tegevuskava väljatöötamiseks
16 looduskeskkonda ja biomajandust puudutavatel teemadel (teemarühm II) ning tõsta
17 avalikkuse ja asjaomaste valdkondlike osapoolte teadlikkust kliimamuutuste mõjudest ja
18 nendega kohanemise meetmetest.

19 Uurimus jaotub kolme etappi:

- 20 • I etapis määratletakse teemarühma II üheteistkümne valdkonna olulisemad
21 alateemad ning kaardistatakse hetkeolukord nende teemade lõikes (probleemid,
22 võimalused, ohud; mineviku ilmastikunähtuste mõju; olemasolevad
23 kohanemismeetmed);
- 24 • II etapis analüüsitakse kliimamuutuste mõju elurikkusele, maismaa, magevee- ning
25 mereökosüsteemidele ja nende teenustele, samuti nende ökosüsteemidega seotud
26 biomajandussektorites (nt põllumajandus, metsandus, kalandus, turism) lähtuvalt
27 etteantud kliimastenaariumitest RCP4.5 ja RCP8.5 ning määratletakse edasised
28 uuringusuunad (teadmata suunaga mõjude osas);
- 29 • III etapis töötatakse välja valdkonnapõhised kohanemismeetmed negatiivsete
30 mõjude minimeerimiseks ja positiivsete mõjude paremaks rakendamiseks, kolme
31 ajaperioodi jaoks: kuni aastani 2020; 2021–2050; ja 2051–2100.

32 Käesoleva aruanne katab I ja II etapi tööd. Projektis kaetavad teemad hõlmavad erinevaid
33 poliitikavaldkondi ja nendega seotud huvigruppe. Huvigruppe ja avalikkust teavitatakse
34 kogu projekti vältel mitmete suhtluskanalite kaudu, eeskätt projekti vahe- ja lõpuseminaril
35 ning veebilehe, aga ka artiklite kaudu asjakohastes teabekanalites (nt erialaajakirjad),
36 pressiteadete abil ja teemadega seonduvatel Eesti-sisestel ja rahvusvahelistel seminaridel
37 osaledes. Üks projekti väljundeid on eesti- ja inglisekeelne kokkuvõte, mis avaldatakse
38 projekti kodulehel ja levitatakse teistes asjaomastes valdkondlikes teabekanalites, nt
39 erialastel valdkondlikel üritustel.

40 Projekti rahastavad [Euroopa Majanduspiirkonna Finantsmehhanismi 2009–2014 III vooru](#)
41 [programm „Integreeritud mere ja siseveekogude majandamine“](#) ja Keskkonna-
42 investeringute Keskuse atmosfääriõhu programm.

43

1 Uuringu põhitäitjad

Elurikkuse töörühm:

Indrek Melts (Eesti Maaülikool, EMÜ)
Kaie Lanno (EMÜ)
Karin Kaljund (EMÜ)
Lauri Laanisto (EMÜ)
Tiiu Kull (EMÜ)

Maismaa ökosüsteemid

Kaie Kriiska (Tartu Ülikool, TÜ)
Janika Laht (TÜ)
Rein Kalamees (TÜ)
Ülo Mander (TÜ)

Magaveeökosüsteemid

René Freiberg (EMÜ)
Peeter Pall (EMÜ)
Eva-Ingrid Rõõm (EMÜ)
Tiina Nõges (EMÜ)
Peeter Nõges (EMÜ)

Merekeskkond, sh Läänemeri

Merli Pärnoja (TÜ)
Elen Neito (TÜ)
Lennart Lennuk (TÜ)
Triin Veber (TÜ)
Tiia Rosenberg (TÜ)
Kristiina Nurkse (TÜ)
Küllil Lokko (TÜ)
Jonne Kotta (TÜ)

Ökosüsteemiteenused

Kaja Peterson (Säästva Eesti Instituut, SEI Tallinn)
Meelis Uustal (SEI Tallinn)

Põllumajandus

Marika Mänd (EMÜ)
Eha Kruus (EMÜ)
Karin Kauer (EMÜ)
Enn Lauringson (EMÜ)
Allan Kaasik (EMÜ)
Ragnar Leming (EMÜ)

Metsandus

Hardi Tullus (EMÜ)
Rein Drenkhan (EMÜ)

Reimo Lutter (EMÜ)
Märt Hanso (EMÜ)

Kalandus

Küllil Kangur (EMÜ)
Markus Vetemaa (TÜ)
Lauri Saks (TÜ)
Peeter Kangur (EMÜ)

Jahindus ja ulukid

Hardi Tullus (EMÜ)
Tiit Randveer (EMÜ)
Andres Jäärats (EMÜ)

Turism

Lea Sudakova (EMÜ)
Roger Evans (EMÜ)
Tiiu Kull (EMÜ)

Turba tootmine

Jüri-Ott Salm (Eestimaa Looduse Fond, ELF)
Indrek Sell (ELF)

Majandusanalüüs ja kohanemismeetmete ühtlustamine

Kaja Peterson (Säästva Eesti Instituut, SEI Tallinn)
Helen Poltimäe (SEI Tallinn)
Tea Nõmmann (SEI Tallinn)

Üldespertiis: kliimamuutuste mõju analüüs ja kohanemismeetmed

Ülo Niinemets; Tiia Kurvits (tippkeskus ENVIRON)
Bjarni D. Sigurdsson (Islandi Põllumajandusülikool)
Sigurdur Mar Einarsson (Islandi Põllumajandusülikool)

Projekti juhtimine, koordineerimine ja avalikustamine

Monika Suškevičs (EMÜ)
Karin Kruusmaa (EMÜ)
Janar Raet (EMÜ)

1	Sisukord	
2	Eessõna	2
3	Uuringu põhitäitjad	3
4	Sisukord	4
5	Tabelite ja jooniste loetelu	11
6	Kokkuvõte	14
7	Summary	25
8	Kasutatud lühendid	35
9	Kasutatud mõisted	36
10	Sissejuhatus eks	40
11	I Looduskeskkond	45
12	1. Elurikkus	46
13	1.1. Sissejuhatus.....	46
14	1.2. Metoodika	47
15	1.3. Alavaldkondlik hetkeolukorra analüüs	48
16	1.3.1. Ohustatud liigid	48
17	1.3.2. Invasiivsed võõrliigid	51
18	1.3.3. Kaitse- ja hoiualad.....	53
19	1.4. Kliimamuutustega seonduvad riskid, haavatavus ja mõjud.....	56
20	1.4.1. Alavaldkond: ohustatud liigid	56
21	1.4.2. Alavaldkond: invasiivsed võõrliigid	61
22	1.4.3. Alavaldkond: kaitse- ja hoiualad.....	63
23	1.4.4. Mõjude kokkuvõte.....	75
24	1.4.5. Piiriülesed aspektid.....	75
25	1.5. Soovitused ja edasised uuringusuunad	75
26	2. Maismaa ökosüsteemid	78
27	2.1. Sissejuhatus.....	78
28	2.2. Metoodika	80
29	2.3. Alavaldkondlik hetkeolukorra analüüs	80
30	2.3.1. Metsad	80
31	2.3.2. Sood ja teised märgalad.....	84
32	2.3.3. Rohumaad ja põllumaad.....	87

1	2.4.	Kliimamuutustega seonduvad riskid, haavatavus ja mõjud.....	90
2	2.4.1.	Alavaldkond: metsad.....	90
3	2.4.2.	Alavaldkond: sood ja teised märgalad.....	96
4	2.4.3.	Alavaldkond: põllumaad ja rohumaad	101
5	2.4.4.	Mõjude kokkuvõte.....	110
6	2.4.5.	Piiriülesed aspektid.....	110
7	2.5.	Edasised uuringusuunad	111
8	2.5.1.	Metsad	111
9	2.5.2.	Sood ja teised märgalad.....	112
10	2.5.3.	Põllumaad ja rohumaad	112
11	3.	Mageveeökosüsteemid	113
12	3.1.	Sissejuhatus.....	113
13	3.2.	Metoodika	113
14	3.3.	Alavaldkondlik hetkeolukorra analüüs	114
15	3.3.1.	Suurjärved	114
16	3.3.2.	Väikejärved	116
17	3.3.3.	Vooluveekogud	117
18	3.4.	Kliimamuutustega seonduvad riskid, haavatavus ja mõjud.....	119
19	3.4.1.	Alavaldkond: suurjärved	120
20	3.4.2.	Alavaldkond: väikejärved.....	124
21	3.4.3.	Alavaldkond: vooluveekogud.....	127
22	3.4.4.	Mõjude kokkuvõte.....	129
23	3.4.5.	Piiriülesed aspektid.....	129
24	3.5.	Edasised uuringusuunad	142
25	4.	Läänemeri ja merekeskkond	143
26	4.1.	Sissejuhatus.....	143
27	4.2.	Metoodika	144
28	4.3.	Alavaldkondlik hetkeolukorra analüüs	144
29	4.3.1.	Mere eutrofeerumine	144
30	4.3.2.	Võõrliigid ja bioloogiline mitmekesisus	146
31	4.3.3.	Toiduahelad	147
32	4.4.	Kliimamuutustega seonduvad riskid, haavatavus ja mõjud.....	148
33	4.4.1.	Alavaldkond: eutrofeerumine.....	148

1	4.4.2.	Alavaldkond: võõrliigid ja bioloogiline mitmekesisus	151
2	4.4.3.	Alavaldkond: toiduahelad.....	155
3	4.4.4.	Mõjude kokkuvõte.....	168
4	4.4.5.	Piiriülesed aspektid.....	168
5	4.5.	Edasised uuringusuunad	168
6	4.5.1.	Eutrofeerumine	169
7	4.5.2.	Võõrliigid ja bioloogiline mitmekesisus	169
8	4.5.3.	Toiduahelad	169
9	5.	Ökosüsteemiteenused	170
10	5.1.	Sissejuhatus.....	170
11	5.2.	Metoodika	171
12	5.2.1.	Hetkeolukorra analüüs.....	171
13	5.2.2.	Mõjude analüüs	172
14	5.3.	Alavaldkondlik hetkeolukorra analüüs	175
15	5.3.1.	Mere- ja rannikuökosüsteemid ja nende teenused.....	175
16	5.3.2.	Mageveeökosüsteemid ja nende teenused.....	186
17	5.3.3.	Metsaökosüsteemid ja nende teenused.....	197
18	5.3.4.	Sooökosüsteemid ja nende teenused	208
19	5.3.5.	Mullaökosüsteem ja selle teenused	216
20	5.3.6.	Tolmeldamisteenus.....	222
21	5.3.7.	Niiduökosüsteemid ja nende teenused	227
22	5.3.8.	Linnaökosüsteemid ja nende teenused	233
23	5.4.	Kliimamuutustega seonduvad riskid, haavatavus ja mõjud.....	239
24	5.4.1.	Alavaldkond: mereökosüsteemi teenused	239
25	5.4.2.	Alavaldkond: mageveeökosüsteemi teenused	241
26	5.4.3.	Alavaldkond: metsaökosüsteemi teenused.....	242
27	5.4.4.	Alavaldkond: sooökosüsteemi teenused.....	244
28	5.4.5.	Alavaldkond: mullaökosüsteemi teenused	245
29	5.4.6.	Alavaldkond: niiduökosüsteemi teenused	247
30	5.4.7.	Alavaldkond: tolmeldamine	248
31	5.4.8.	Alavaldkond: linnaökosüsteemi teenused	249
32	5.4.9.	Mõjude kokkuvõte.....	251
33	5.4.10.	Piiriülesed aspektid.....	251

1	5.5. Edasised uuringusuunad	252
2	II Biomajandus	253
3	6. Põllumajandus	254
4	6.1. Sissejuhatus.....	254
5	6.2. Metoodika	254
6	6.3. Alavaldkondlik hetkeolukorra analüüs	256
7	6.3.1. Taimekasvatus	256
8	6.3.2. Loomakasvatus, sh vesiviljelus ja mesindus	259
9	6.3.3. Taimekaitse ja veterinaaria.....	260
10	6.4. Kliimamuutustega seonduvad riskid, haavatavus ja mõjud.....	264
11	6.4.1. Alavaldkond: taimekasvatus.....	266
12	6.4.2. Alavaldkond: loomakasvatus	272
13	6.4.3. Alavaldkond: taimekaitse ja veterinaaria	274
14	6.4.4. Mõjude kokkuvõte.....	297
15	6.4.5. Piiriülesed aspektid.....	297
16	6.5. Edasised uuringusuunad	297
17	7. Metsandus	299
18	7.1. Sissejuhatus.....	299
19	7.2. Metoodika	299
20	7.3. Alavaldkondlik hetkeolukorra analüüs	301
21	7.3.1. Metsamajandus ja metsatööstus	301
22	7.3.2. Metsakasvatus	302
23	7.3.3. Metsahaigused.....	303
24	7.4. Kliimamuutustega seonduvad riskid, haavatavus ja mõjud.....	305
25	7.4.1. Alavaldkond: metsamajandus ja metsatööstus	305
26	7.4.2. Alavaldkond: metsakasvatus	307
27	7.4.3. Alavaldkond: metsahaigused.....	309
28	7.4.4. Mõjude kokkuvõte.....	320
29	7.4.5. Piiriülesed aspektid.....	320
30	7.5. Soovitused uuringuteks.....	320
31	8. Kalandus.....	322
32	8.1. Sissejuhatus.....	322
33	8.2. Metoodika	322

1	8.3.	Alavaldkondlik hetkeolukorra analüüs	324
2	8.3.1.	Läänemere kalastik ja kalandus.....	324
3	8.3.2.	Kliimamuutuste mõju sisevete kalastikule ja kalandusele	326
4	8.4.	Kliimamuutustega seonduvad riskid, haavatavus ja mõjud.....	331
5	8.4.1.	Riskid ja haavatavus: Läänemere ja sisevete kalastik ning kalandus.....	331
6	8.4.2.	Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud.....	332
7	8.4.3.	Mõjude kokkuvõte.....	344
8	8.4.4.	Piiriülesed aspektid.....	344
9	8.5.	Edasised uuringusuunad	345
10	9.	Ulukid ning jahindus.....	347
11	9.1.	Sissejuhatus.....	347
12	9.2.	Metoodika	347
13	9.3.	Alavaldkondlik hetkeolukorra analüüs	348
14	9.3.1.	Ulukite liigid, arvukus ja haigused.....	348
15	9.3.2.	Ulukite toidubaas ja kahjustused.....	350
16	9.3.3.	Jahindus sotsiaalse tegevusena.....	351
17	9.4.	Kliimamuutustega seonduvad riskid, haavatavus ja mõjud.....	352
18	9.4.1.	Alavaldkond: ulukite liigid, arvukus ja haigused.....	352
19	9.4.2.	Alavaldkond: ulukite toidubaas ja kahjustused	356
20	9.4.3.	Alavaldkond: jahindus sotsiaalse tegevusena.....	357
21	9.4.4.	Mõjude kokkuvõte.....	363
22	9.4.5.	Piiriülesed aspektid.....	363
23	9.5.	Edasised uuringusuunad	363
24	10.	Turism	364
25	10.1.	Sissejuhatus.....	364
26	10.2.	Metoodika	364
27	10.3.	Alavaldkondlik hetkeolukorra analüüs	365
28	10.3.1.	Turismi sihtkohtade muutus ja sesoonsus.....	365
29	10.3.2.	Turismitransport	367
30	10.3.3.	Loodusturism	369
31	10.4.	Kliimamuutustega seonduvad riskid, haavatavus ja mõjud.....	370
32	10.4.1.	Alavaldkond: turismisihtkohad ja sesoonsus.....	370
33	10.4.2.	Alavaldkond: turismitransport.....	374

1	10.4.3.	Alavaldkond: loodusturism.....	375
2	10.4.4.	Mõjude kokkuvõte	387
3	10.5.	Edasised uuringusuunad.....	387
4	11.	Turba tootmine	388
5	11.1.	Sissejuhatus	388
6	11.2.	Metoodika	389
7	11.3.	Alavaldkondlik hetkeolukorra analüüs	390
8	11.3.1.	Valdkonda mõjutavad poliitikadokumendid.....	390
9	11.3.2.	Kasvuhoonegaaside emissioon kaevandusaladelt.....	392
10	11.3.3.	Mõju turba kaevandamise mahtudele	394
11	11.3.4.	Kaevandamise tehnoloogiad	397
12	11.3.5.	Kaevandusjärgne turbaalade kasutus	398
13	11.4.	Kliimamuutustega seonduvad riskid, haavatavus ja mõjud	400
14	11.4.1.	Riskid ja haavatavus	400
15	11.4.2.	Alavaldkond: kaevandusaladelt lähtuv kasvuhoonegaaside emissioon..	401
16	11.4.3.	Alavaldkond: mõju turba kaevandamismahule	403
17	11.4.4.	Alavaldkond: kaevandamise tehnoloogiad ja sõltuvus	
18		ilmastikutingimustest.....	407
19	11.4.5.	Alavaldkond: valdkonda mõjutavad poliitikadokumendid ja täiendavad	
20	mõjud	408	
21	11.4.6.	Alavaldkond: kaevandusjärgne turbaalade kasutus ja sõltuvus	
22		ilmastikutingimustest.....	410
23	11.4.7.	Mõjude kokkuvõte	415
24	11.4.8.	Mõjude kokkuvõte	415
25	11.4.9.	Piiriülesed aspektid	424
26	11.5.	Edasised uuringusuunad.....	424
27	11.5.1.	Kaevandusaladelt lähtuv kasvuhoonegaaside emissioon.....	425
28	11.5.2.	Tehnoloogiad	425
29	11.5.3.	Alade kaevandusjärgne kasutus	426
30	11.5.4.	Täiendavad mõjud	426
31	Kasutatud kirjandus		427
32	Lisa 1. Kliimariskide mõju mereökosüsteemi teenustele.....		482
33	Lisa 2. Kliimariskide mõju mageveeökosüsteemi teenustele.....		492
34	Lisa 3. Kliimariskide mõju metsaökosüsteemi teenustele		508

1	Lisa 4. Kliimariskide mõju sooökosüsteemi teenustele	521
2	Lisa 5. Kliimariskide mõju tolmeldamise teenusele	525
3	Lisa 6. Kliimariskide mõju mullaökosüsteemi teenustele.....	530
4	Lisa 7. Kliimariskide mõju niiduökosüsteemi teenustele.....	540
5	Lisa 8. Kliimariskide mõju linnaökosüsteemi teenustele.....	545
6		
7		
8		

1 Tabelite ja jooniste loetelu

2 TABELID

3		
4	Tabel 1. Teemad looduskeskkonna valdkonnas ja alavaldkondlik jaotus.	40
5	Tabel 2. Teemad biomajanduse valdkonnas ja alavaldkondlik jaotus.	40
6	Tabel 3. Eesti keskmine õhutemperatuur (°C) (vastavalt Luhamaa et al., 2015).	41
7	Tabel 4. Eesti sademete hulk (mm) (vastavalt Luhamaa et al., 2015).	41
8	Tabel 5. Valdkondlikult olulised kliimategurid ja -riskid	42
9	Tabel 6. Kliimamuutuste mõjud ohustatud liikidele	69
10	Tabel 7. Kliimamuutuste mõjud invasiivsetele võõrliikidele	71
11	Tabel 8. Kliimamuutuste mõjud kaitse- ja hoiualadele	73
12	Tabel 9. Kliimamuutuste mõju metsadele	103
13	Tabel 10. Kliimamuutuste mõju soodele ja teistele märgaladele	106
14	Tabel 11. Kliimamuutuste mõju põllu- ja rohumaadele	109
15	Tabel 12. Kliimamuutuste mõju mageveeökosüsteemidele (suur- ja väikejärved ning	
16	vooluveekogud).	130
17	Tabel 13. Kliimamuutuste mõju eutrofeerumisele	158
18	Tabel 14. Kliimamuutuste mõju mere võõrliikidele ja bioloogilisele mitmekesisusele .	
19	161
20	Tabel 15. Kliimamuutuste mõju mere toiduahelatele	165
21	Tabel 16. Antud töös algselt kirjeldatud (mustas kirjas) ja hindamise tulemusena välja	
22	valitud (punases kirjas) ökosüsteemiteenused.	172
23	Tabel 17. Antud töös kasutatud kliimarisikide loetelu ökosüsteemiteenuste valdkonnas ja	
24	vastavate näitajate matemaatiliselt lihtsustatud muutus iga stsenaariumi iga perioodi	
25	lõpuks.	174
26	Tabel 18. Mere- ja rannikuökosüsteemid ja nende teenused.	175
27	Tabel 19. Mageveeökosüsteemid ja nende teenused.	186
28	Tabel 20. Metsaökosüsteemid ja nende teenused.	197
29	Tabel 21. Sooökosüsteemid ja nende teenused.	208
30	Tabel 22. Mullaökosüsteem ja selle teenused.	216
31	Tabel 23. Tolmeldamisteenus.	222
32	Tabel 24. Niiduökosüsteemid ja nende teenused.	227
33	Tabel 25. Linnaökosüsteemid ja nende teenused.	233
34	Tabel 26. Prognoositavate kliimamuutuste mõju kvalitatiivse analüüsi kokkuvõtte Eesti	
35	põllumajanduses kuni aastani 2100: mõjude jaotus riskide ja võimaluste tasemete	
36	lõikes	265
37	Tabel 27. Prognoositavate kliimamuutuste mõju kvalitatiivse analüüsi kokkuvõtte Eesti	
38	põllumajanduses kuni aastani 2100: mõjude jaotus alavaldkondade lõikes	266
39	Tabel 28. Kliimamuutuste mõju taimekasvatusele	278
40	Tabel 29. Kliimamuutuste mõju loomakasvatusele	285
41	Tabel 30. Kliimamuutuste mõju põllumajandusele: taimekaitse- ja veterinaaria	292
42	Tabel 31. Kliimamuutuste mõju metsamajandusele ja metsatööstusele	313

1	Tabel 32. Kliimamuutuste mõju metsakasvatusele	316
2	Tabel 33. Kliimamuutuste mõju metsahaigustele	318
3	Tabel 34. Kliimamuutuste mõjud Läänemere kalastikule ja kalandusele	337
4	Tabel 35. Kliimamuutuste mõju sisevete kalastikule ja kalandusele	340
5	Tabel 36. Kliimamuutuste mõju ulukitele (liigid, arvukus ja haigused)	359
6	Tabel 37. Kliimamuutuste mõju ulukite toidubaasile ja kahjustustele	361
7	Tabel 38. Kliimamuutuste mõju jahindusele sotsiaalse tegevusena	362
8	Tabel 37. Haavatavuse peamised dimensioonid (Füssel, 2007 järgi).....	365
9	Tabel 40. Kliimamuutuste mõju turismi sihtkohtadele ja sesoonsusele	379
10	Tabel 41. Kliimamuutuste mõju turismitranspordile	381
11	Tabel 42. Kliimamuutuste mõju loodusturismile	383
12	Tabel 43. Turba kaevandamine , tuhat tonni (Statistikaamet 2011 & 2014, KAUR 2015,	
13	Maa-amet 2013.)	394
14	Tabel 44. Turba kaevandusvaru ja selle ammendumine.....	395
15	Tabel 45. Prognoositav keskmine õhutemperatuur (vastavalt Luhamaa et al. 2015) ja	
16	CO2 emissioon turbakaevandusaladelt	401
17	Tabel 46. Sademetesumma (mm) perioodil 1992–2000.....	402
18	Tabel 47. Keskmine õhutemperatuur , °C.....	404
19	Tabel 48. Kliimamuutuste mõju kasvuhoonegaaside emissioonile turba	
20	kaevandusaladelt.....	416
21	Tabel 49. Kliimamuutuste mõju turba kaevandamise mahtudele	418
22	Tabel 50. Kliimamuutuste mõju turba kaevandamise tehnoloogiatele	421
23	Tabel 51. Kliimamuutuste mõju turba kaevandamisele: alavaldkond - valdkonnas	
24	olulised poliitikadokumendid	422
25	Tabel 52. Kliimamuutuste mõju turba kaevandamisele: alade kaevandusjärgne	
26	kasutus	423
27		
28		
29	JOONISED	
30		
31	Joonis 1. Eesti taimeliikide keskmised püsivusväärtused (\pm standardviga).....	57
32	Joonis 2. Mustlaik-apollo levik Eestis 1878–2010 (Liivamägi et al., 2013).....	64
33	Joonis 3. Liigi levila piiride (range limit), kaitseala (reserve) (nii tulevase kui praeguse)	
34	piiride ja maakasutuse muutuse vahelised seosed (Peters ja Lovejoy, 1992). (A) Liigi	
35	areaal (viirutatud ala) ja potentsiaalne kaitseala; (B) Lähiajal maakasutuse muutustest	
36	tingitud elupaikade killustumine ja kaitseala; (C) Elupaikade killustumise ja	
37	kliimamuutuste koosmõju liigi areaalile ja kaitsealale.....	65
38	Joonis 4. Kliimamuutuste mõju mineraalmuldadele (EEA Report, 2012 järgi). NPP – neto	
39	primaarproduktioon; MOA – mulla orgaaniline aine; MOS – mulla orgaaniline süsinik;	
40	CO2 – süsinikdioksiid; CH4 - metaan.....	93
41	Joonis 5. Kliimamuutustega kaasnevad muutused Läänemeres (Rönning ja Bonsdorff,	
42	2004).....	153
43	Joonis 6. Kasvuperioodi keskmine kestus perioodil 1951-2012 Eesti keskmisena. (Viru,	
44	2014).....	267

1	Joonis 7. Pikaajalised trendid vegetatsiooniperioodi alguses perioodil 1964–2014	
2	Eestis, läbi muutuste taimefenoloogias. (Keppart, 2015).....	267
3	Joonis 8. Korrelatsioon Euroopa Liidus taimsete materjalide sisseveol avastatud ohtlike	
4	taimekahjustajate (HO) ja põllumajandustoodete impordi kogumahtude vahel aastatel	
5	1999-2008 (Švilponis et al. 2010). Punktid tähistavad iga-aastaseid logaritmitud andmeid	
6	riigiti.	275
7	Joonis 9. Koha ja rääbise töenduslikud saagid Peipsist (Kangur ja Kangur, 2014 järgi).	
8	328
9	Joonis 10. Tindipopulatsiooni dünaamika ja üle 20 °C kraadpäevade arv Peipsis.	
10	Suuremad kalade suremised on näidatud. (Kangur et al., 2011 järgi).....	330
11	Joonis 11. (Mets)sea ülikiire levimine USA-s. (Agricultural Information Bulletin No 799,	
12	2011). Täienduseks: 2014 a. seisuga ei ole metssigu siiani veel kohatud vaid kolmes,	
13	Wyomingi, Delaware ja Rhode Island'i osariigis (Mayer, 2014).	354
14	Joonis 12. Turismi mugavusindeks suveperioodil , 1970. a. vasakul ja 2080. a.; paremal	
15	ülal HIRHAM mudeli 3,9 C° ja all 2,5 C° stsenaariumid.Kliimamuutuste mõju Euroopas.	
16	(PESETA uuringu lõpparuanne, 2009).	371
17	Joonis 13. Turismi mugavusindeks sügisperioodil , 1970. a. vasakul ja 2080. a. -	
18	paremal ülal HIRHAM mudeli 3,9 C° ja all 2,5 C° stsenaariumid. Kliimamuutuste mõju	
19	Euroopas. (PESETA uuringu lõpparuanne, 2009).	372
20	Joonis 14. Turba kaevandusmaht perioodil 1992–2013 (Maa-amet, 2012, 2013, 2014;	
21	Statistikaamet, 2011).	389
22	Joonis 15. Eestis teostatud mõõtmistel saadud CO2-C voogude ja keskmiste	
23	pinnasetemperatuuride (10, 20, 30 ja 40 cm) ning õhutemperatuuride suhe (Salm,	
24	2012).....	393
25	Joonis 16. Sademete, temperatuuri ja sademeteta päevade arvu mõju turba	
26	kaevandamismahtudele	397
27		
28		
29		

1 Kokkuvõte

2 Projekt BioClim koondab **sisendteabe Eesti kliimamuutuste mõjuga kohanemise**
3 **strateegia ja tegevuskava** väljatöötamiseks **looduskeskkonda ja biomajandust**
4 puudutataval teemadel (teemarühm II). Teemarühm hõlmab ühteist eeldefineeritud
5 valdkonda: elurikkus, maismaa-, magevee- ning mereökosüsteemid; ökosüsteemiteenused;
6 põllumajandus, metsandus, kalandus, jahindus, turism ja turba kaevandamine.

7 Uurimus jaotub kolme etappi. Esiteks määratletakse nimetatud üheteistkümmes valdkonnas
8 Eesti kontekstis olulisemad alateemad ning kaardistatakse hetkeolukord nende teemade
9 lõikes. Seejärel analüüsitakse kliimamuutuste mõju neile alateemadele lähtuvalt etteantud
10 kliimastenaariumitest. Koostatud analüüside alusel töötatakse välja valdkonnapõhised
11 kohanemismeetmed negatiivsete mõjude minimeerimiseks ja positiivsete mõjude paremaks
12 rakendamiseks, nelja ajaperioodi jaoks: kuni aastani 2020; kuni 2030; 2021–2050; ja 2051–
13 2100.

14 **Esimesel** tööperioodil määratleti 11 valdkonna jaoks olulisemad alateemad ja koostati
15 **(ala)valdkondlik hetkeolukorra analüüs** teemarühmas II eeldefineeritud valdkondade
16 kaupa. Hetkeolukorra analüüsil kirjeldati valdkonna **probleeme, ohte ja võimalusi,**
17 **mineviku ilmastikunähtuste mõju ja olemasolevaid kohanemismeetmeid.** Tulemused
18 tuginevad peamiselt olemasoleva teaduskirjanduse, asjakohaste poliitikadokumentide ning
19 õigusaktide, teadus- ja rakendusprojektide tulemuste ja erinevate andmebaaside andmestike
20 analüüsil ja koostatud ekspertteabel.

21 **Teisel** tööperioodil analüüsiti kliimamuutustega kaasnevaid (ala)valdkondlikke **riske,**
22 valdkondade **haavatavust** ning **positiivseid, negatiivseid** ja **teadmata suunaga mõjusid.**
23 Viimaste osas tehakse **soovitusi** edasisteks **teadus- ning rakendusuuringuteks.**

24 Järgnevalt on esitatud 11 valdkonna lõikes olulisemad tulemused esimesest ja teisest
25 projektiperioodist.

26

27 1. ELURIKKUS

28 Hetkeolukord

29 Ohustatud ning ka tavalistel liikidel võivad kliimamuutuste tagajärjel muutuda levilapiirid,
30 eriti mõjutatud on levila piirialal olevad liigid. Kliimamuutused võivad põhjustada liikide
31 kohasuse ning paljunemisedukuse vähenemist ning muutusi fenoloogias ja selle läbi
32 muutuvad liikidevahelised suhted. Samuti võivad muutused kliimas suurendada
33 invasiivsete võõrliikide kahjulikku mõju elurikkusele, nt põhjustades uute invasiivide
34 esinemist ja juba olemasolevate mõju ja leviku muutumist. Seoses ohustatud liikide ja
35 invasiivsete võõrliikide areaali ja leviku muutustega avaldavad kliimamuutused negatiivset
36 mõju kaitstavatele aladele. Kaitstavate alade suurendamine ja sidusus on oluline elurikkuse
37 kaitsmiseks ja säilitamiseks.

38 Mõjude analüüs ja uuringusootused

39 Ohustatud ja ka tavalisi liike mõjutavad kõige rohkem keskmine temperatuuri tõus,
40 äärmuslikud kliimasündmused, ka merejää kestuse ning ulatuse määr, samuti
41 mereveetaseme tõus. Nende ilmasündmuste tagajärjel võib näha muutusi liigirikkuses ja
42 liikide vaheldumises. Negatiivsed mõjud on liikide kadumine ja arvukuse vähenemine,
43 paljunemisedukuse kahanemine, geneetilise mitmekesisuse kadu. Oodata võib ka muutusi

1 liikide fenoloogias ja omavahelistes suhetes. Positiivseks võib pidada üldist liigirikkuse
2 taseme säilimist.

3 Invasiivseid võõrliike mõjutavad erinevatest ilmamuutustest kõige enam keskmine õhu- ja
4 veetemperatuuri tõus ning samuti jääkatte kestuse ja ulatuse vähenemine. Nimetatud
5 muutused võivad põhjustada uute invasiivsete võõrliikide lisandumist, samuti seniste
6 võõrliikide invasiivseks muutumist ning seniste tõrjeviiside tõhususe vähenemist.

7 Kliimamuutused toovad kaasa muutused elurikkusele tervikuna ja muutused üldises
8 elurikkuses mõjutavad ka kaitse- ja hoiualasid, nende eesmärgid ja seisundit. Kaitse- ja
9 hoiualasid mõjutavad peamiselt keskmine temperatuuri tõus ja mereveetaseme tõus.
10 Kliimamuutustest on kõige enam haavatavamad kasvukohaspetsialistid ja võib arvata, et
11 osa kohalikke liike sureb liikide liikumise kaudu välja. Samas on võimalik, et liikide
12 vaheldumisega üldine liigirikkus ei muutu, aga uute liikide tulekuga muutub liigiline
13 koosseis. Kliimamuutustega kaasnevad osade ökosüsteemide hävimised ja teiste
14 ökosüsteemide muutused.

15 Edaspidiseks tõhusamaks kliimamuutuste mõjude uurimiseks elurikkusele soovitame
16 järgnevat uurimistemasid:

- 17 ● olemasolevate teadmiste koondamine;
- 18 ● piiriliikide uurimine;
- 19 ● võõrliikide, eeskätt invasiivsete võõrliikide uurimine;
- 20 ● levikuatlaste info uurimine leviku mudeldamise asemel;
- 21 ● liigisisese varieeruvuse uuringud.

22

23

24 **2. MAISMAA ÖKOSÜSTEEMID**

25 **Hetkeolukord**

26 Maismaa ökosüsteemid ja kliimamuutused on olemuslikult seotud. Kliimamuutustega
27 kaasnevad õhutemperatuuri ja sademete tõus ning sagenevad ekstreemsed
28 ilmastikunähtused mõjutavad metsaökosüsteemi struktuuri ja funktsioone, muutes
29 muuhulgas metsa kasvukiirust, süsiniku akumulierimist ja seeläbi kogu ökosüsteemi
30 ainebilanssi. Kliimamuutustega kaasnevad veerežiimi ja -taseme muutused, mis omakorda
31 mõjutavad märgalade kasvuhonegaaside bilanssi – süsihappegaasi ja naerugaasi emissioon
32 enamasti suureneb ning metaani emissioon väheneb. Süsiniku sidumist mulda rohu- ja
33 põllumaadadel mõjutavad nii temperatuur, taimede kasv, sademete hulk kui ka mulla tüsedus,
34 veerežiim, lõimis ja karbonaatide sisaldus. Erinevad maismaa ökosüsteemid on väga
35 olulised selliste teenuste osutamisel nagu süsiniku sidumine, üleujutuste ja mullaerosiooni
36 vastane kaitse ning terved ja taastumisvõimelised ökosüsteemid pakuvad olulist kaitset
37 kliimamuutuste mõju vastu. Nende hüvede ja teenuste jätkusuutlikkuse tagamiseks
38 muutuvates kliimatingimustes tuleb rakendada erinevaid kohanemismeetmeid, mis
39 käesoleval ajal Eestis veel puuduvad.

40 **Mõjude analüüs ja uuringusoovitused**

41 Metsanduses soodustavad kliimamuutused süsinikuringe kiirenemist ja puiduproduktiooni
42 kasvu, mis suurendab potentsiaalset raiemahtu, mõjudes positiivselt riigi majandusele.
43 Raied, eelkõige lageraied ohustavad metsaelupaiku ja võivad põhjustada raiesmike
44 soostumist. Talvel ei külmu maapind läbi, mis raskendab raietööde läbiviimist.
45 Metsatöomasinad rikuvad kergemini läbikülmumata mulla struktuuri, muld tiheneb,
46 väheneb mullaviljakus ning halvenevad taimede kasvutingimused, tekivad lokaalsed

1 liigniisked alad, väheneb mullasüsiniku varu ja suureneb mullast lähtuv kasvuhoonegaaside
2 emissioon. Sagenevad põuad võivad suurendada metsatulekahjude ohtu ning sagenevad
3 tormid suurendavad tormikahjustuste esinemist. Kliimamuutused võivad muuta
4 liikidevahelisi suhteid ja metsa kasvukohatüüpe, mõjutades seeläbi kogu ökosüsteemi
5 funktsioneerimist.

6 Erinevatest kliimaatilistest teguritest mõjutavad õhutemperatuuri tõus ja sademete hulga
7 suurenemine kõige enam märgalade hüdroloogilisi tingimusi ja sesoonsust, toitainete
8 liikumist ning kasvuhoonegaaside emissiooni. Suureneb ka märgalade roll vooluhulkade ja
9 veetaseme ühtlustajana. Ilmastiku üksiksündmustest on märgalad tundlikud sagedaste
10 külmumis-sulamistsüklite vaheldumise ja lumikattega päevade arvu vähenemise suhtes.
11 Põuasemate suvede tingimustes väheneb märgalade veetase ja veevaru ning sellel on selged
12 järelmid märgalade elustikule ja vett puhastavatele omadustele. Kliima soojenemine ja
13 muutused sademete režiimis põhjustavad pikaajaliselt ka nihkeid soode taimkatte liigilises
14 koosseisus, muutes erinevate turbasambliikide vahekorda ja suurendades puhmastaimede
15 konkurentsieelist turbasammalde ees. Taimestiku struktuuri muutused mõjutavad omakorda
16 märgalade elustikku ning ranniku märgala kooslustele mõjuvad täiendavalt tormisuse kasv
17 ja tuulte lääne-suunalise komponendi sagenemine.

18 Kliimamuutused võivad ohustada Eesti rohumaa- ja põllumuldade huumusesisaldust ja
19 seega muldade viljakust. Muldade viljakust mõjutavad väga oluliselt ka tuleviku
20 maaharimise iseärasused, eriti muutused maakasutuses. Temperatuuri tõus toob kaasa
21 taimede kasvuperioodi pikendamise ja produktiivsuse kasvu. Kõrgem temperatuur kiirendab
22 orgaanilise aine lagunemist ja tõstab muldadest lähtuvat CO₂ emissiooni. Pool-looduslikel
23 rohumaaadel mõjutab temperatuuri tõus koosluste liigilist koosseisu ja/või liikide
24 ohtussuheteid. Sademete hulga suurenemine võib kaasa tuua talviseid ja varakevadisi
25 üleujutusi. Varakevadiste põudade korral ohustab põllumuldi tuuleerosioon. Ägedate
26 tormide ja paduvihmade korral ohustab vahelharitavate kultuuride põlde ja mustkesa vee-
27 erosioon.

28 Maismaa ökosüsteemide riskide, haavatavuse ja kliimamuutuste mõju täpsemaks
29 hindamiseks on soovitatav käsitleda alljärgnevat uuringuteemasid:

- 30 • kliimamuutuste mõju maismaa ökosüsteemide süsinikuvarule (bilansile) ja selle
31 muutustele, hüdroloogilisele režiimile, toitainete liikumisele ja kasvuhoonegaaside
32 emissioonile;
- 33 • kliimamuutuste mõju maismaa ökosüsteemide kasvukohatüüpidele ja liigilisele
34 koosseisule, ökosüsteemide funktsionaalsetele ja struktuursetele muutustele.

35

36

37 **3. MAGEVEEÖKOSÜSTEEMID**

38 **Hetkeolukord**

39 Kliimamuutused mõjutavad mageveeökosüsteeme peamiselt jäärežiimi, jääkatteta perioodi
40 veetemperatuuri, vee kemismi ja elustiku muutumise läbi. Suurjärvedest on Peipsi puhul
41 veetemperatuuri muutused esmaseks ja juhtivaks kliimateguriks ökosüsteemis, Võrtsjärve
42 puhul on kõige olulisemad kõikumised järve veemahus. Väikejärvi ohustavatest teguritest
43 on esikohal eutrofeerumist põhjustav toitainete koormus ning järved reageerivad
44 kliimamuutustele tüübispetsiifiliselt. Prognoositavad on nihked väikejärvede kihistumise ja
45 veesamba segunemise režiimis, suvised veeõitsengud sagenevad. Vooluveekogude puhul
46 on tulevikus lumikatte vähenemisest tingitud maksimaalsed äravoolud ja veetasemed
47 väiksemad praegustest. Suureneb sügisene kõrgveeperiood ning pikeneb suvine

1 miinimumäravooluperiood. Sellised muutused parandavad jõgede talvist ökoloogilist
2 seisundit, kuid muudavad selle halvemaks suveperioodil. Hüdroloogilise režiimi muutused
3 mõjutavad ka ainete ärakannet. Mageveekogude puhul on kliima mõju raske inimtegevuse
4 mõjust eristada.

5 **Mõjude analüüs ja uuringusoovitused**

6 Mageveekogusid mõjutavad kõige enam prognoositav õhutemperatuuri ja sademete hulga
7 tõus, talvise jää- ja lumikatte paksuse vähenemine ja vastava perioodi lühenemine.
8 Peamiselt suurjärvi mõjutavad muutused tuule tugevuses ning ekstreemsete
9 ilmastikunähtuste sagenemine.

10 Temperatuuri tõusust tulenevalt sagenevad veeõitsengud, halveneb suvine hapnikurežiim,
11 jahedaveeliste liikide elupaigad vähenevad ning tekivad soodsad elutingimused
12 lõunapoolsetele võõr- ja invasiivsetele liikidele. Väikejärvede puhul on võimalik vee
13 segunemistüübi muutumine ja tugevam ning pikem veesamba termiline kihistumine, mis
14 toob kaasa hapnikuvaese tsooni laienemise ning suurema sisereostuse settest. Temperatuuri
15 tõusu ning sademete hulga suurenemise koosmõju suurendab toitesoolade ja süsiniku
16 ärakannet valgalalt.

17 Positiivseteks mõjudeks on sademete hulga suurenemisest tingitud veekogude ühtlasem
18 hüdroloogiline režiim, kõrgemad veetasemed ja suuremad vooluhulgad ning parem
19 hapnikuga varustus talveperioodil. Temperatuuri tõus parandab suplemisvõimalusi kui
20 seda ei hakka piirama veekvaliteedi langus.

21 Prognoositavad muutused kliimas töötavad enamasti vastu pingutustele toitainete haju- ja
22 punktreostuse vähendamiseks ja veekogude hea seisundi saavutamiseks ning süvendavad
23 eutrofeerumise ilminguid. Järvedest lähtuv kasvuhoonegaaside emissioon suureneb ja see
24 võib raskendada vastavate eesmärkide täitmist ning anda positiivse tagasiside edasistele
25 kliimamuutustele.

26 Kliimamuutuste mõjude, riskide ja haavatavuse täpsemaks hindamiseks mageveekogudele
27 on soovitatav käsitleda alljärgnevat uuringuteemasid:

- 28 ● koherentsuuringud eutrofeerumise ja kliima muutumise mõjude eristamiseks;
- 29 ● mõjude täpsem modelleerimine aineriingetele, hüdroloogilisele ja kihistumise
30 režiimile ning kasvuhoonegaaside emissioonile;
- 31 ● koondada teave ja analüüsida mõjusid mageveekogude elupaigatüüpidele, liigilisele
32 koosseisule ja ökosüsteemide funktsionaalsetele ning struktuursetele muutustele;
- 33 ● veeõitsengute mürgitusjuhtumite vähendamiseks tuleb tihendada seiresammu ja
34 kaasajastada jälgimismeetodeid ning rakendada vastav eelhoiatussüsteem.

37 **4. LÄÄNEMERI JA MEREKESKKOND**

38 **Hetkeolukord**

39 Läänemere üheks olulisimaks ökoloogiliseks probleemiks võib pidada mere eutrofeerumist.
40 Mere eutrofeerumise tagajärjel kannatavad põhjataimestik ja -loomastik, pelaagilised kalad
41 ning üldine bioloogiline mitmekesisus väheneb. Suuremad muutused, sh
42 kliimamuutustest tingitud muutused atmosfääriprotsessides, avalduvad otseselt merevee
43 tsirkulatsioonis, temperatuuri- ja soolsusrežiimis. Kõrgemad veitemperatuurid
44 suurendavad primaarproduktide aktiivsust, mistõttu mere eutrofeerumine intensiivistub,
45 mis omakorda suurendab võõrliikide osakaalu ökosüsteemis. Seniste andmete põhjal on

1 merealade ja mereökosüsteemide kohanemise võimalused kliimamuutustele piiratud ning
2 sellest lähtuvalt on alternatiiviks suurendada merekeskkonna vastupanuvõimet ja
3 vähendada teiste antropogeensete survetegurite mõju.

4 **Mõjude analüüs ja uuringusoovitused**

5 Kliimastenaariumites prognoositav temperatuuri ja sademete koguhulga kasv ning tormide
6 sagenemine toovad kaasa erisuunalisi muutusi. Sellised muutused nagu eutrofeerumise
7 intensiivistumine, lõunapoolsete võõrliikide kasv ja külmalembeste võtmeliikide
8 taandumine mõjutavad merekeskkonna bioloogilist mitmekesisust ja merekeskkonna
9 tasakaalu negatiivselt. Lisaks kaasnevad kliimamuutustega režiiminihked toiduahelates ja
10 pikeneb vegetatsiooniperiood ning suureneb üldine sekundaar- ja primaarproduksioon,
11 mille mõju suund merekeskkonna erinevatele protsessidele ja üldisele toimimisele on
12 teadmata. Läänemere soolsuse vähenemine ja ka tormide mehhaanilised häiringud võivad
13 mõjutada koosluste liigilist koosseisu ja mitmekesisust. Mitmete tegurite koosmõjul
14 toimivate protsesside, näiteks merevee hapestumise, mõju Läänemere ökosüsteemi
15 toimimisele kliimamuutustest lähtuvalt on pikemas perspektiivis teadmata.

16 Teadustöö lünkade täitmiseks on vajalik eksperimentaalselt hinnata eri kliimanäitajate
17 (tormid, suurenev merevee temperatuur, vähenev soolsus) eraldi- ja koosmõjusid
18 erinevatele mereökosüsteemile ning ka eutrofeerumisele ja toiduahelate toimimisele.
19 Samuti on tarvilik määratleda võõrliikide põhjustatud muutusi ja mõju ulatust ning ka nende
20 osakaalu kohalike liikide toidubaasis.

21

22 **5. ÖKOSÜSTEEMITEENUSED**

23 **Hetkeolukord**

24 Võrdlemisi hästi võib prognoosida seda, kas äärmuslikud ilmastikuolud võiksid mõjutada
25 erinevaid ökosüsteemiteenuseid Eestis, kuid andmeid napib selliste mõjude tegeliku ulatuse
26 kohta. Võrreldes reguleerivate ja kultuuriliste teenustega, leidub ökosüsteemide poolt
27 pakutavate varustusteenuste kohta statistilisi andmeid kõige enam. Kliimamuutuste
28 mõjudega kohaneda aitavaid meetmeid Eestis ei rakendata, kuigi mõningal juhul võivad
29 juba kasutusel olevad meetmed aidata muuhulgas ka kliimamuutustega kohanemisel.

30 **Mõjude analüüs ja uuringusoovitused**

31 Esimesel kahel perioodil avaldavad ökosüsteemiteenuste pakkumisele suurimat mõju
32 äärmuslikud ilmastikunähtused. Kuigi erinevad kliimarisikid avalduvad mõlema
33 stsenaariumi puhul märgatavalt 2050. ja 2100. aastaks, tuues kaasa muutusi nii varustus-,
34 reguleerivate kui ka kultuuriliste teenuste pakkumises, on tõenäoliselt just äärmuslike
35 ilmastikunähtuste sagenemine see, mis annab põhitõuke muutuste tekkele. Kliimarisikide
36 mõju võib erinevatele ökosüsteemiteenustele avalduda erinevalt, samaaegselt nii positiivse
37 kui ka negatiivse. Suurimad negatiivsed mõjud avalduvad eeldatavasti mere- ja
38 mageveekoosluste poolt pakutavatele ökosüsteemiteenustele ning mõnevõrra väiksemas
39 ulatuses maismaaökosüsteemide teenustele, samas kui linnaökosüsteemis avaldub enim
40 positiivseid mõjusid.

41 Kuivõrd ökosüsteemiteenuste teema on Eesti jaoks uus, siis puudub alusteave (statistika)
42 enamike ökosüsteemiteenuste kohta. Seepärast tuleks alustada uuringuid, selgitamaks välja
43 erinevate Eesti ökosüsteemide poolt pakutavate varustusteenuste mahud Eestis ning
44 alustada sellekohase statistika kogumist. Samuti tuleb välja selgitada reguleerivate teenuste
45 mahud Eestis ning neid mõjutavad tegurid ning kultuuriliste teenuste kasutusmahud Eestis.

46

1

2 **6. PÕLLUMAJANDUS**

3 **Hetkeolukord**

4 Viimastel aastatel on Eestis taimede kasvuperioodid pikenenud – külviaeg on hakanud
5 saabuma varem ja saagikoristus võib toimuda hiljem, kuigi hilisem saagikoristus võib olla
6 raskendatud liigniiskuse tõttu. Heitlik talv vahelduvate sulade ja jäätumistega halvendab
7 taliviljade talvitumist ning suureneb lumiseene oht. Pikema hooaja tõttu on hakatud
8 kasvatama rohkem silomaisi ja taliteraviljana talirapsi, samuti on hakatud viljavaheldusse
9 kaasama hernest või põlduba. Temperatuuride tõus, sademete hulga suurenemine ning
10 lumikatte vähenemine soodustab traditsioonilisi loomakasvatusharusid. Juhul kui niiskuse
11 hulk väheneb, võib see loomakasvatussaaduste tootmist raskendada söödanappuse tõttu.
12 Keskmise temperatuuri tõus loob eeldused saasteainete emissiooni suurenemiseks
13 sõnnikukäitluses. Kliimamuutuste tagajärjel tekib rohkem tormidest põhjustatud
14 elektrikatkestusi ja tõrked loomakasvatusseadmete töös võivad olla fataalsete
15 tagajärgedega. Meemesilased on olulised tolmeldajad, kes otseselt ja vahetult sõltuvad
16 sellest, kuidas kliimamuutused mõjutavad ilmastikku ja korjetaimi. Erinevatel põhjustel
17 hukkub igal aastal 25–30% mesilasperedest (vt ka ökosüsteemiteenuste allptk
18 „Tolmeldamisteenus“). Kliima soojenemise valguses eeldatakse, et levivad järjest enam
19 taimi, põllumajandusloomi ja ka otseselt või kaudselt inimesi ohustavad patogeenid ning
20 potentsiaalsed nakkushaiguste lüljalgsetest siirutajad. Üha sagedamini tuvastatakse seni
21 soojema kliimaga seostatud infektsioone ning siirutajaliike piirkondades, kus neid varem
22 polnud.

1

2 **Mõjude analüüs ja uuringusoovitused**

3 Eesti põllumajandust mõjutab kliimafaktoritest kõige enam keskmiste temperatuuride tõus
4 ja temperatuuri varieeruvuse muutumine. Suuremad riskid lähtuvad veel ka
5 atmosfäärisaaste eeldatavast kasvust, sademete režiimi ja ekstreemsete ilmastikunähtuste
6 sageduse muutustest. Enamasti sõltuvad positiivsed mõjud kõigis alavaldkondades
7 temperatuuri tõusust, kuigi lisaks sademete hulgale võivad ka atmosfäärisaaste (täpsemalt
8 CO₂ kontsentratsiooni tõus, mis mõjutab taimefüsioloogiat), ekstreemsed
9 ilmastikunähtused (põuane kevadperiood, mis on ebasoodne verdimevate putukate
10 paljunemiseks ja arenguks) ning kiirgusrežiimi muutused (UV-kiirguse vähenemine, mis
11 tõstab mikroobsete pestitsiidide tõhusust) luua mõningaid soodsaid aspekte. Paljud
12 taimekasvatusele iseloomulikud riskid mõjutavad läbi söodatootmise ka loomakasvatuse
13 valdkonda. Kõige olulisemateks muutusteks võivad olla abiootilistest aga ka biootilistest
14 teguritest tingitud häiringud ja vapustused. Samas võib ilmastikusündmuste kogum viia ka
15 tundmatu uue seisundini, mis loob põllumajandusettevõtetele teistsuguse
16 tootmiskeskonna. Kliimategurite suhtes kõige haavatavamaks osutuvad väiksema
17 majandusliku konkurentsivõimega ettevõtted.

18 Nii kliima- kui ka agroökosüsteemid on keerulised, paljude seostega kompleksüsteemid,
19 milles üksikute mõjurite tagajärg erineb oluliselt tegurite koosmõjust. Võimalike halvemate
20 mõjudega kohanemiseks on eelkõige vajalik arendada uusi meetodeid neid süsteeme
21 juhtivate protsesside tundmaõppimiseks ja arvestada senisest rohkem kliimafaktorite
22 kompleksmõjudega. Prioriteetsemateks uurimissuundadeks põllumajanduses võiksid olla:

- 23 ● agroklimatoloogiliste näitajate modelleerimine;
- 24 ● eriolukordade modelleerimine põllumajandusmaal;
- 25 ● muldade süsinikuvaru ja huumusbilansi uurimine;
- 26 ● uute loomataudide, sh kalade ja mesilaste parasitooside ning taimekahjustajate seire;
- 27 ● biootiliste ja abiootiliste stressorite mõju uurimine metabolismile ja arengule;
- 28 ● troofiliste suhete komplekside muutuste uurimine bioloogiliste mõjude protsessis;
- 29 ● resistentsuse ja virulentsuse kujunemise ja säilimise uurimine;
- 30 ● kultuuride ja loomade innovaatiliste kasvatustehnoloogiate arendamine jmt.

31

32

33

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30

7. METSANDUS

Hetkeolukord

Kliimamuutused põhjustavad eeldatavalt olulisi pikaajalisi muutusi kogu Eesti metsasektoris. Muutub metsade koosseis, tootmine ja metsade ökoloogiline seisund. Võivad muutuda metsanduslike tegevuste proportsioonid ja eesmärgid. Puidutööstus peab arvestama kohaliku puidu sortimentatsiooni muutustega. Sademete suurenemisel ja talve lühenemisel muutub oluliseks metsateede ja kuivendusvõrkude korrashoid, suurenevad vastavad kulutused. Olulist ja vältimatut kahju võivad tekitada ekstreemsed ilmastikuolud. Kliimamuutustega seotud riskide osas on üheks olulisemaks metsahaigused, eriti invasiivse iseloomuga haiguspuhangud ja samuti võimalikud kahjurputukate masspaljunemised. Uudset lähenemist on vaja metsataimekasvatases, metsaselekttsioonis, puistute hooldamises, metsakaitses, raieviisides ja metsapatoloogias.

Mõjude analüüs ja uuringusoovitused

Tähtsaimad kliimategurid, mis mõjutavad metsandust on prognoositavalt keskmise õhutemperatuuri tõus ja sademete koguse suurenemine. Tugev negatiivne mõju saab olla harva esinevatel ekstreemsetel tingimustel (põud, äärmuslikult madal talvine temperatuur, torm). Metsatööstust hakkavad tugevalt mõjutama sula maaga talvedest tulenevad raskused puidu metsast väljaveol. Majanduslik suurim mõju tuleneb täiendavate kulutuste tekkest metsateede ja kraavide korrashoiule. Raieviisidest suureneb sanitaarraiate maht. Metsades võib suureneda lehtpuude osakaal. Positiivne mõju võib tuleneda metsade puidu juurdekasvu suurenemisest, kuid see ei pruugi olla pidev trend sajandi lõpuni. Metsade sanitaarne seisund võib halveneda tulenevalt uutest invasiivsetest metsahaigustest.

Edaspidiste uuringute käigus tuleb anda hinnang erinevatele raieviisidele lähtudes muutuvast kliimast. Koostada tuleb majanduslikud kalkulatsioonide kulutustest metsateede ja kuivendusvõrkude korrashoiule. Jätkata tuleb invasiivsete haigustekitajate monitooringut ning välja arendada võimekus neid varakult diagnoosida ja nende mõju uurida.

8. KALANDUS

Hetkeolukord

Kliimamuutused võivad mõjutada kalandust põhiliselt läbi mõju kalavarude suurusele ja liigilisele koosseisule, millest sõltuvad otseselt kutselise ja harrastusliku kalapüügi võimalused. Kliimamuutuste erinevad ilmingud (soolsuse, veetaseme ja -temperatuuri muutused, ekstreemsed ilmastikunähtused, jääolud) võivad oluliselt mõjutada kalamajanduslikult tähtsate ja kliimamuutustele vähem vastupidavate (tundlike) kalaliikide arvukust ja varude suurust nii Läänemeres kui ka Eesti sisevetes. Arvukuse muutused on toimunud vastupidistes suundades puhta- ja külmaveeliste kalade populatsioonides (rääbis, Peipsi siig, luts, tint) võrreldes soojaveeliste kaladega (karplased, koha). Madalate järvede ja jõgede kalakoosluse struktuur võib olla väga tundlik veetemperatuuri tõusu, eriti ekstreemsete ilmastikunähtuste (kuumalained, põud) ja pikaajalise eutrofeerumise koostoime suhtes, mis põhjustab tugevaid veeõitsenguid, õist hapnikupuudust vees ja kalade suremist. Jääkatte perioodi lühenemine võib vähendada kalade talvise suremise riski madalates järvedes ja mõjutada kõige enam hilissügisel/talvel kudevaid kalu nagu rääbis,

1 siig ja luts. Kliima soojenemine võib kaasa aidata ka invasiivsete liikide ning uute
2 kalaparasitide ja haiguste levikule.

3 **Mõjude analüüs ja uuringusoovitused**

4 Kalandus kui looduslikel populatsioonidel põhinev majandusharu on kliimamuutustest
5 tugevasti haavatav. Prognoositud kliimamuutused (nt veetemperatuuri tõus, ekstreemsete
6 ilmastikunähtuste sagenemine) võivad oluliselt mõjutada kalavarude seisundit ja liigilist
7 koosseisu Läänemeres ja Eesti sisevetes. Kliimamuutustel võib olla vastassuunaline mõju
8 külmaveeliste (nt lõhilased, räabis, siig, luts, tint) ja soojaveeliste kalade (nt karplased,
9 koha) varude suurusele. Veetemperatuuri pikaajalisel järkjärgulisel muutusel võib olla
10 kalavarudele väiksem mõju kui järskudel režiimimuutustel (nt kuumalainetel, soolase vee
11 sissevooludel Läänemeres), mis võivad kalade elukeskkonda lühikese aja jooksul drastiliselt
12 muuta. Kalavarude seisundit ja seeläbi kalandust võivad tugevasti mõjutada jääolud ja
13 veetemperatuuri aastasisese käigu (sesoonsuse) muutused, millest sõltub kalade sigimise
14 edukus, põlvkondade tugevus ja järelkasvu suurus. Ekstreemsete ilmastikunähtuste mõju
15 kalavarudele võib olla eriti tugev, kuid nende sagedust ja intensiivsust ei suudeta
16 prognoosida. Kliimamuutuste detailset mõju kalastikule kaugemas tulevikus on üsna
17 keeruline ette näha, kuna erinevate faktorite toime võib olla vastandlik (nt suurenenud
18 sademete hulk vähendab Läänemere soolsust, kuid tormide sagenemine ja kõrgem veetase
19 võib suurendada soolase vee sissevoolu Kattegatist). Prognooside parandamiseks on vaja
20 kompleksseid uuringuid selgitamiseks välja, mis protsessid reguleerivad kalavarusid
21 (ilmastiku ja inimtekkeliste muutuste koosmõju uuringud). Kalavarude seire tulemusi tuleks
22 integreerida muu elustiku- ja keskkonnaseirega, samuti oleks vaja usaldusväärsemat
23 harrastuspüügi seiret.

24

25

26 **9. JAHINDUS JA ULUKID**

27 **Hetkeolukord**

28 Kliima muutumine põhjustab eeldatavalt muutusi Eesti fauna liigilises koosseisus ja liikide
29 arvukuses. Võib prognoosida lõunapoolsete uute liikide Eestisse jõudmist. Tekib vajadus
30 stimuleerida osade liikide küttimeist ja võtta kasutusele kaitsemeetmed väheneva arvukusega
31 põlis-ulukiliikide suhtes. Riik võib panna jahimeestele uued kohustused, tuleb muuta
32 jahipidamise eesmärgid. Muutusi tuleb ühiskonnale selgitada ja kujundada arvamust
33 jahinduse ja jahimeeste suhtes. Osa metsloomadega seotud haigusi ja parasiite võivad olla
34 suureks riskiteguriks inimeste ja lemmikloomade tervisele. Kliimatingimuste muutumisel
35 võib prognoosida mõne uluki arvukuse intensiivset suurenemist, mis tähendab omakorda
36 tugevat mõju selle liigi toidubaasile, suurenevad metsa- ja põllukultuuride kahjustused.
37 Ühiskonnas tekib vajadus kehtestada keerukas ja kulukas kahjustuste korvamise ning
38 vastavate ulukiliikide arvukuse reguleerimise süsteem.

39 **Mõjude analüüs ja uuringusoovitused**

40 Kliimamuutuste mõju ulukiasurkondadele on üldjuhul vähem märgatav ja raskemini
41 prognoositav kui teistele kooslustele. Inimtegevus mõjutab ulukipopulatsioone enamasti
42 tugevamini kui kliima, varjutades viimase toimet. Valdav osa siinsetest ulukiliikidest on
43 laia levikuga, mis ulatub vahel arktilisest vööndist troopikani ja neid kliimamuutused ei
44 ohusta. Tõenäoliselt võib kliima soojenemine otseselt ohustada (kuni täieliku kadumiseni
45 meie aladelt) vaid mõnda üksikut kitsalt kohastunud liiki. Küll võib kliima soojenemine

1 otseselt või pigem kaudselt – näiteks toidubaasi muutumise kaudu – parandada või
2 halvendada liikide elutingimusi ja suunata nende arvukuse dünaamikat

3 Kõige enam mõjutavad siinseid ulukipopulatsioone otseselt järgmised ilmastikunähtused:
4 nii suvine kui talvine keskmine õhutemperatuur ja viimasest sõltuv lumikatte kestvus ja
5 keskmine paksus. Kaudselt võivad ulukite elutingimusi, eeskätt toidubaasi, mõjutada
6 elupaiga (metsa) taimestiku liigilise koosseisu ja biomassi muutused, aga ka ekstreemsed
7 ilmastikunähtused: tormid, kestvad põuad, üksikud väga madala temperatuuriga talved jne.

8 Lähitulevikus oleks vajalik selgitada ulukiliigid, millised on kõige enam kliimamuutustest
9 ohustatud ja planeerida kaitsemeetmed. Peab otsima võimalusi soovimatute liikide
10 invasiooni takistamiseks. Väga oluline on uurida elanikkonna meelsust selgitamaks
11 erinevate huvigruppide suhtumist jahipidamisse ja teistesse ulukimajanduslikesse
12 ettevõtmistesse. Aktuaalne on lumikatte olemasolust ja püsivusest sõltumatute ulukiseire
13 meetodite väljatöötamine.

14

15 **10. TURISM**

16 **Hetkeolukord**

17 Kliimamuutuste mõju avaldub eeskätt lähipiirkondadest pärit ja siseturistide puhul, kes
18 saavad oma tegevust ilmastikuolude järgi planeerida. Vastavalt turismi kliimaindeksile,
19 prognoositakse tulevikus Loode-Euroopa riikidele pikemat sobiva kliimaga hooaega aastas
20 kui Vahemeremaades. Taliturismi potentsiaal võib langeda, samas suvine kõrghooaeg
21 pikeneda ja turistidevoog Eestisse suureneb. Turistide külastused kevad- ja sügisperioodil
22 võivad suureneda, eriti maapiirkondadesse, millega kaasnevad järgnevad mõjud
23 looduskeskkonnale: loomade pesitsemiskäitumise muutused haavatavatel perioodidel;
24 madala koormustaluvusega kohtade tallamine või kõrgemad halduskulud külastuskohtade
25 nagu loodusradade infrastruktuuri kaitsmisel; suurem külastajate arv tundlikes kohtades
26 nagu loomavaatlusplatvormid ja varjed. Turismisektor põhjustab 5–12% CO₂ emissioonist,
27 sellest moodustavad 75% sõitjateveoteenused ja 20% majutusteenused. Sektori
28 kasvahoonegaaside emissioon kasvab perioodil 2005–2035 prognoositavalt 130%.

29 **Mõjude analüüs ja uuringusoovitused**

30 Kliimamuutuste mõju turismile Eestis sõltub paljude füüsiliste, sotsiaalsete, majanduslike
31 ja poliitiliste tegurite koostoimest, sh turistide käitumismustritest. See, kuidas turistid
32 reageerivad teatud sihtkoha kliimamuutusele sõltub vanusest, majanduslikust seisust,
33 kogemustest, ootustest, planeeritud tegevustest jne. Kliimamuutusest on mõjutatud nii
34 turismi siht- kui lähteriigid. Suveperiood jätkuvalt soojeneb ja pikeneb ning sellest
35 tulenevalt EdelaLoode- ja Põhja-Euroopa turismi mugavusindeks kasvab ning on ette näha
36 turistidevoo suurenemist, vee- ja rannaturismi kasvu ning turismisektori suuremat
37 majanduslikku efektiivsust. Soojemad talved ja talvised vihmasajud kutsuvad esile
38 lumekatte vähenemise või puudumise ning sellest tulenevalt ka taliturismi voogude
39 kahanemise. Jääkatte vähenemise tulemusena ei avata enam jääteid saartega ning väheneb
40 jääspordi ning –kalastamise maht. Merevee taseme tõus võib tekitada probleeme sadama
41 infrastruktuuriga ja mõjutada negatiivselt jahiturismi arengut. Prognooside kohaselt on
42 ilmastikumustrid järjest ettearvamatamad, mille tõttu on vaja rohkem alternatiivseid
43 võimalusi aktiivseteks tegevusteks siseruumides. Oluline negatiivne mõju on transpordi
44 infrastruktuurile ja rannaturismile seoses tormi- ja sajuilmade sagenemisega, lisaks
45 mõjutab rannaturismi vetikate vohamine.

1 Kliimamuutuste mõjude usaldusväärsema prognoosimise huvides oleks vaja uurida muutusi
2 turistide käitumismustrites, arvestades sotsiaal-majanduslikke tegureid ning kliimamuutusi.

3 Kohanemisvalmiduse teadasaamiseks prognoositavalt suurema turistidevoo vastuvõtmiseks
4 suveperioodil ning vähenenud taliturismi puhul oleks vaja teostada turismiettevõtjate ja
5 turismiarendusorganisatsioonide uuring.

7 **11. TURBA KAEVANDAMINE**

8 **Hetkeolukord**

9 Käesolev teema jaotati järgnevateks alavaldkondadeks: kasvuhoonegaaside emissioon
10 kaevandusaladelt, valdkonda mõjutavad poliitikadokumendid, mõju turba
11 kaevandusmahule; kaevandamise tehnoloogiad ja kaevandusjärgne turbaalade kasutus.

12 Käsitledes kaevandusmahtu ja -alade suurust, turbaressurssi kasutamist ja valdkondlikke
13 poliitikadokumente, siis on olemas võimalused kaevandamise suurenemiseks. Teisalt
14 võivad kaevandamismahu suurenemist takistavaks asjaoluks saada kaevandusaladelt
15 lähtuvad suured KHG emissioonid kui ka ilmastikutingimuste muutumine. Minimeerimaks
16 neid mõjusid, käsitleme märgkaevandamise võimaluste kasutuselevõttu, mida seni on vähe
17 rakendatud.

18 Analüüsides turba kaevandamise perioodi (juuni, juuli ja august) ilmastikunäitajate mõju
19 turba kaevandamise mahule aastatel 1992–2013, siis sademete hulga poolest ekstreemsel
20 aastal (1998) vähenes oluliselt turba kaevandamise maht. Üle-eestiliselt on sademete,
21 temperatuuri ja kaevandamismahu vahel keskmise tugevusega seos, kuid maakondade
22 lõikes võib olla erinevus suur. Soomes tehtud mõõtmistele tuginevalt saab väita, et sademete
23 mahu ja pinnase niiskuse suurenemine võib kaasa tuua olulise kasvuhoonegaaside
24 emissiooni suurenemise kaevandusaladelt.

25 **Mõjude analüüs ja uuringusoovitused**

26 Peamise negatiivse mõjuna saab käsitleda mineraliseerumise ja sellest tuleneva CO₂
27 emissiooni suurenemist, positiivse mõjuna kaevandusalade kasutuse efektiivsuse tõusu
28 seonduvalt pikeneva kaevandamisperioodiga, mis seniste kaevandusmahtude säilimisel
29 võib viia vajaduseni kaevandada väiksema kogupindalal ja seeläbi vähendada CO₂
30 koguemissiooni prognoositavat suurenemisest. Teadmata või neutraalse mõjuga on
31 täiendavate keskkonnatasude rakendumine, mis ühelt poolt võib ettevõtjale tuua kaasa
32 täiendavaid kulusid, sh vajaduse korral uute tehnoloogiate kasutuselevõtul, teiselt poolt loob
33 võimalused keskkonnamõjude vähenemiseks (näit märgkaevandamise abil kaevandusalade
34 pindala ja nendelt lähtuva CO₂ emissiooni vähenemisel). Uuringuvajadused seonduvad
35 kaevandusalade kasvuhoonegaaside emissioonifaktorite täpsustamisega, hinnanguga kogu
36 turba kaevandamise süsinikubilansile ja kaasnevate mõjudega veekeskkonnale,
37 mikrokliimaga seonduvate mõjude hindamisega. Soovitav on viia läbi uuringud Eesti
38 tingimustele sobivate märgkaevandamise tehnoloogiate, niiske või märja turba mehaaniliste
39 ja keemilis-termiliste töötlemise viiside arendamiseks.

40

41

42

1

2 **Summary**

3 The **BioClim** project advises the compilation of the **Estonian national climate adaptation**
4 **strategy and action plan** concerning 11 topics under two general themes: **natural**
5 **environment** and **bioeconomy** (thematic category II). Climate change impacts on
6 biodiversity, terrestrial, freshwater and marine ecosystems (including their ecosystem
7 services) will be mapped, as well as impacts on relevant bioeconomy sectors, e.g.
8 agriculture, forestry and hunting, fishery, tourism and peat mining.

9 The project has three work packages. In **WP1 priority themes for Estonia** under the 11
10 above-mentioned topical areas will be **defined** and **current situation** regarding these
11 themes will be mapped. **WP2** will **analyse climate change impacts** and existing measures
12 to adaptation (on the basis of pre-defined climate scenarios) on these priority themes, and
13 finally, **WP3** will develop **adaptation measures** for the national adaptation strategy and
14 action plan, considering four time-periods: until 2020; until 2030; 2021–2050; and 2051–
15 2100.

16 The **first WP** defines **relevant sub-themes** and maps the current situation, i.e. describes
17 **problems, opportunities, and threats**, as well as **impacts of past weather events**.
18 **Existing adaptation measures** are also analysed. The results are based on the analysis of
19 existing scientific literature, (national) policies and legislation and info from different
20 databases, as well as expert knowledge.

21 **Second WP** focuses on assessing **risks, vulnerabilities** and **climate change impacts** on
22 the pre-defined topical areas and their sub-themes. **Recommendations** for future research
23 are also given.

24 Below the main results from each topical areas (11) are presente from WP1 and 2.

25

26 **1. BIODIVERSITY**

27 **Priority themes and current situation**

28 The climate change may cause shifts in species' distribution areas. Especially endangered
29 are species at their range boundaries. Changing climate may decrease the adaption ability
30 and viability of species. The changes in species phenology alter interspecific relationships.
31 Climate change can also increase the negative impact of invasive species on biodiversity,
32 causing for example the establishment of new and altered impacts of existing invasive
33 species. Due to shifts in species distribution areas and spread of invasive species, climate
34 change can have negative impact on protected areas. Only few studies about impact of
35 climate change on protected areas were found. Increase of extent of protected areas and
36 their coherence is essential to the maintenance of biodiversity.

37 **Impact assessment, recommendations for future research**

38 Endangered and also common species are the most influenced by increasing temperature,
39 climate extremes, duration and extent of sea ice cover and sea level rise. These named
40 climate changes may alter species abundance and composition. Negative impacts are
41 species decline, decreased reproductive success and genetic variability. Also changes in

1 species phenology and mutual relationships can be expected. Positive aspect is that general
2 species abundance can be considered as constant.

3 Invasive species are most influenced by increasing air and water temperature and also
4 duration and extent of sea ice cover. Named climate changes may cause establishment of
5 new invasive species, altered impact of existing invasive species and also current prevention
6 methods may become ineffective.

7 Influences of climate change affect entire biodiversity and thereby the state, protection
8 needs and goals of protected areas are altered. Protected areas are the most influenced by
9 increasing temperature and rise in sea level. The most vulnerable are habitat specialists and
10 it can be expected that some native species are going to become extinct. It is possible that
11 in general the number of species will remain the same, but the species composition changes
12 (i.e. some species disappear and some new arrive). Climate change causes destruction of
13 some ecosystems or changes in ecosystem functioning.

14 We recommend subsequent research topics to enhance biodiversity studies in climate
15 change frame:

- 16 ● assembling current research results;
 - 17 ● studying species at their distribution margins;
 - 18 ● studying of invasive species;
 - 19 ● analysing the information of species distribution patterns (Atlas of the Estonian
20 Flora etc);
 - 21 ● studying the intraspecific variation of species.
- 22
- 23

24 **2. TERRESTRIAL ECOSYSTEMS**

25 **Priority themes and current situation**

26 Terrestrial ecosystems and climate change are inherently linked. Increasing temperature,
27 precipitation and extreme weather events caused by climate change influence the structure
28 and functions of forest ecosystems, altering forest growth, carbon accumulation, and thus
29 the whole nutrient cycle. Changes in the hydrological regime and water table will affect
30 wetlands greenhouse gas balance – carbon dioxide and nitrous oxide emissions generally
31 increase and methane emissions decrease. Soil carbon sequestration in grass- and arable
32 land is affected by increased temperature, plant growth, rainfall, but also by soil obesity,
33 water regime, particle size distribution and concentration of carbonates. Different terrestrial
34 ecosystems are essential for the provision of ecosystem services such as carbon
35 sequestration, protection against floods and soil erosion, and the regenerative and healthy
36 ecosystems provide substantial protection against the effects of climate change. In order to
37 assure sustainability of terrestrial ecosystems benefits and services in changing climate
38 conditions, it is necessary to implement appropriate climate adaptation measures, which are
39 currently missing in Estonia.

40 **Impact assessment, recommendations for future research**

41 Climate change accelerates carbon cycling in forest and increase biomass production along
42 with the potential felling volumes, having a positive effect on economy. On the other hand,
43 forest felling, especially clear-cutting endangers forest habitats and may lead to formation
44 of bogs due to increased moisture conditions. Winter temperatures will not drop below zero
45 degrees, thus soil does not freeze, which hinders timber harvesting. Heavy logging
46 machinery will damage unfrozen soil texture, causing soil compaction, which will

1 deteriorate growth conditions, decrease soil fertility and carbon stocks, cause formation of
2 waterlogged areas and increase soil emissions. Increasing frequency of drought will raise
3 the danger of forest fires, increasing occurrence of storms will enhance storm damage in
4 forests. Climate change may alter relationships between species and the proportion of
5 different forest site types, thus having an impact on the overall functioning of forest
6 ecosystem.

7 Different climatic factors such as increase in air temperature and precipitation will affect
8 wetlands hydrological regime, seasonality, nutrients movement and greenhouse gas
9 emissions. The role of wetlands in synchronizing water flows and level will increase. Also,
10 wetlands are vulnerable to frequent alternation of freezing and thawing, and depletion of
11 days with snow cover. Summer droughts inevitably reduce the water level and supply of
12 wetlands and it has clear consequences on wetlands biota and water purifying properties.
13 Global warming and changes in rainfall patterns will cause displacement in wetlands species
14 composition, change the ratio of different kind of peat moss and increase the competitive
15 advantage of shrubs. Changes in wetlands plant structure will affect the biota of wetlands,
16 especially coastal wetlands plant and bird communities have an additional impact caused
17 by storminess and extreme wind events.

18 Climate change may threaten the soil humus content and thus the overall soil fertility of
19 Estonian soils. The soil fertility will be greatly influenced by future land use, especially in
20 changes in land use. Higher temperatures will lead to prolonged growing season and thus
21 to higher overall productivity. Higher temperatures will accelerate the decomposition rate
22 of soil organic matter, and may therefore increase the CO₂ emission from soils. In semi-
23 natural grasslands the higher temperatures will alter the community species' composition
24 and/or species abundances. Increase in rainfall during winter and early spring will lead to
25 larger flooding risk. Wind erosion may have serious impact on arable soils during early
26 spring droughts. Water erosion may damage fallow lands in occasional strong storms and
27 heavy rains.

28 In order to improve the assessment of risks, vulnerability and climate change impact on
29 terrestrial ecosystems, the following research topics are recommended:

- 30 ● the impact of climate change on carbon stocks (carbon balance), hydrological water
31 regime, nutrients mobility and greenhouse gas emissions;
- 32 ● the impact of climate change on different terrestrial ecosystems site types, species
33 diversity, and ecosystems functional and structural changes.

36 **3. FRESHWATER ECOSYSTEMS**

37 **Priority themes and current situation**

38 There is an increasing need to add climate change adaptation and mitigation measures into
39 watershed management plans. Changing climate will affect freshwater ecosystems mostly
40 by changes in ice regime, ice-free period water temperature, water chemistry and biota.
41 When considering large lakes, Lake Peipsi is most vulnerable to changes in water
42 temperature, Lake Võrtsjärv is strongly affected by water level fluctuations. The most
43 serious threat to small lakes is eutrophication and climate change will affect these lakes in
44 a type-specific manner. Shifts in the water column stratification and mixing patterns are
45 predicted in small lakes. Due to increased water temperature, cyanobacterial blooms are
46 more common in the future. Decrease in snow cover will lead to lower maximum water
47 level and runoff in the watercourses compared to what is seen today. Summer minimum

1 drain period will prolong and high water levels in the autumn can be seen more often. These
2 changes will improve the ecological status of rivers in winter, but make it worse during the
3 summer. Changes in the hydrological regime of watercourses will affect the transport of
4 nutrients and other substances. Climate impacts on freshwaters are difficult to distinguish
5 from the impacts of human activity.

6 **Impact assessment, recommendations for future research**

7 Freshwaters are the most affected by the predicted increase in temperature and precipitation,
8 the shorter winter period, especially decrease in ice and snow cover thickness. Stronger
9 winds and extreme weather events will impact large lakes more frequently.

10 Due to the increase in temperature there will be more algal blooms, the oxygen conditions
11 will worsen, environmental conditions will be more suitable for southern foreign and
12 invasive species. The mixing type and increase in strength and duration of summer
13 stratification can occur. This leads to an expansion of the oxygen-depleted zone and
14 increased pollution from bottom sediments. The rise of temperature and increased rainfall
15 will increase the leaching of nutrients and carbon from the catchment area.

16 The positive effect of the climate change is the smoother hydrologic regime of water bodies,
17 higher water levels, and higher discharges due to the increasing participation. Also the
18 oxygen conditions during the winter time will improve. Rising water temperature in summer
19 will be positive for recreational activities, if not affected by the decrease of water quality.

20 Predicted changes in climate will oppose the efforts done to reduce the effects of nonpoint
21 and point sources of pollution, achieving a 'good' status of water bodies, and will intensify
22 the eutrophication process. Lakes will emit more greenhouse gases, which may make it
23 difficult to meet the emissions limitation goals, and provide positive feedback for further
24 climate change.

25 The following research topics are recommended to increase the precision of impact, risk
26 and vulnerability assessment of climate change on freshwater ecosystems:

- 27 ● to distinguish the impacts of eutrophication and the impacts of climate change;
- 28 ● modelling of possible effects on cycling of substances, hydrological and
29 stratification regime, and on emission of greenhouse gases;
- 30 ● to assemble and to analyse the information on the effects to the freshwater habitats,
31 composition of species, and functional/structural changes of ecosystems;
- 32 ● to reduce possible poisonings, it is important to develop fast and reliable monitoring
33 methods & system to get adequate information of forming algal blooms.

36 **4. MARINE ESOSYSTEMS, INCL. THE BALTIC SEA**

37 **Priority themes and current situation**

38 Eutrophication is one of the most important environmental issues in the Baltic Sea.
39 Eutrophication along with climate change poses a significant threat for benthic communities
40 and is a direct driver of decreasing marine biodiversity. More frequent disturbances and
41 drifts in seawater circulation, temperature and salinity regime directly affect marine
42 ecosystem stability. Increased water temperature enhances primary production which
43 results in increased eutrophication rate and gradually higher establishment of invasive
44 species. In reality, there is a significant lack of information on marine environment changes
45 in relation to climate change. There is a need to improve the resistance capacity to direct

1 physical stressors and reduce anthropogenic pressures in order for the marine ecosystems
2 to adapt to changing climate conditions.

3 **Impact assessment, recommendations for future research**

4 Climate scenarios predict the increase in temperature and precipitation, and extreme
5 weather events, which lead to changes in multiple directions. Changes like intensification
6 of eutrophication, increase of southern non-indigenous species and decline of keystone
7 species will affect marine biodiversity and stability in a negative direction. In addition
8 climate change leads to regime shifts in food webs dynamics, longer vegetation period, and
9 higher primary and secondary production, where impact directions for marine processes and
10 general functioning are unknown. Decreasing salinity and mechanical disturbances by
11 storms will influence communities' species composition and marine biodiversity. Several
12 processes occur in interaction of different factors, like water acidification, and the effect on
13 the functioning of the Baltic Sea is yet to be determined in a long scale.

14 Considering current knowledge and gaps in it, there is a need to experimentally examine
15 separately and interactively the effect of different factors (extreme weather events, increase
16 in temperature, decrease in salinity) to marine ecosystem and also to eutrophication and
17 food web functioning. Moreover, there is a need for assessments of the impact and impact
18 range caused by non-native species and their relative importance in native species food base.

21 **5. ECOSYSTEM SERVICES**

22 **Priority themes and current situation**

23 We have quite a good theoretical understanding of different potential effects of climate
24 change on different ecosystem services, but there is little data on the actual effects of past
25 extreme weather events. There is plenty of data about various supporting services in Estonia,
26 but the data about the status and scope of regulating and cultural services is insufficient.
27 Climate change adaptation measures are not applied in Estonia, although some measures in
28 place contribute also to better adaptation.

29 **Impact assessment, recommendations for future research**

30 Extreme weather events have the greatest impact on ecosystem services during the first two
31 time periods (until 2030). Several climate risks will be expressed by the end of periods of
32 2050 and 2100, which affect negatively and to a smaller extent positively many of the
33 provisioning, regulating and cultural services that the ecosystems provide. Freshwater and
34 marine ecosystems and their services are expected to be affected the most severely while
35 the terrestrial ecosystems will be affected to a lesser extent.

36 Future research should concentrate on gathering statistical and functional data on
37 provisioning, regulating and cultural services of the ecosystems and learn more about the
38 probable effects of various climate risks on these services.

41 **6. AGRICULTURE**

42 **Priority themes and current situation**

1 The vegetation period has recently been showing signs of prolongation – spring has been
2 arriving earlier and the harvest can take place at a later date, although it can be difficult due
3 to excessive moisture. Repeated freeze-thaw cycles worsen the overwintering of the cover
4 crops. The risk of snow mold is growing. The cultivation of silage corn and winter rape has
5 been increasing due to the longer growing season, with some new crops (e.g. peas or broad
6 bean) introduced in crop rotation practice. Higher temperatures, increased precipitation and
7 reduced snow cover promote traditional practices of animal husbandry. Higher incidence of
8 drought can complicate the production of livestock due to the shortage of feed. Higher
9 ambient temperature creates preconditions for increasing pollutant emissions from manure
10 handling. Climate change may cause more storms resulting in power cuts, whereas failures
11 of electric automation equipment may potentially be of fatal consequences. For various
12 reasons, 25–30% of bee colonies perish annually. In the light of global warming, more and
13 more plants, farm animals and people are expected to be directly or indirectly threatened by
14 the potential spread of pests and pathogens as well as their arthropod vectors. Increasingly
15 more infections and vector species associated with warmer climates have been found in
16 areas where they previously did not exist.

17 **Impact assessment, recommendations for future research**

18 Above all, Estonian agriculture is affected by rising average temperatures and thermal
19 variability. Other major abiotic drivers of climatic challenges are predicted increase in
20 atmospheric CO₂, changes in precipitation and exposure to extreme weather and climatic
21 events. Possible weather-related gains may also be driven mostly by temperature in various
22 agricultural sectors. However, certain benefits may be encountered because of the
23 increasing CO₂ concentration, which affects plant physiology, severe drought periods in
24 spring, which may suppress the breeding of blood sucking insects and reducing amount of
25 UV-radiation in northern high-latitude areas, which would increase the efficiency and
26 competitiveness of microbial pesticides for biocontrol. Many challenges inherent to plant
27 production would affect also animal husbandry primarily via forage and roughage biomass.

28 Most significant impacts of climate change may become disturbances and shocks due by
29 abiotic but also biotic processes. On the other hand, the complex of weather events could
30 end up leading to the introduction of a new, alien environmental status which is extraneous
31 to the agricultural production. Crop failure due to climatic factors can vary locally
32 depending on the soil conditions, but generally vulnerability of the agricultural producers
33 arises on account of lower economic competitiveness.

34 Climate as well as agro-ecosystem is driven by dynamic behaviour of complex causal
35 relationships, with consequences of each individual force and their synergy or interaction.
36 In order to enhance protection against manifestation of climate variability, efforts shall be
37 made towards developing methods to target uncertainties in the measurements and scientific
38 processes and considering combined effects of multiple factors. Further insights shall be
39 provided, engaging interdisciplinary research, to support new findings with a substantial
40 body of scientific evidence, particularly by:

- 41 • modelling shifts in agro-climate;
- 42 • geo-modelling disaster risks for agriculture;
- 43 • studying changes in soil carbon content and humus balance;
- 44 • monitoring emerging animal diseases and zoonoses, incl. fish and bee parasitoses
45 and plant pests and diseases;

- 1 • studying the effect of abiotic and biotic stress factors in metabolism and
2 development of plants, arthropods and other animals;
- 3 • investigating the dynamics of changes in the cascade of multitrophic relationships;
- 4 • conducting studies to assess the effects of climatic drivers on developing and
5 maintenance of resistance and virulence;
- 6 • developing innovative farming technologies for crop production and animal
7 husbandry etc.

8
9

10 **7. FORESTRY**

11 **Priority themes and current situation**

12 In the Estonian forestry development plan for 2020 the climate change impacts and
13 mitigation is concerned. The proportions of tree species and balance between coniferous
14 and deciduous will change. One advantage is possible increase in forest biomass
15 productivity, but there are many disadvantages. The risk of wind damages will increase.
16 The risk of forests pests and pathogens will increase. The reduced period of frozen ground
17 makes timber harvesting more difficult. More precipitation means more investment into
18 forest roads and ditches. The quality of timber may reduce.

19 **Impact assessment, recommendations for future research**

20 The most important climate factors that based on the prognosis will affect forestry are
21 increasing temperature and precipitation. Strong negative impact can be caused by more
22 frequent extreme weather events (drought, extremely low winter temperatures, storms).
23 Forest industry will face difficulties with timber transport out from forests due to decreasing
24 period with frozen soil in winter. Economically the largest effect will be caused by the need
25 for additional costs for tending forest roads and ditches. Among fellings, the amount of
26 sanitary felling will increase. The share of deciduous tree species will probably increase in
27 forests. Positive effect is expected from increasing timber increment although such trend
28 might not persist for the whole century. Forest health could worsen due to new invasive
29 pathogens.

30 The further studies are required to assess different felling methods from the perspective of
31 climate change. Economic calculations about maintenance cost of forest roads and drainage
32 systems are needed. Monitoring of invasive pathogens and their influence must continue
33 and ability for their early detection and precautionary measures must be elaborated.

34
35

36 **8. FISHERY**

37 **Priority themes and current situation**

38 The impact of climate change on fishery (commercial and recreational fishing) could be
39 reflected mainly through the impact on fish stocks. Different components of climate change
40 (e.g. changes in salinity, water level and temperature, extreme weather events, ice
41 conditions) may strongly influence the most important and less resilient exploited fish
42 populations abundance and stocks in the Baltic Sea and inland waters. Changes in
43 population abundances may be opposite for cold-adapted (vendace, Peipsi whitefish,

1 burbot, lake smelt) and warm-adapted species (e.g. cyprinids, pikeperch). Fish community
2 structure in shallow lakes and rivers may be very vulnerable to water temperature increases,
3 especially temperature extremes (heat waves) in combination with eutrophication that can
4 led to strong cyanobacterial blooms, night time hypoxia and fish kills. Shortening the ice-
5 cover period will decrease risk of winter fish kills in shallow lakes but will influence most
6 strongly autumn/winter-spawning fish like vendace, whitefish and burbot. Warming has
7 contributed also to the spread of invasive species, new parasites and diseases of fish.

8 **Impact assessment, recommendations for future research**

9 Fisheries are based on utilisation of the natural fish populations and therefore this branch of
10 economy can be severely influenced by the climate change. Predicted changes such as
11 increasing water temperatures, increased precipitation, shorter duration of ice-cover, higher
12 frequency of extreme climate events etc. may impact both the list of fish species, and also
13 relative abundance of fishes. Most likely, climate change will have opposite impact to cold-
14 water species (e.g. salmonids, vendace, whitefish, burbot, smelt) and to warm-water species
15 (e.g. cyprinids and pikeperch). While small changes in water temperature will have its effect
16 in long run, short-term occurrence of extreme events (such as heatwaves, or large salt water
17 inflows to the Baltic Sea) may have drastic and deep impact on fish fauna in relatively short
18 period. Temperature effects on fish are most visible through its impact to fish reproduction–
19 unfavourable conditions during the short critical spawning period usually result in weak
20 year-classes. However, it is impossible to predict the detailed effects of climate change to
21 fish fauna in distant future due to the opposed influence of different factors (e.g. increased
22 precipitation decreases salinity of the Baltic Sea, but more frequent stormy periods and
23 higher water level may increase inflow of salt water from the Kattegat). In order to facilitate
24 the prognostication, more detailed and complex ichthyology and fisheries data collection is
25 needed. Moreover, analyse of the ichthyological data should be integrated more tightly with
26 monitoring of other biota and climate data. Finally, while commercial landings are
27 registered in detail, the information concerning recreational catches is still very scarce and
28 needs to be improved.

31 **9. HUNTING**

32 **Priority themes and current situation**

33 Climate change will presumably cause changes in the species composition and diversity of
34 Estonian fauna. Predictably new southerly species may expand northwards to Estonia. It
35 will become necessary to intensify hunting of some species and take measures to protect the
36 diminishing native game species. The state may impose new responsibilities on hunters,
37 while the goals of hunting may have to be changed as well. Changes will have to be
38 communicated to the society and the attitude towards game management and hunters [võib-
39 olla pigemini: ..the public image of game management and hunters?] has to be worked on.
40 Some diseases and parasites associated with wild animals may be major risk factors for
41 humans and pet animals. One important impact of climate warming is the influence on
42 moose population and other herbivores. Damage to forests and related agricultural crops
43 may increase. This will create a need for the establishment of complicated and costly
44 damage compensation mechanisms.

45 **Impact assessment, recommendations for future research**

1 Climate warming definitely influences game animal populations but its impact is largely
2 overshadowed by that of human activity. In all probability climate change will directly
3 endanger (up to the point of total disappearance from Estonian territory) only a very few
4 narrowly adapted species. The prevalent majority of Estonian game animal species are
5 widely distributed and climate warming may directly or indirectly – e.g. by changing food
6 base – influence their living conditions and population dynamics.

7 Estonian game animal populations are directly influenced by the following climate
8 phenomena: mean summer and winter air temperatures, and the duration and average depth
9 of snow cover. Living conditions, above all the food base of game animals, can be indirectly
10 influenced by changes in the species composition and biomass of the habitat, as well as by
11 extreme weather conditions such as storms and protracted droughts.

12 In the near future it would be necessary to identify the game species most vulnerable to
13 climate change and devise protective measures. It is needed to look for ways for preventing
14 the invasion of unwanted species. It is of great importance to study the public opinion in
15 order to find out the attitude of different stakeholders towards hunting and other game
16 management activities. It will be essential to develop new game inventory methods that
17 would be independent of the existence and duration of snow cover.

18 19 20 **10. TOURISM**

21 **Priority themes and current situation**

22 Climate change has the main impact to internal tourists and tourists from neighbouring
23 countries who can plan their vacation according to weather conditions. Using the Tourism
24 Climate Index we see an increase in the frequency of months where the TCI is more suitable
25 in North West Europe than in the Mediterranean. Specifically in relation to increasing TCI-
26 s, Estonia could see a change in tourism flows across several tourism seasons with an
27 increase in total tourism numbers. Increasing TCI-s in “shoulder” months might change
28 seasonality of tourism demand and offer tourists the possibilities of taking vacations over a
29 wider number of months. Tourism visits may increase in the spring and autumn seasons,
30 especially to rural (inland) areas, with consequent impacts to the natural environment: on
31 animal breeding behaviour during vulnerable periods; trampling of sites with low carrying
32 capacity or higher maintenance costs of site protective infrastructure, e.g. walkways; higher
33 visitor numbers at sensitive sites such as animal viewing platforms and hides. 5–12%
34 of CO₂ emission is caused by tourism sector, of which 75% by tourism transport and 20%
35 by accommodation services. The greenhouse gas emission from tourism sector will increase
36 by 130% from 2005 to 2035 according to prognosis.

37 **Impact assessment, recommendations for future research**

38 The impact of climate change on tourism in Estonia will be dependent on many interacting
39 factors, physical, social, economical and political. Climate change will affect tourism in
40 source and destination countries. Behavior patterns of tourists are changing. Warmer and
41 longer summers increase tourism flow to North- and North-West-Europe. Warmer water
42 bodies may increase interest in water-based tourism though increased rainfall leading to
43 greater agricultural land runoff may risk increased algal blooms in seas and lakes. Warmer
44 winters may lead to poorer snow reduction in snow fall/increased milder periods could lead
45 to shorter winter tourism season & reduction of winter-sports and events. Warmer winters
46 may impact on ice sports and winter fishing, fewer occasions when ice roads can open to

1 islands. Rising sea levels may impact on sea tourism through problems with harbour
2 infrastructure and yacht tourism. It is predicted that weather patterns (with increased storm
3 and rainfall events) may become more unsettled that arises need for more indoor facilities.

4 For more reliable prognoses tourists behavioral patterns considering socio-economical
5 aspects and climate change should be studied. For defining preparadeness of adaptation of
6 tourism sector with climate change impacts, a study of tourism entrepreneurs and other
7 stakeholders should be conducted.

8

9

10 **11. PEAT EXTRACTION**

11 **Priority themes and current situation**

12 In the course of analyses peat mining was divided into following sub-themes: greenhouse
13 gas emissions (GHG) from peat extraction sites; relevant policy documents; impact on peat
14 extraction capacity; technologies for peat mining; and after-use of peat extraction areas.

15 Based on peat mining capacities (area and volume), resource analyses and policy
16 documents, there are possibilities to increase extraction activities. On the other hand, there
17 could be possible constraints related to high GHG emissions and dependence upon weather
18 conditions. In order to minimize these influences, possibilities for wet mining are analyzed
19 although it is not used much in practice.

20 Analysing weather conditions (period June-August, 1992–2013) relevance to peat mining
21 capacity, there has been significant influence on extreme precipitation rates, e.g. in 1998
22 peat extraction volumes decreased drastically. On state level medium correlation between
23 precipitation, temperature and mining capacity was determined, but on a county level this
24 could be significantly different. Based on Finnish research, increasing precipitation and soil
25 moisture could be accompanied with significant accretion of GHG emission from mining
26 areas.

27 **Impact assessment, recommendations for future research**

28 Main negative impact due to climate change (higher medium air temperature) is increase of
29 peat mineralization and inherent CO₂ emission from peat extraction areas. Positive impact
30 from climate change is related to longer extraction period which increases efficiency of peat
31 mining and could lead to bigger annual outputs of peat. If use of peat remains at the current
32 level, total area needed for extraction will be smaller and this could also limit net CO₂
33 emissions and other environmental impacts. Additional environmental taxes have unknown
34 or neutral effect – on one hand it increases costs for entrepreneurs (including investments
35 into new technologies), on the other hand provides circumstances for reduction of
36 environmental impact (e.g. use of wet mining technology could lead to reduction of peat
37 extraction areas and related total CO₂ emissions). The main challenge is related to
38 development and use of wet mining technologies, research on carbon balance and impact
39 on water environment in changing climate circumstances, monitoring the effectiveness of
40 after-use options of peat extraction areas, implementation of CO₂ taxes to peat mining and
41 use and its impact.

42

43

1 **Kasutatud lühendid**

2 **C** – süsinik

3 **CH₄** – metaan

4 **CO₂** – süsinikdioksiid

5 **EL** – Euroopa Liit

6 **H₂S** – divesiniksulfiid

7 **ha** – hektar

8 **IUCN** - *International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources* ehk

9 Rahvusvaheline Looduskaitseliit

10 **KHG** – kasvuhoonegaas

11 **KIK** – Keskkonnainvesteeringute Keskus

12 **LD** – EL Loodusdirektiiv

13 **MAK** – Eesti maaelu arengukava

14 **MSRD** – EL Merestrategia raamdirektiiv

15 **N₂O** – diämmastikoksiid ehk naerugaas

16 **PLK** – poollooduslikud kooslused

17 **PV** - püsivusväärtus

18 **PV_{kesk}** - keskmine püsivusväärtus

19 **RMK** – Riigimetsa Majandamise Keskus

20 **t** – tonn

21 **VPRD** – Veepoliitika raamdirektiiv

22 **ÖST** – ökosüsteemiteenus

23

24

25

26

1 **Kasutatud mõisted**

2 **Anoksia** – hapniku puudumine organismi elukeskkonnas.

3 **Anomaalia** – kõrvalekalle üldtunnustatud statistilistest normidest.

4 **Ballastvesi** – vesi, mis pumbatakse lähtesadamas laevadesse nende stabiliseerimiseks ja
5 tasakaalustamiseks.

6 **Bentiline** – põhjaeluviisiline.

7 **Bio-manipulatsioon** – veekogu tervendamine ökoloogiliste meetoditega.

8 **Bioturbatsioon** – põhjasetete läbisegamine bentiliste loomade ja fütobentose elutegevuse
9 käigus.

10 **Dimiktilised järved** – järved, mille veesambas on aasta jooksul 2 tsirkulatsiooniperioodi.

11 **Elurikkus ehk elustiku mitmekesisus** – elusorganismide mitmekesisus nii maismaa kui
12 veeökosüsteemides, sisaldades liigisisest, liikidevahelist ja ökosüsteemidevahelist
13 mitmekesisust; liikide ja nende elupaikade mitmekesisus.

14 **Epifüütsed vetikad** – teistel taimedel kasvavad vetikad.

15 **Eufotiline kiht** – veekogu pindmine kiht, kus on veel piisavalt valgust, et 24h arvestuses
16 fotosüntees ületaks hingamiskaod (toimub neto produktsioon). Seda nimetatakse ka
17 produktiivseks kihiks.

18 **Eutrofeerumine** – veekogu rikastumine toitainetega. See toimub taimede toiteelementide
19 (eriti fosfori ja lämmastiku), detriidi ja lahustunud orgaaniliste ainete lisandumise ja
20 akumuleerumise tagajärjel.

21 **Fütoplankton** – vees vabalt hõljuvad enamasti mikroskoopilised fotosünteesivad
22 organismid.

23 **Generalistid** – laia ökoamplituudiga ja mitmesugust toitu kasutatavad organismid, kes
24 saavad hakkama väga mitmesugustes keskkonnatingimustes.

25 **Gradient** – ruumilise muutumise kiirus, s.t väljendab mingi suuruse muutust pikkusühiku
26 kohta.

27 **Hajureostus** – suuri alasid hõlmav keskkonnareostus kindla asukohata allikaist, mida
28 põhjustavad põllul, metsas või aias kasutatavad väetised, mürkkemikaalid, õhusaaste, jne.

29 **Herbivoor** – taimtoiduline, elusaist taimedest või taimeosadest toituvad loomad.

30 **Hoiuala** – elupaikade ja kasvukohtade kaitseks määratud ala, mille säilimise tagamiseks
31 hinnatakse kavandatavate tegevuste mõju ja keelatakse ala soodsat seisundit kahjustavad
32 tegevused.

33 **Humiinained** – lagunemata orgaanilised ühendid, mis on tekkinud taime- ja loomajäänuste
34 mittelõplikul lagunemisel setetes.

35 **Hüpoksia** – kudede hapnikuvaegus. Hüpooksiat võib põhjustada hapniku vähesus
36 olemuskeskkonnas või selle vastuvõtu takistus organismis.

37 **Intermodaalne transport** – transpordiviis, mis hõlmab vähemalt kahe erineva
38 transpordiliigi (maantee-, raudtee-, lennu- ja veetransport) kasutamist samal reisil ühe ja
39 sama sõidudokumendi alusel.

- 1 **Invasiivsed võõrliigid** – võõrliigid, mis inimese tahtlikul või tahtmatul kaasabil
2 kinnistuvad uue levikuala looduslikes ja poollooduslikes elupaikades ja võivad ohustada
3 ökosüsteeme, elupaiku ja liike ning tekitada majanduslikku kahju ja olla ohuks tervisele.
- 4 **Kaitseala** – inimtegevusest puutumatu hoitav või erinõuete kohaselt kasutatav ala, kus
5 säilitatakse, kaitstakse, taastatakse, uuritakse või tutvustatakse loodust (rahvusparkid,
6 loodus- ja maastikukaitsealad).
- 7 **Kasvuhoonegaasid** – on lühilainelist päikesekiirgust mitteneelavad või vähe neelavad ja
8 hajutavad ning pikalainelist soojuskiirgust neelavad gaasid Maa atmosfääris, mis
9 põhjustavad kasvuhoooneefekti.
- 10 kemosünteesi energia abil
- 11 **Kultuuriteenused** – ökosüsteemiteenused, millega loodus pakub esteetilist ja vaimset
12 naudingut, on lõõgastumise kohaks ja uute teadmiste allikaks.
- 13 **Lahvandus** – jäävaba ala jäätunud veekogul (www.eki.ee).
- 14 **Makrovetikad** – suured (mõõdetavad sentimeetrites), mitmerakulised vetikad, mis
15 kasvavad tiikides ja meres ning paljunevad mitmel viisil.
- 16 **Merevee hapestumine** – merevee muutumine happeliseks, seisneb vesinikioonide ja
17 vabade hapete tekkes, sh happesademete toimetel.
- 18 **Meromiktilised järved** – järved, milles on jälgitav veesamba alaline kihistumine.
- 19 **Mesohaliinne** – soolsus on vahemikus 5–18 ‰.
- 20 **Metsandus** – üldmõiste, mis hõlmab kogu metsasektoris toimuvat. Metsandus kui
21 majandusharu jaguneb kaheks: peamiselt metsade kasvatamisega tegelevaks
22 metsamajanduseks ja puidu varumise ning väärimisega tegelevaks metsatööstuseks.
23 Metsamajandamise all mõistetakse eelkõige metsade rajamist, kasvatamist ja kaitset.
24 Majandusstatistikas jaguneb metsatööstus töötleva tööstusena puidu-, paberi- ja
25 mööblitööstuseks.
- 26 **Miksotroofia** – järvede segatoitelisus.
- 27 **Monomiktilised järved** – järved, mille veesambas on aasta jooksul 1
28 tsirkulatsiooniperiood.
- 29 **Ohtrussuhe** e. suhteline ohtrus – ühe liigi isendite hulk muude liikide isendite hulga suhtes
30 koosluses.
- 31 **Ohustatud liigid** – liigid, mis võivad suure tõenäosusega lähiajal välja surra.
- 32 **Oligohaliinne** – soolsus on vahemikus 0,5–5 ‰.
- 33 **Ontogeneetiline plastilisus** – isendi võime elu jooksul keskkonna muutudes
34 morfoloogiliselt, füsioloogiliselt või käitumuslikult muutuda, sh ka selle võime määr
- 35 **Pelagiaal** – veekogu avaveeline osa
- 36 **Pioneerkooslus** – kooslus, mille moodustavad eelnevalt asustamata ala esmased liigid.
- 37 **Pioneerliik** – asustamata elupaiga esmased liigid.
- 38 **Plastilised liigid** – laia ökoloogilise amplituudiga liigid.
- 39 **Poollooduslik kooslus ehk pärandkooslus** – pikaajalise inimtegevuse (niitmise,
40 karjatamise) mõjul kujunenud loodusliku elustikuga ala. Poollooduslikud kooslused on

- 1 puisniidud, loopealsed, soostunud niidud, soo-, ranna-, lammi- ja aruniidud ning
2 puiskarjamaad.
- 3 **Primaarproduksioon** – esmase orgaanilise aine tootmine süsihappegaasist foto- või
- 4 **Primaarprodutsent** – toiduahela esimese astme kogutoodangu ehk orgaaniliste ühendite
5 valmistamine süsihappegaasi abil foto- või kemosünteesi kaudu.
- 6 **Püsielupaik** – väljaspool kaitseala või selle piiranguvööndis asuv piiritletud ja erinõuete
7 kohaselt kasutatav ala.
- 8 **Püsivusväärtus** – liikide püsivus erinevatel ajaperioodidel taimede levikuatlase
9 levikuruutudes (Sammul *et al.*, 2008).
- 10 **Refuugium ehk pagula** – maa-ala, kus on säilinud sobivad keskkonnatingimused liikide
11 ellujäämiseks ka suurte kliimamuutuste ajal.
- 12 **Reguleerivad teenused** – ökosüsteemiteenused, mis mõjutavad kliimat, vee-, õhu- ja
13 mullakvaliteeti, veevarusid, ülejutusi, samuti tolmeldamine ja mullaviljakuse hoidmine.
- 14 **Resuspensioon** – veekogu põhjas olevad osakesed tõmmatakse hõljuvasse olekusse, kui
15 põhja lähedal on vee liikumise kiirus kriitilisest väärtusest suurem.
- 16 **Režiiminihe** – süsteemi kiire üleminek ühelt stabiilselt olekult ehk režiimilt teisele, tugeva
17 häirituse korral ei tarvitse süsteemi, eriti ökosüsteemi olek taastuda ning režiiminihe võib
18 olla pöördumatu.
- 19 **R-strateegia** – liikide elustrateegia, millest lähtuvalt investeerivad liigid konkurentsivõime
20 arvelt rohkem energiat kiiremasse sigimisse; liike iseloomustavad lühike eluiga, kiire kasv
21 ja palju väikeseid järglasi.
- 22 **Rüsi jää** – jääkatte järkjärgulisel sulamisel ja külmumisel tekkinud kuhjunud või liikuvad
23 jäätükkide kogumid.
- 24 **Spetsialistid** – kindlatele keskkonnatingimustele ja kindlale toidule kitsalt kohastunud
25 organismid.
- 26 **Sumbad** – võrkseinaga ujuvad kalakasvatuserajatised, mis paigaldatakse ankurdatult
27 veekogusse. Vesi liigub läbi võrgusilmade, sõnnik vajub põhja, kuid kalad ei pääse sumbast
28 välja. (Vesiviljeluse arengukava 2014 – 2020)
- 29 **Zooplankton** – vees hõljuvate valdavalt heterotroofse toitumistüübiga loomorganismide
30 kogum.
- 31 **Troofsus** – veekogu ainerings olevad orgaanilised ja anorgaanilised ained, mille kogus
32 määrab ära veekogu toitelisuse.
- 33 **Tsüanobakter** – tsüanoprokarüootid ehk sinivetikad ehk sinikud on peamiselt vees elavate
34 bakterite hõimkond. Tsüanobakterid on autotroofid, energiat saavad nad valdavalt
35 fotosünteesi teel.
- 36 **Tugiteenused** – ökosüsteemiteenused nagu aineringe, mullateke, fotosüntees, elupaigad.
- 37 **Turismi kliimaindeks** – üks komplekssemaid mõõdikuid, et määrata piirkonna või riigi
38 sobivust turismiks. See ühendab endas kolme turismisihtkoha jaoks olulist kliimaatilist
39 tegurit: sobiv soojus, füüsikalised tegurid nagu sademed ja tuul ning esteetiline väärtus nagu
40 päikesepaiste/pilvisus. Kasutusele võetud Mieczkowski (1985) poolt, kasutatakse
41 laialdaselt kliimamuutuste mõjude uurimisel.

- 1 **Uluk** – mõistet kasutatakse kõnekeeles, seadusloomes ja teaduskirjanduses mitmeti.
2 Käesolevas aruandes lähtutakse seostatusest jahindusega, ulukiks on jahitavad imetajad ja
3 jahitavad linnud. Arvestades seejuures, et mõni tänapäeval kütitav uluk või tulevikus olla
4 kaitsealune ja vastupidi.
- 5 **Valgla** – maa-ala, millelt vesi veekogusse koguneb.
- 6 **Varustusteenused** – ökosüsteemiteenused, mida inimene saab ökosüsteemilt nt toidu, vee,
7 puidu jm materjalidena.
- 8 **Veeõitseng** – fütoplanktoni ajutine vohamine veekogus.
- 9 **Võõrliigid** – nimetatakse liike, alamliike või madalamaid taksoneid, kes on inimese
10 kaasabil levinud elupaikadesse, kuhu nad looduslike tõkete tõttu ise levida ei saaks.
- 11 **Väljasuremisvõlg** – liikide hulk, mis juba toimunud inimõjuliste keskkonnamuutuste
12 tagajärjel mingi aja jooksul suure tõenäosusega välja sureb.
- 13 **Ökosüsteem** – isereguleeruv ja arenev tervik, mille moodustavad toitumissuhete kaudu
14 üksteisega seotud organismid koos neid ümbritseva keskkonnaga (Masing, 1992).
- 15 **Ökosüsteemiteenused** – keskkonnakaitseks, sotsiaalsed ja majanduslikud hüved, mida
16 ökosüsteemid pakuvad inimestele.
- 17
18

1 Sissejuhatuseks

2 BioClim projekti lähteülesandena jaotati II teemarihma eeldefineeritud üksteist valdkonda
3 38 alateemaks, vt ka **Tabel 1** ja **Tabel 2**.

4

5

6 **Tabel 1.** Teemad **looduskeskkonna** valdkonnas ja alavaldkondlik jaotus.

Valdkond	LOODUSKESKKOND				
Teema	1) Elurikkus	2) Maismaa ökosüsteemid	3) Magevee-ökosüsteemid	4) Läänemeri ja merekeskkond	5) Ökosüsteemiteenused
Alavaldkonnad	Ohustatud liigid	Metsad	Suurjärved	Mere eutrofeerumine	Mere- ja mageveeökosüsteemid ja nende teenused
	Invasiivsed võõrliigid	Sood ja teised märgalad	Väikejärved	Võõrliigid ja bioloogiline mitmekesisus	Metsaökosüsteemide teenused
	Kaitse- ja hoiualad	Rohu- ja põllumaad	Vooluveekogud	Toiduahelad	Soode ökosüsteemide teenused Tolmeldamise teenus Mullaökosüsteemide teenus Niiduökosüsteemide teenused Linnaökosüsteemide teenused

7

8

9 **Tabel 2.** Teemad **biomajanduse** valdkonnas ja alavaldkondlik jaotus.

Valdkond	BIOMAJANDUS					
Teema	6) Põllumajandus	7) Metsandus	8) Kalandus	9) Jahindus	10) Turism	11) Turba tootmine
Alavaldkonnad	Taimekasvatus	Metsamajandus ja metsatööstus	Läänemere kalastik ja kalandus	Ulukite liigid, arvukus ja haigused	Turismi sihtkohad ja sesoonsus	Valdkonda mõjutavad poliitika-dokumendid
	Loomakasvatus	Metsakasvatus		Ulukite toidubaas ja kahjustused	Turismitransport	Kasvuhoonegaaside emissioon kaevandusaladelt
	Taimekaitse ja veterinaaria	Metsahaigused	Sisevete kalastik ja kalandus	Jahindus sotsiaalse tegevusena	Loodusturism	Mõju turba kaevandamise mahtudele Kaevandamise tehnoloogiad Kaevandusjärgne turbaalade kasutus

10

11

12 **Metoodiline lähenemine**

13 *Üldlähtepunktid*

14 BioClim projekt koondab enam kui neljakümnet eri valdkondade eksperti 11 temaatilisest
15 töörühmast. Kuivõrd igal valdkonnal on ka oma teemast tulenevalt spetsiifiline lähenemine
16 andmete kogumisele, töötlusele ja analüüsile, siis valdkondlikes peatükkides allpool
17 kirjeldatakse lisaks uurimuse metoodikat ka eraldi teemavaldkondade kaupa. Igas
18 valdkondlikus peatükis põhjendatakse metoodika valikut ja näidatakse selle eesmärgi.
19 Tutvustatakse andmete kogumise praktilist käiku ning kogumise ja töötlemise meetodeid.
20 Sealhulgas tuuakse välja: a) millest lähtuvalt liigendatakse valdkond alavaldkondadeks; ja
21 b) kuidas analüüsitakse hetkeolukorda valdkonnas, s.t probleeme, võimalusi, ohte;

1 mineviku ilmastikunähtuste mõju; ja olemasolevaid meetmeid; c) analüüsitakse riske,
2 valdkonna haavatavust ja hinnatakse kliimamuutuste mõjusid erinevatele valdkondadele.

3 *Alavaldkonnad ja hetkeolukorra ülevaade*

4 I projektiperioodi uuringutulemused tuginevad peamiselt olemasoleval teaduskirjanduse,
5 asjakohaste poliitikadokumentide ning õigusaktide, teadus- ja rakendusprojektide tulemuste
6 ja erinevate andmebaaside andmestike analüüsil ja koondatud eksperttabel.

7 Iga töörühm koostas kõigepealt oma teemavaldkonna ülevaate ning vastava peatüki visandi.
8 Seejärel lugesid („retsenseerisid“) projektis osalevad töörühmad vastastikku üksteise
9 visandeid ning pakkusid tehtule tagasisidet, mida iga töörühm sai kasutada oma
10 teemavaldkonna peatüki lõplikul koostamisel.

11 Sarnast lähenemist – vastastikune seonduvate teemadega peatükkide „riskkorrekatuur“ –
12 kasutati ka II projektiperioodil.

13 *Mõjude analüüs ja edasiste uuringusuundade määramine*

14 II projektiperioodil oli kliimamuutustega seonduvate riskide, haavatavuse ning mõjude
15 analüüsil ja hindamisel üldaluseks kliimastenaariumid aruandest „Eesti tuleviku
16 kliimastenaariumid aastani 2100“ (Luhamaa *et al.*, 2015). Selles on kirjeldatud tuleviku
17 kliima projektsioone kuni aastani 2100 erinevate ilmastikunäitajate kaudu, nt sademed,
18 õhutemperatuur, veekogude temperatuur, muutused jää- ja lumikatte kestuses, tuul (vt ka
19 **Tabel 3**. Eesti keskmine **õhutemperatuur** (°C) (vastavalt Luhamaa *et al.*, 2015).
20 (õhutemperatuuri) ja **Tabel 4** (sademete prognooside kohta)).

21 Tuleviku, ajaperioodide 2040–2070 ja 2070–2100 erinevate kliimastenaariumite RCP4.5
22 ja RCP8.5 prognoose on võrreldud kontrollperioodiga 1971–2000. Kontrollperioodi
23 andmed pärinevad Riigi Ilmateenistuse andmebaasist.

24

25

26 **Tabel 3.** Eesti keskmine **õhutemperatuur** (°C) (vastavalt Luhamaa *et al.*, 2015).

Periood	1971-2000	2040-2070	2070-2100	2040-2070	2070-2100
Stsenaarium	Kontroll	RCP4.5		RCP8.5	
Talv	-3,6	-1,3	-0,5	-0,7	1,3
Kevad	4,2	6,6	7,6	7,3	9,1
Suvi	15,7	17,3	17,9	17,9	19,5
Sügis	6,1	7,8	8,3	8,3	9,7
Aasta	5,6	7,6	8,3	8,2	9,9

27

28

29 **Tabel 4.** Eesti **sademete** hulk (mm) (vastavalt Luhamaa *et al.*, 2015).

Periood	1971-2000	2040-2070	2070-2100	2040-2070	2070-2100
Stsenaarium	Kontroll	RCP4.5		RCP8.5	
Talv	130	141	151	149	158

Kevad	108	119	131	125	134
Suvi	209	231	240	246	248
Talv	200	220	222	216	224
Aasta	646	710	749	736	768

1

2 II projektiperioodil tegi kliimastenaariumide alusel iga teemagrupp kindlaks oma teema
3 spetsiifikat arvestades olulisemad kliimategurid ja -riskid. Nende põhjal analüüsiti
4 kliimamuutustega seonduvaid riske, valdkondade haavatavust ja mõjusid.

5 Olulise panuse mõjude analüüsi valmimisse andsid ka kohtumised huvigruppidega, nt
6 kohtumised turba kaevandamise huvirühmadega; 27. aprillil BioClim avaseminaril
7 Tallinnas, ja 5. mail Tartus toimunud põllumajanduse huvirühmade kohtumine.

8

9 Uuringu struktuur

10 Alljärgnev on jaotatud üheteistkümneks temaatiliseks peatükiks. Igas peatükis tutvustatakse
11 esmalt (**Sissejuhatus**) alavaldkondlikku jaotust ja esitatakse alavaldkondade üldülevaade
12 (problemaatika kliimamuutuste kontekstis, jm sarnane). Peatükk **Alavaldkondlik**
13 **hetkeolukorra analüüs** käsitleb iga ülaldefineeritud (ala)valdkonna lõikes kolme aspekti.
14 Esiteks annab see ülevaate probleemidest, võimalustest ja ohtudest antud alavaldkonnas.
15 Teiseks kirjeldatakse, kuidas mineviku ilmastikunähtused on antud (ala)valdkonda
16 mõjutanud. Lõpuks antakse ülevaade olemasolevatest meetmetest, mis aitavad kaasa
17 kliimamuutustega kohanemisele. Peatükk **Kliimamuutustega seonduvad riskid,**
18 **haavatavus ja mõjud** annab (ala)valdkondliku ülevaate olulisematest kliimateguritest ja
19 kliimamuutustega seonduvaist riskidest (vt ka ülevaateks **Tabel 5** **Valdkondlikult**
20 **olulised kliimategurid ja -riskid.**, samuti valdkondade haavatavusest erinevate
21 kliimategurite suhtes. Seejärel käsitletakse positiivseid, negatiivseid ja teadmata suunaga
22 mõjusid igale (ala)valdkonnale. Mõjude analüüsi põhjal antakse igas valdkonnas soovitusi
23 edasisteks teadus- ja rakendusuuringute teemadeks (ptk **Edasised uuringusuunad**).

24

25 **Tabel 5. Valdkondlikult olulised kliimategurid ja -riskid.**

LOODUSKESKKOND	
1	Elurikkus <ul style="list-style-type: none"> • aasta keskmise õhutemperatuuri ja sademete hulga tõus • merevee ja siseveekogude aasta keskmise temperatuuri tõus ning merejää kestuse vähenemine • merevee taseme tõus • ekstreemsete ilmastikunähtuste sagenemine
2	Maismaaökosüsteemid <ul style="list-style-type: none"> • aasta keskmise õhutemperatuuri tõus (sh põua sagenemine, vegetatsiooniperioodi pikenemine) • aasta keskmise sademete hulga tõus • tuulekiiruse tõus ja tormide sagenemine • lumikattega päevade arvu vähenemine • ekstreemsete ilmastikunähtuste sagenemine

3	Maaveeökosüsteemid	<ul style="list-style-type: none"> • prognoositav õhutemperatuuri ja sademete hulga tõus • talvise jää- ja lumikatte paksuse vähenemine ja vastava perioodi lühenemine • muutused tuule tugevuses • ekstreemsete ilmastikunähtuste sagenemine
4	Mereökosüsteemid, sh Läänemeri	<ul style="list-style-type: none"> • keskmiste sademete hulga suurenemine ja muutused siseveekogude äravoolus, sh muutused merevee soolsuses • merevee ja õhutemperatuuri tõus • muutused jääkatte ulatuses ja kestuses • ekstreemsete ilmastikunähtuste sagenemine
BIOMAJANDUS		
6	Põllumajandus	<ul style="list-style-type: none"> • keskmiste temperatuuride tõus ja temperatuuri varieeruvuse muutumine • atmosfäärisaaste eeldatav kasv • muutused sademete režiimis ja ekstreemsete ilmastikunähtuste sageduses
7	Metsandus	<ul style="list-style-type: none"> • keskmise õhutemperatuuri tõus • keskmise talvise õhutemperatuuri tõus • keskmiste sademete hulga suurenemine kasvuperioodil • lumikattega päevade arvu vähenemine • tormide sagenemine • põuaste suvede sagenemine • kõrgemad maksimaalsed temperatuurid • ekstreemselt madala temperatuuri harv, kuid võimalik esinemine
8	Kalandus	<ul style="list-style-type: none"> • veetemperatuuri tõus • jääperioodi lühenemine ja ebapüsiv jääkate • jääkatte ulatuse vähenemine Läänemeres • ekstreemsete ilmastikunähtuste (nt kuumalained, tormid) sagenemine • sademete hulga suurenemine • veetaseme aastasisese ja aastate vahelise varieeruvuse muutused
9	Ulukid ja jahindus	<ul style="list-style-type: none"> • keskmise õhutemperatuuri tõus • kõrgemad maksimaalsed temperatuurid • külmunud pinnasega perioodi lühenemine • lumikattega päevade arvu vähenemine • ekstreemselt madala temperatuuri harv esinemine • talvise merejää tekke vähenemine ja/või lõppemine • tormide sagenemine
10	Turism	<ul style="list-style-type: none"> • soojemad ja lühemad talved, vähem lund;

	<ul style="list-style-type: none"> • soojemad ja pikemad suved, rohkem sademeid; • talvehooaja nihkumine kevadesse; • suurenenud sajupäevade arv; • ekstreemsed tuuled ja tormid; • muutlikud ilmaolud; • soojem merevesi; • kõrgemad miinimumtemperatuurid; • kõrgemad maksimumtemperatuurid.
11 Turba kaevandamine	<ul style="list-style-type: none"> • keskmine õhutemperatuur • sademete maht, samuti aurumine • tuule kiirus • sajuta päevade arv • päikesepaiste kestus

1

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

6 I Looduskeskkond



- 7
- 8

1 1. Elurikkus

2 **Melts, Indrek; Lanno, Kaire; Kaljund, Karin; Laanisto, Lauri; Kull, Tiiu**
3 **Eesti Maaülikool, põllumajandus- ja keskkonnainstituut**

4 1.1. Sissejuhatus

5 Eestis on liike hinnanguliselt 35–45 000 (Kull, 1999). Eesti eElurikkuse andmebaasis on
6 registreeritud 29 888 liiki, mis sisaldavad kõiki Eesti looduses kogutud/registreeritud liike
7 (eElurikkus, 2015), sh umbes 1000 võõrliiki (Ojaveer *et al.*, 2011; Klein ja Hermet, 2012;
8 Eek ja Kukk, 2013). Võõrliikidest on invasiivseid 63 ja potentsiaalselt invasiivseid 71 liiki
9 ning kõige enam on invasiivseid liike soontaimede ja selgrootute hulgas (Klein ja Hermet,
10 2012).

11 Hävimisohus ehk ohustatud liigid on Eestis riikliku kaitse alla võetud (Looduskaitseadus,
12 2004) ja käesoleval hetkel on Eestis kaitsealuseid taime-, seene- ja loomaliike peaaegu 570
13 (I ja II kaitsekategooriana kaitse alla võetavate liikide loetelu, 2004; III kaitsekategooria
14 liikide kaitse alla võtmine, 2004). Nii otseses väljasuremisohus olevaid liike kui ka väikese
15 levikuga ohustatud kooslusi on esmajärjekorras oluline kaitsta (Root *et al.*, 2003a; Luck *et*
16 *al.*, 2004). Eestis on loodusdirektiivi (EL direktiiv 92/43/EMÜ, 1992) elupaikadest
17 esindatud suuremas või väiksemas ulatuses 60, millest esmatahtsatena on esile tõstetud 18
18 elupaika (Paal, 2004). Esmatahtsatel elupaigatüüpidest on paljude säilimine
19 problemaatiline ja nagu on drastiliselt vähenenud poollooduslike koosluste
20 pindala (Sammul *et al.*, 2008a; Sammul ja Kukk, 2013), on ka nt esmatahtsa elupaiga,
21 soode pindala 1950. aastatest vähenenud umbes 2,8 korda, kattes tänaseks 5% Eesti
22 territooriumist (Paal ja Leibak, 2013).

23 Oluline roll elurikkuse hoidmisel ja säilitamisel on kaitsealadel ja nende võrgustikul
24 (Bruner *et al.*, 2001; Hole *et al.*, 2009). Elurikkuse säilitamise seisukohast olulised alad
25 Euroopas on koondatud Natura 2000 võrgustikku (Euroopa Komisjonile esitatav Natura
26 2000 võrgustiku alade nimekiri, 2010). Eesti maismaast on kaitse all 18,1% ja
27 akvatooriumist 31,1% ning kokku on Eesti pindalast summaarselt koos maa- ja vealaga
28 kaitse all 22,7% (Klein ja Hermet, 2012).

29 Kliimamuutused on elurikkust oluliselt mõjutanud ja mõjutavad ka edaspidi (Gitay *et al.*,
30 2002; Root *et al.*, 2003b; Malcolm *et al.*, 2002; Thomas *et al.*, 2004; Butchart *et al.*, 2010;
31 Pereira *et al.*, 2010; Dawson *et al.*, 2011; Bellard *et al.*, 2012; Moritz ja Agundo, 2013).
32 Kliimamuutused mõjutavad elurikkuse kõiki komponente, alates üksikisendist kuni
33 bioomide tasandini (Parmesan, 2006; Bellard *et al.*, 2012). Kliima soojenemisega muutub
34 liikide areaal ja liikide levimiskiirus (Walther *et al.*, 2002; Parmesan ja Yohe, 2003). Samuti
35 laieneb ka invasiivsete võõrliikide levik, mis mõjutab samuti oluliselt elurikkust (Walther
36 *et al.*, 2009; Diez *et al.*, 2012; Bellard *et al.*, 2013; Muhlfield *et al.*, 2014). Kliimamuutused
37 koos kaduvate liikidega ja muutuva liigilise koosseisuga on ohuks ökosüsteemidele ja ka
38 kaitstavatele aladele (Malcolm *et al.*, 2002; Normand *et al.*, 2007; Andrade-Pérez *et al.*,
39 2010; Walther, 2010; Araújo *et al.*, 2011).

40 Eelnevast lähtuvalt on elurikkuse valdkond jaotatud järgnevateks alateemadeks:

- 41 • **ohustatud liigid;**
- 42 • **invasiivsed võõrliigid;**
- 43 • **kaitse- ja hoialad.**

1 **1.2. Metoodika**

2 **Hetkeolukorra analüüs**

3 Looduskaitse arengukavas („Looduskaitse arengukava aastani 2020”, 2012) käsitletakse
4 kliimamuutuste mõju loodushoiu aspekti silmas pidades. Tuginedes looduskaitse
5 arengukavale („Looduskaitse arengukava aastani 2020”, 2012) ja looduskaitseadusele
6 (2004) on antud aruandes käsitletud elurikkuse osa jaotatud kolmeks alavaldkonnaks,
7 rõhutades liigi (üksikisend) ja territooriumi (kooslus ja ökosüsteem ning elupaik) kaitset
8 ning invasiivsete võõrliikide ohjamist. Need kolm alavaldkonda käsitlevad nii geneetilist,
9 liigilist kui maastikulist mitmekesisust. Elurikkuse hoidmisel ja säilitamisel on tähtis roll
10 kaitsealadel ja nende võrgustikul. Euroopas väärtustatud elupaiku kaitstakse Natura 2000
11 võrgustiku abil. Väärtustatud elupaigatüüpide määratlemisel on kasutatud Eesti
12 kasvukohatüüpide ja Euroopas väärtustatud elupaikade võrdlemise käsiraamatut
13 „Loodusdirektiivi elupaigatüüpide käsiraamat” (Paal, 2007).

14 Elurikkuse ülevaade ja hetkeolukorra analüüs põhineb ISI Web of Science, SCOPUS ja
15 Google Scholar andmebaasides leiduvatel teaduslikel artiklidel, mis käsitlevad elurikkust,
16 sh looduskaitset ja kliimamuutusi ning planeeringuid nende muutustega toimetulekuks.
17 Samuti on kasutatud ka antud valdkonda puudutavat lokaalsemat Eesti teaduskirjandust.
18 Kasutatud kirjanduse põhjal on analüüsitud alavaldkonna probleeme, võimalusi ja ohtusid
19 ning kirjeldatud mineviku ilmastikunähtuste mõju alavaldkonnale. Uusimad andmed liikide
20 arvu kohta pärinevad eElurikkuse andmebaasist Lisaks on kasutatud ja läbitöötatud teiste
21 riikide poolt väljatöötatud kliimamuutuste kohanemisstrateegiate ja -rakenduskavade
22 elurikkust käsitlevaid osasid. Analüüsitud ja esitatud on nii Eesti kui ka Euroopa Liidu
23 vastavad õigusaktid. Elurikkuse väärtustamisele ja elurikkuse kao peatamisele keskendub
24 globaalsel tasandil elurikkuse konventsioon (2011), Euroopa tasandil kannab neid eesmärke
25 Euroopa Liidu elurikkuse strateegia aastani 2020 (2011) ja Eestis looduskaitse arengukava
26 („Looduskaitse arengukava aastani 2020”, 2012) ja Eesti Keskkonnastrateegia („Eesti
27 Keskkonnastrateegia aastani 2030”, 2007). Nende alusel on ka antud ülevaade meetmetest,
28 mis aitavad otseselt või kaudselt kaasa kliimamuutustega kohanemisele.

29

30 **Mõjude analüüs**

31 Lisaks kliimatsenaariumidele (Luhamaa *et al.*, 2015; vt ka **Tabel 3** ja **Tabel 4**) tuginetakse
32 mõjude hindamisel ka infole varasemate kliimamuutuste mõju kohta Eestis (Tammets,
33 2012; Tarand *et al.*, 2014), samuti teaduspublikatsioonidele ning ekspertarvamustele.

34 Antud töös käsitletakse peamiste kliima parameetrite võimalikku muutumist ja
35 ilmamuutuse kui riski negatiivseid ja positiivseid tagajärgi ning ulatust. Riskide,
36 haavatavuse ja mõjude analüüsil lähtutakse elurikkuse alavaldkondlikust jaotusest.
37 Alavalkondade põhine on ka hinnang võimaliku majandusliku ja sotsiaalse mõju suurusele
38 ning avaldumise tõenäosusele. Vastavalt analüüsile on täpsustatud ka ilmamuutuse
39 avaldumise regionaalset jaotust.

40 Kliimamuutuste võimalike mõjude uurimiseks nii kaitsealustele kui tavalistele
41 taimeliikidele ja nende kasvukohtadele, mis võivad muutuste tõttu enam ohtu sattuda või
42 haavatavamaks muutuda, analüüsisiti Sammul jt kaasautorite artikli (Sammul *et al.*, 2008b)
43 aluseks olevat Eesti soontaimeliikide kohta käivat erinevate kirjandusallikate põhjal
44 koostatud andmestikku, kus on toodud liikide erinevad tunnused ning nende püsivusväärtus
45 (PV), mis näitab Eesti taimede levikuatlase põhjal liikide püsivust levikuruutudes perioodil
46 1971–2005 ja enne seda.

- 1 • Et oleks võimalik välja tuua potentsiaalselt enam ohtu sattuvaid liike (eeldades, et
2 liigid levivad kliimamuutuste mõjul põhjakaarte suunas (Climate change, impacts
3 and vulnerability in Europe, 2012), võeti vaatluse alla lõunakaarte piiril olevad liigid
4 ja analüüsisiti ka nende võimalikku püsivust Eesti taimkattes. Tuginedes esialgsele
5 andmeanalüüsile, moodustati edasiseks analüüsiks erinevatel areaalipiiridel
6 olevatest liikidest järgmised grupid: areaali lõunapiiril (kagu, lõuna ja edel koos),
7 põhjapiiril (kirre, põhi ja loe koos), läänepiiril ja idapiiril olevad liigid ning liigid,
8 kes ei ole Eestis areaalipiiril.
- 9 • Lõunakaare ja lääne areaalipiiril olevatest liikidest selekteeriti välja need, mille
10 püsivusväärtus oli alla grupi keskmise väärtuse, kuna need liigid võivad olla rohkem
11 ohustatud või enam haavatavamad kliimamuutuste suhtes.
- 12 • Eeldusel, et kliimamuutuste tõttu on spetsialistliigid haavatavamad ja ohustatumad
13 (Hof *et al.*, 2012a), vaadeldi antud lõunakaare ja lääne areaalipiiri liikide puhul,
14 millised neist on spetsialist- ja millised generalistliigid (vt metoodika Sammül *et al.*,
15 2008b) ning milliste koosluste/kasvukohtade/elupaikadega nad on seotud, et
16 hinnata, millised kasvukohad/elupaigad on tulevikus enam haavatavamad
17 kliimamuutuste kontekstis.
- 18 • Eelmisest punktist lähtuvalt hinnati, millised muutused võivad toimuda kaitstavatel
19 aladel, arvestades, millistel kaitsealadel nimetatud elupaigad ja liigid esinevad. Selle
20 põhjal on aruandes esitatud kliimamuutustest enam ohustatud/haavatavamad liigid,
21 nende elupaigad ning hinnang, kuidas see võib kaitsealasid (nende eesmäärke)
22 mõjutada.
- 23 Mõjude analüüsi tekstis allpool on viidatud analüüsitabelites (**Tabel 6, Tabel 7 ja Tabel 8**)
24 olevaile mõjude numbritele (I.XX).

25 **1.3. Alavaldkondlik hetkeolukorra analüüs**

26 **1.3.1. Ohustatud liigid**

27 **Probleemid, võimalused ja ohud**

28 Eesti eElurikkus andmebaasi põhjal kasvab Eesti looduses 2514 liiki soontaimi, 503 liiki
29 sammaltaimi ja 7215 liiki seeni (eElurikkus, 2015). Lisaks on registreeritud 423 linnuliiki,
30 76 kala- ja 6 roomajaliiki, 11 liiki kahepaikseid ning 85 liiki imetajaid. Selgrootuid on
31 fikseeritud 10 964 liiki (eElurikkus, 2015). Eesti punane nimestik (Eesti Punane Raamat,
32 2008) annab teavet liikide ohustatusest, järgides Maailma Looduskaitse Liidu (IUCN) poolt
33 kehtestatud kategooriaid. Hinnanguliselt on Eesti punase raamatu (Eesti Punane Raamat,
34 2008) põhjal välja surnud 174 liiki ja ligikaudu 1200 liiki on ohustatud (EELIS, 2013).

35 Hävimisohus ehk ohustatud liigid on Eestis ka riikliku kaitse alla võetud, jaotudes kolme
36 erineva rangusega kaitsekategooriasse (Looduskaitseadus, 2004). Kaitsealuseid taime- ja
37 loomaliike on Eestis peaaegu 570 liiki ehk umbes 2% Eestis kokku registreeritud liikidest.
38 Vastavalt vabariigi valitsuse määrusele kuulub alates 21.06.2014kõige rangemasse ehk I
39 kaitsekategooriasse kokku 64 liiki, kellest sõnajalgtaimi 10, katteseemnetaimi 21,
40 sammaltaimi 4, seeni 9, samblikke 1, selgrootuid loomi 1 ja selgroogseid 20 liiki (I ja II
41 kaitsekategooriana kaitse alla võetavate liikide loetelu, 2004). , Alates 21.06.2014 kuulub
42 II kaitsekategooriasse 267 liiki (I ja II kaitsekategooriana kaitse alla võetavate liikide
43 loetelu, 2004) ja alates 07.07.2014 kuulub III kaitsekategooriasse 237 liiki (III
44 kaitsekategooria liikide kaitse alla võtmine, 2004).

1 Kliimamuutus mõjutab oluliselt nii ohustatud (Gitay *et al.*, 2002; Csergő *et al.*, 2010; Moritz
2 ja Agundo, 2013; Abeli *et al.*, 2014) kui ka kõige tavalisemaid liike (Laanisto *et al.*, 2015).
3 Enim haavatavaid liike võib iseloomustada järgmiste tunnuste kaudu: väike levila ning
4 väikesed eraldiseisvad populatsioonid, samuti vähene isendite arvukus populatsioonides.
5 Ohustatumad on liigid, kes vajavad suurt territooriumi ning on ka kehamassilt suured.
6 Haavatavamate liikide hulka kuuluvad elupaigaspetsialistid ning väikese geneetilise
7 mitmekesisusega, piiratud levimisvõimega ning madala konkurentsivõimega liigid, samuti
8 liigid, keda ohustab ületarbimine, kes vajavad inimõjuta looduskeskkonda ning kes on
9 sotsiaalsed, st elavad ajutiselt või pidevalt suurte gruppidenä (Kunin, 1997; Primack, 2008).
10 Negatiivsetest teguritest on enam mõjutatud ka liigid, kes on oma levila piirilal (Abeli *et*
11 *al.*, 2014; Csergő *et al.*, 2010), kuna kliima soojenemise tagajärjel muutub keskkonnas
12 liikide areaalid nihkuvad (Walther *et al.*, 2002; Parmesan ja Yohe, 2003). Väga paljud Eesti
13 mõistes haruldased taime- ja loomaliigid asuvad meil oma levila piiril (Kask ja Laasimer,
14 1987; Kiili, 2011). Hinnanguliselt kasvab nt taimi arealiipiiril 35% taksonite üldarvust
15 (Kukk, 1999). Areaali piiril olemine mõjutab oluliselt Eesti taimeliikide flooras
16 püsijäämist (Sammul *et al.*, 2008b). Kõige enam taimeliike asub oma leviku põhja- ning
17 kirdepiiril (Kask ja Laasimer, 1987; Kukk, 1999; Kull *et al.*, 2002). Väike osa taimeliikidest
18 on oma levila lõunapiiril (Kask ja Laasimer, 1987). Levila lõunapiiril olevaid taimeliike
19 võib pidada kliimamuutustest enim mõjutatuteks (Root *et al.*, 2003b; Huges, 2000), nagu nt
20 kollane kivirik (*Saxifraga hirculus*) ning allsosi (*Equisetum scirpoides*). Liikide areaalide
21 nihkumised, st migratsiooni suund ja aeg, peegeldavad ajaloolisi kliimamuutusi (Davis ja
22 Shaw, 2001). Alates 20. sajandist on globaalsed kliimamuutused võrreldes varasema
23 postglatsiaalse perioodiga olnud kiiremad ning liikide levimis- ja kohanemisvõime ei pruugi
24 sellega vastavuses olla (Cunze *et al.*, 2013). Liikide tundlikkus kliimamuutuste suhtes
25 tuleneb nende bioloogiast, füsioloogiast ja geneetilisest mitmekesisusest, millest oleneb
26 liigi vastupanuvõime häiringutele ning kohanemisvõime uute tingimustega. Häiringutele
27 mittetundlikud liigid suudavad püsima jääda muutuvates tingimustes ning taastada oma
28 leviku ning populatsioonid pärast häiringuid. Neid liike iseloomustab suur järglaste arv,
29 kiired elutsükliid, hea levimisvõime, kõrge geneetiline mitmekesisus. Heade levijatena
30 võivad selliste omadustega liigid refuugiumites säilida ning sealt hiljem uutele aladele
31 levida. Kohanemisvõimelistel liikidel on vajadusel võimalik muuta oma käitumismustrit,
32 kasvu- ja elupaiga kasutust, fenoloogiat ning suhteid ümbritsevate abiootilise ning
33 biotiliste teguritega (Cunze *et al.*, 2013; Dawson *et al.*, 2011; Williams *et al.*, 2008).

34 Kliimamuutuste tagajärjel muutuvad liikide levikupiirid ja arvukus teatud levila
35 piirkondades (Bellard *et al.*, 2012). Üldistatult on välja toodud, et levikupiirid nihkuvad
36 suuremate laiuskraadide ning kõrguste suunas (Van der Putten, 2012; Root *et al.*, 2003b)
37 ning suuremas väljasuremisohus on liigid, kes asuvad oma levila piirialadel, väiksematel
38 laiuskraadidel ning madalamatel kõrgustel (Huges, 2000). Muutused võivad aset leida
39 liikide fenoloogias, nagu nt rände ajalised ja geograafilised muutused, paljunemisperioodi
40 muutumine (õitsemine, munemine, poegimine) (Root *et al.*, 2003), mistõttu lähevad
41 liikidevahelised fenoloogilised faasid nihkesse, mis mõjub negatiivselt liikidevahelistele
42 suhetele. Ühe probleemina on välja toodud taimede õitsemisaegade ning tolmeldajate
43 korjaegade kattuvuse erinevused, mistõttu putuktolmlevate liikide paljunemisedukus
44 väheneb (Bartomeus, 2013; Willmer, 2012). Kliimamuutused võivad põhjustada muutusi
45 geneetilise mitmekesisuse tasemel, seda suurendades või vähendades (Pauls *et al.*, 2013;
46 Root *et al.*, 2003b). Üldine trend näitab siiski, et globaalsed kliimamuutused mõjuvad
47 geneetilisele mitmekesisusele negatiivselt ja seda ka juhul, kui liikide levikupiirid ega
48 demograafia ei muutu (Pauls *et al.*, 2013), tuues kaasa liikide kohanemisvõime ning
49 paljunemisedukuse languse (Koen *et al.*, 2014; Pauls *et al.*, 2013).

1 Mineviku ilmastikunähtuste mõju liikidele/ohustatud liikidele

2 Kliimamuutuste ja teiste antropogeensete tegurite negatiivset mõju elurikkusele ning
3 üldiselt liikidele on keeruline üksteisest eralda. Siiski on täheldatud, et soojenev kliima
4 muudab liikide füsioloogiat: metabolismi, arengufaaside läbimist, fotosünteesi aktiivsust ja
5 kasvu (Huges, 2000). Kõrgem temperatuur nihutab varasemaks nii kahepaiksete
6 kudemisaega (Huges 2000) kui ka taimede õitsemise ning lehtimise aega (Ahas, 1999; Ahas
7 *et al.*, 2002; Fitter, 2002; Huges, 2000; Molnár *et al.*, 2012; Wolkovich *et al.*,
8 2012). Viimane on just Eestis suurima muutusega Ida-Euroopas, vähemalt kaks nädalat
9 alates aastast 1951 (Ahas *et al.*, 2002). Nt on Lõuna-Rootsis viimase kümnendi jooksul
10 rändlindude saabumine muutunud kevadel varasemaks (Kullber *et al.*, 2015).

11 Muutusi liigirikkuses kliima soojenemise tõttu peegeldavad hästi oma levilapiiridel olevad
12 liigid. Eesti oludes võib putukate näitel välja tuua kaks lõunapoolse levikuga kiililiiki
13 rohesilm-tondihobu (*Aeshna isosceles*) ja kollavõõt-kuningkiili (*Anax parthenope*) (Eesti
14 esmaleid 2008. a), kes on lõunapoolse levikuga, kuid nüüdseks laiendavad oma areaali
15 põhja suunas (Martin, 2011). Uusi mardikaliike on oluliselt lisandunud viimase 10–15 aasta
16 jooksul ning nüüdseks on meil teada 21 liiki, kelle areaali põhjapiir on jõudnud Eestisse
17 (Süda, 2008). Samuti on viimase 20 aasta jooksul Eestist leitud ligi 60 uut liblikaliiki, kelle
18 siia jõudmist võib seostada kliimamuutustega (Õunap, 2011). Vastupidise näite võib tuua
19 sammaltaimede hulgast. Kliima soojenemise arvele võib panna kahe samblaliigi
20 väljasuremise: kerajas põisik (*Splachnum sphaericum*) ja anum-põisik (*Splachnum*
21 *vasculosum*) (Eesti ohustatud liikide punane nimestik, 2011), mille viimased leiuandmed
22 pärinevad 1930. aastatest. Näiteid imetajatest ja lindudest leiab peatükist 9. **Ulukid ning**
23 **jahindus** (vt ptk 9.3.1.) ning muutusi kalakooslustes on käsitletud peatükis 8. **Kalandus** (vt
24 ptk 8.3.)

25 Ohustatud liikidele rakendatavad kliimamuutuste mõjudega kohanemise meetmed

26 Üheks kliimamuutustega kohanemise meetmeks on Eesti oludega kohanenud taimesortide,
27 kui väärtusliku geneetilise ressursi, kogumine ning säilitamine. Säilitatakse sorte mida
28 ohustab aja jooksul inimtegevuse või kliimamuutuste tõttu kadumine (Taimede
29 paljundamise ning sordikaitseeadus, 2005). Seetõttu on mitmed sordid võetud sordilehele
30 säilitussordina. Seadusega tagatakse Eestis ohustatud liikide kaitse tagatud elupaikade ja
31 kasvukohtade kaitse kaudu, seda nii kaitse- ja hoiualadel (vt ptk 1.3.3) kui ka
32 püsielupaikades. Püsielupaigad moodustatakse väljaspool kaitsealasid või kaitseala
33 piiranguvööndis asuvate kaitsealuste liikide kaitseks. Püsielupaikade näol kaitstakse samuti
34 lõhe või jõesilmu kudemisala, pruunkaru talvitumispaika, jõevähi looduslikku elupaika ja
35 mägra rohke kui kümne suudmega urulinnakut. Püsielupaik tekib automaatselt lendorava,
36 kalju-, meri-, madu-, kalakotka, suur- ja väike-konnakotka ning must-toonekure pesapuude
37 ümber. Isendikaitsega on keelatud kaitsealuse loomaliigi isendi tahtlik surmamine
38 püüdmine ja häirimine paljunemise, poegade kasvatamise, talvitumise ning rände ajal.
39 Keelatud on looduslikult esinevate lindude pesade ja munade tahtlik hävitamine ja
40 kahjustamine või pesade kõrvaldamine, samuti I ja II kaitsekategooria taimede ja seente
41 kahjustamine, sealhulgas korjamine ja hävitamine. III kaitsekategooria taimede, seente ja
42 selgrootute loomade hävitamine ja loodusest korjamine on keelatud ulatuses, mis ohustab
43 liigi säilimist selles elupaigas. (Looduskaitseeadus, 2004). Ohustatud liikide paremaks
44 kaitseks on väga oluline teave nende bioloogia, ökoloogia ning arvukuse kohta, seega võib
45 üheks meetmeks pidada ka teadustööd ning riiklikku seiret, mis annavad liikide paremaks
46 kaitseks uut vajalikku teavet. Teave ohustatud liikide bioloogia, ohutegurite, seisundi ja
47 kaitsemeetmete kohta kajastub ka liikide kaitse tegevuskavades. Kaitse tegevuskavad

1 koostatakse I kaitsekategooria liikidele ja liikidele nende soodsa seisundi tagamiseks, kui
2 senirakendatud abinõud seda ei taga või kui seda nõuab rahvusvaheline kohustus
3 (Looduskaitseseadus, 2004).

4 Ohustatud liikide kliimamuutustega kohanemise üks meede peaks endas kätkema teiste, nt
5 elupaiku killustavate ja degradeerivate, peamiste elurikkust vähendavate ja kliimamuutuste
6 mõjusid võimendavate tegevuste tõkestamist (Williams *et al.*, 2008). Suure territooriumi
7 puhul, st alal, kus kliimamuutused on piirkonniti nõrgemad, tuleb kaitse alla võtta vähemate
8 muutustega piirkonnad ning seeläbi kujunevad refuugiumid, kus liikidel on võimalik leida
9 pelgupaik kliimamuutuste mõjude eest (Dawson *et al.*, 2011; Hannah *et al.*, 2007). Selle
10 meetme puhul on oluline ka riikidevaheline koostöö. Euroopa Liidus on loodud Natura 2000
11 kaitstavate alade võrgustik eesmärgiga tagada või taastada Euroopa Liidus ohustatud taime-
12 ja loomaliikide ning ohustatud elupaigatüüpide soodne looduskaitsealine seisund.

13

14 **1.3.2. Invasiivsed võõrliigid**

15 **Probleemid, võimalused ja ohud**

16 Eestis on võõrliikide nimekirja kantud ligikaudu tuhat liiki, nendest invasiivseid on 63 ja
17 potentsiaalselt invasiivseid 71 liiki (Klein ja Hermet, 2012). Kõige enam on invasiivseid
18 võõrliike soontaimede ja selgrootute hulgas, vastavalt 44 ja 16 liiki, samas on võõrliikidest
19 suurema osa (üle 75%) puhul nende invasiivsuse kategooria veel määratlemata.

20 Invasiivsed võõrliigid mõjuvad kohalikele liikidele kahjulikult erinevatel viisidel:
21 konkureerides nendega elupaiga jm ressursside pärast, tõrjudes sealjuures omamaiseid liike
22 välja, sisenedes toiduahelatesse, olles toksilised ning erinevate patogeenide ja parasiitide
23 kandjateks ning nõrgendades kohalike liikide geneetilist kohasust, nt nendega
24 hübriidiseerudes.

25 Kliimamuutus võib invasiivsete võõrliikide kahjulikku mõju elurikkusele veelgi
26 suurendada (Dukes ja Mooney, 1999; Walther *et al.*, 2009; Diez *et al.*, 2012; Bellard *et al.*,
27 2013; Muhlfeld *et al.*, 2014). Täpsemalt võivad kliimamuutused põhjustada (Hellmann *et*
28 *al.*, 2008; Dukes, 2011):

- 29 • uute invasiivsete võõrliikide esinemist (vt nt ptk **6.3.3.** ja **7.3.3.**);
- 30 • juba olemasolevate invasiivide mõju ja leviku muutumist;
- 31 • sisseleviku ja transporditeede muutumist – nt seeläbi, et kasvatatakse uusi, mitte
32 pärismaiseid liike, mis võivad muutuda invasiivseks, samuti nt seoses
33 laevatranspordi intensiivistumisega meredel (vt lisaks ptk **4.3.2.**);
- 34 • seniste tõrjeviiside tõhususe vähenemist.

35 Invasiivsetel võõrliikidel esineb tunnuseid (nt hea levimisvõime, lühike elutsükkel, lai
36 ökoloogiline amplituud), mis annavad neile kliimamuutustest põhjustatud
37 keskkonnatingimuste muutuste juures konkurentsieelise omamaiste liikide ees (Mainka ja
38 Howard, 2010). Invasiivsed võõrliigid muudavad kooslusi ning seeläbi väheneb ka
39 keskkonna vastupanuvõime kliimamuutustele ja ka teistele häiringutele (Burgiel ja Muir,
40 2010). Mõningad kooslused ja kasvukohad on kliimamuutuste jätkudes invasioonide suhtes
41 eriti haavatavad, nt veeökosüsteemid (Sorte *et al.*, 2013; ptk **3.3.**). Kliimamuutustele,
42 sealhulgas ilmastiku varieeruvuse suurenemisele, on vastupidavamad komplekssemad
43 ökosüsteemid, mis invasiivsete võõrliikide leviku puhul võivad aga lihtsustuda ning nende

1 puhverdusvõime ilmastiku kõikumiste ja muude kliimamuutuste suhtes väheneb (Mooney
2 ja Hofgaard, 1999).

3 Kliimamuutus võib olla ka tegur, mille tagajärjel mõni pikka aega ohtu mitte kujutanud
4 võõrliik võib järsku muutuda invasiivseks ja ohustada elurikkust (Crooks ja Soulé, 1999;
5 Gewin, 2005; Kangur *et al.*, 2005).

6

7 **Mineviku ilmastikunähtuste mõju invasiivsetele võõrliikidele**

8 Nagu teiste liikide, nii on ka invasiivsete liikide puhul kohati keeruline toimunud muutuste
9 põhjusena eristada kliimategureid muudest põhjustest, nt maakasutuse muutustest.

10 Siiski võib tuua näiteid invasiivsetest võõrliikidest, mis kliimamuutuste tagajärjel on
11 Eestisse jõudnud. Nt veeorganismide puhul seostatakse kirpvähilise (*Orchestia*
12 *cavimana*) levikut Läänemere Eesti vetesse soojemate talvedega, lühema jääkatte kestuse
13 ning sügisel ja talvel esinevate tormidega (Herkül *et al.*, 2006). Samuti on näiteid
14 kalaliikidest (nt hõbekoger (*Carassius gibelio*), kelle arvukuse suurenemine on põhjustatud
15 muutunud ilmastikutingimustest (vt lisaks ptk 8.3).

16

17 **Olemasolevad meetmed**

18 Praegused seadusandlikud aktid, mille eesmärk on ennetada võõrliikide, sealhulgas
19 invasiivsete võõrliikide loodusesse sattumist, reguleerida nende kasutamist ja teha
20 teavitustööd, on olulised ka kliimamuutuste mõjudega kohanemise meetmetena. Nt tuleneb
21 Looduskaitseadusest (2004), et võõrliikide elusate isendite loodusesse laskmine ning
22 võõrtaimeliikide loodusesse istutamine ja külvamine on keelatud (välja arvatud
23 metsaseaduse alusel metsapuudena kasvatada lubatud võõrpuuliikide istutamine ja
24 külvamine). Samuti on keskkonnaministri määrusega kehtestatud nimekiri looduslikku
25 tasakaalu ohustavatest võõrliikidest, kelle elusate isendite loodusesse sissetoomine ja
26 tehingud nendega on Eestis keelatud (tehistingimustes kasvatamine ja tehingud on lubatud
27 vaid Keskkonnaameti loal teaduslikult põhjendatud juhtudel). Nimekirja kuulub 13
28 taimeliiki, 23 selgroogset ja seitse selgrootut loomaliiki (Looduslikku tasakaalu ohustavate
29 võõrliikide nimekiri, 2004). Lisaks käsitlevad võõrliike ka Metsaseadus (2006), kehtestades
30 määruse metsa uuendamisel kasvatada lubatud võõrpuuliikide kohta ja Kalapüügiseadus
31 (1995), sätestades, et Eestis looduslikult mitteesinevate liikide eluskala või muid
32 veeorganismide liike või nende viljastatud marja tohib maale tuua ainult Keskkonnaameti
33 loal.

34 Oluline meede invasiivsete võõrliikide loodusesse sattumise ärahoidmiseks on ennetustöö.
35 Nii toob ka looduskaitse arengukava esile, et tuleb arendada võõrliikide seiresüsteemi
36 (eelkõige alustada võõrliikide sissetulekuteede seiret ja täiustada ning rakendada seal
37 tõhusaid meetmeid uute invasiivide leviku ennetamiseks), et viia uute invasiivsete
38 võõrliikide sisseränne miinimumini. Potentsiaalsete invasiivide kiire identifitseerimine on
39 ka eduka tõrje aluseks.

40 Invasiivide tõrjeks tuleb koostada ohjamiskavad (aastast 2005 on juba rakendatud karuputke
41 kava) ning välja töötada võimalikult tõhusad tõrjemeetodid.

42 Invasiivsete võõrliikide ennetus- ja tõrjetöö suuremaks tõhususeks on oluline teadustöö, et
43 välja selgitada liikide võimalikud levikupiiride muutused seoses kliimamuutustega. Samuti
44 on vajalik teada potentsiaalsete ja juba praegu invasiivsete võõrliikide
45 populatsioonibioloogiat ja mehhanisme, mil viisil nimetatud liigid ökosüsteemi mõjutavad.

1

2 1.3.3. Kaitse- ja hoiualad

3 Probleemid, võimalused ja ohud

4 Eestis on kaitse all kokku (maa- ja veela) 22% Eesti pindalast (EELIS, 2014; Klein ja
5 Hermet, 2012). Eesti maismaast on kaitse all 18,1% ja territoriaalmerest 27% (EELIS,
6 2014). Suured järved on kaitse all 45% ulatuses ja kogu veelast (meri ja suured järved) on
7 kaitse all 28% (EELIS, 2014). 2015. aasta alguse seisuga on Eestis kaitstavaid alasid
8 (kaitsealad, hoiualad ja kohalikud loodusobjektid) 1310 pindalaga ligikaudu 14 700 km²
9 (EELIS, 2015). Euroopas katavad kaitstavad alad 21% Euroopa Keskkonnaagentuuri
10 liikmesmaade territooriumist ja Natura 2000 võrgustikuga on kaitse all peaaegu 18%
11 Euroopa Liidu maismaast ja ligikaudu 4% EL liikmesriikide akvatooriumist (Protected
12 areas, 2012). Kaitsealadel ja nende võrgustikul on oluline roll elurikkuse hoidmisel ja
13 säilitamisel (Bruner *et al.*, 2001; Hole *et al.*, 2009). Kaitstavate alade suurus ja nende
14 vahelised rohekoridorid moodustavad ühtse võrgustiku, tagades ökoloogilised funktsioonid
15 ja liikidele paremad liikumisvõimalused (Coulston ja Riitters, 2005). Suurem kaitstavate
16 alade hulk ja nende pindala, mis katab vastavalt keskkonnagradiendile ulatuslikku
17 biogeograafilist ala ja Euroopa Liidu loodusdirektiivis nimetatud elupaigatüüpe ja liike, on
18 Natura 2000 võrgustiku oluliseks eelduseks ökoloogilise sidususe säilitamisel (Protected
19 areas, 2012). Samas muutub seoses kliimamuutustega paljude liikide areaal ja kiireneb
20 liikide levik (Walther *et al.*, 2002; Parmesan ja Yohe, 2003). Seega võib kaduda kaitseala
21 eesmärk pakkuda kaitset neile liikidele, kelle tarvis kaitseala loodi (Grabherr *et al.*, 1994;
22 Hole *et al.*, 2009). Sealjuures on probleemiks taimedel esinev väljasuremisvõlg ehk viibega
23 toimuv väljasuremine (Helm *et al.*, 2006; Lindborg ja Eriksson, 2004), mistõttu
24 kliimamuutuste mõjud liikidele võivad jääda pikaks ajaks varjatuks. Seetõttu on oluline
25 tegeleda pikaajalise seirega ja vastavalt muutustele tuleviku tegevusi planeerida.

26 Kliimamuutustega koos laieneb ka invasiivsete liikide levik, mis mõjutab oluliselt
27 elurikkust (Walther *et al.*, 2009; Diez *et al.*, 2012; Bellard *et al.*, 2013). Kliimamuutused
28 koos kaduvate liikidega ja muutuva liigilise koosseisuga on ohuks ökosüsteemidele ja ka
29 kaitstavatele aladele (Malcolm *et al.*, 2002; Normand *et al.*, 2007; Andrade-Pérez *et al.*,
30 2010; Walther, 2010; Araújo *et al.*, 2011). Euroopas on loodusdirektiivi elupaiganimistusse
31 kantud 233 elupaigatüüpi, millest esmatähtsaid (Euroopas kadumisohus või oluliselt
32 kahanenud levilaga) on 71 (Interpretation Manual, 2013). Eestis on loodusdirektiivi (EL
33 direktiiv 92/43/EMÜ, 1992) elupaikadest esindatud suuremas või väiksemas ulatuses 60,
34 millest esmatähtsatena on esile tõstetud 18 elupaika (Paal, 2004). Eesti üks liigirikkaimateid
35 kooslusi on puisniidud, kus väikeskaalaline liigirikkus on vähemalt 60 soontaimede liiki
36 ruutmeetril (Kull ja Zobel, 1991; Sammul ja Kukk, 2013). Eesti puisniitude liigirikkus on
37 võrreldav teiste maailma liigirikkaimate kooslustega (Wilson *et al.*, 2012). Samuti on
38 liigirikkad lubjarikkal mullal asuvad alvarid, kus võib ruutmeetril koos kasvada 30–40
39 soontaimede liiki (Riibak *et al.*, 2014). Selliste elupaikade kvaliteeti saab säilitada ainult
40 sobiva järjepideva majandamisviisi kaudu (Lawson *et al.*, 2014), kuna sellest sõltub
41 kaitstava ala võime säilitada elurikkust (Gaston *et al.*, 2008). Esmatähtsatest
42 elupaigatüüpidest on paljude säilimine problemaatiline ja nii nagu on drastiliselt vähenenud
43 poollooduslike koosluste pindala (Sammul *et al.*, 2008a; Sammul ja Kukk, 2013), on ka
44 soode pindala 1950. aastatest vähenenud umbes 2,8 korda, kattes kokku alla 250 000 ha ehk
45 5% territooriumist (Paal ja Leibak, 2013). Samuti võivad liigid mõjutada aine- ja
46 energiaringeid (Schmitz *et al.*, 2010; Wardle *et al.*, 2011), mistõttu võib väheneda
47 ökosüsteemide võime pakkuda tähtsaid inimesele olulisi ökosüsteemiteenuseid (Walther,

1 2010). Seega elupaikade taastamine, kus see on võimalik ja mõistlik (Hole *et al.*, 2009), on
2 oluline kogu Euroopa tasandil, et tagada liikide ja elupaikade soodne
3 seisund. Lisaks soodele on probleeme ka haruldaste ja ohustatud metsakasvukoha-
4 tüüpidega (Paal, 1998), mille kohta siiani hinnangud puuduvad või on esitatud suhteliselt
5 suure statistilise veaga (Keskkonnaagentuur, 2014).

6 Kuigi kliimamuutused on suureks ohuks kaitsealadele (Araújo *et al.*, 2011), on kaitstavate
7 alade suurendamine ja võrgustumine olulised elurikkuse kaitsmiseks ja säilitamiseks
8 (Bruner *et al.*, 2001; Coulston ja Riitters, 2005; Hole *et al.*, 2009).

9

10 **Mineviku ilmastikunähtuste mõju kaitse- ja hoiualadele**

11 Mineviku ilmastikunähtuste mõjusid kaitse- ja hoiualadele ei ole Eestis uuritud.
12 Seireandmed on olemas liikide ja elupaigatüüpide kohta, aga puuduvad seosed
13 kliimamuutustega. Kont jt uuringus (1996) on prognoositud mereveepinna tõusu negatiivset
14 mõju Lääne-Eesti rannikukooslustele (sh poollooduslikele kooslustele) ja haruldastele
15 liikidele ning seal asuvatele kaitsealadele. Eestis on uuritud võimalike kliimamuutuste mõju
16 (nt CO₂ ja O₃ sisalduse suurendamisega õhus) biomassi tootmisele. Uuringuteema
17 algatajaks oli Olevi Kull (Oren *et al.*, 2008). Viimasel ajal on aktiivsemalt uuritud taimede
18 ja ökosüsteemide kohanemisest keskkonna ja biotilistele stressidele (ENVIRON, 2015).
19 Keskkonnamuutustele kohanemise tippkeskuse uuringute eesmärgiks on mõista
20 parasvöötme ökosüsteemide reageeringuid globaalsetele kliimamuutustele ning mille
21 tulemused on tulevikus aluseks loodusressursside kestlikuks majandamiseks ja
22 pikaajaliseks maakasutuseks põllumajanduses ja metsanduses (ENVIRON, 2015). Osaliselt
23 on keskkonnamuutustele kohanemise tippkeskuse uurimustulemusi käsitletud antud
24 aruande järgnevas, **maismaa ökosüsteemide** ptk-s (2) ja allpool **turba tootmise** ptk-s (11).
25 **Metsaökosüsteemist** saab ülevaate antud aruande maismaaökosüsteemide vastavast allptk-
26 st ja **metsandusest** ptk-s 7. Magevee- ja mereökosüsteemidest ning kalandusest saab
27 ülevaate vastavaist peatükkidest 3, 4, ja 8. Erinevate ökosüsteemide teenuseid ja hüvesid on
28 käsitletud peatükkides 5.

29 Üldiselt on leitud, et kliimamuutused mõjutavad elurikkust (Gitay *et al.*, 2002). Globaalsel
30 tasandil on ka tähelepanu pööratud sellele, et muutuv kliima mõjutab kaitsealasid (WWF
31 Climate, 2003; Janishevski ja Gidda, 2015). Põhja-Euroopa (sh Eesti) maismaa
32 ökosüsteemidele ja elurikkusele avaldavad kliimamuutused olulist mõju liikide areaalide
33 põhja poole nihkumise kaudu (Climate change, 2012). Taimetlase kahe perioodi (2004. a
34 ja enne 1970. a) võrdluses leiti, et Eesti taimeliikide püsijäämist mõjutab oluliselt areali
35 piiril olemine (Sammul *et al.*, 2008b). Kahe riigi (Suurbritannia ja Eesti) floora andmete
36 võrdluses järeldati, et kliimamuutused on negatiivselt mõjutanud tavaliste soontaimeliikide
37 levikut (Laanisto *et al.*, 2015). Kliimamuutus koos kaduvate liikidega mõjutab tulevikus
38 negatiivselt kaitsealasid ja eriti tugevalt Natura 2000 alasid (Araújo *et al.*, 2011). Samas on
39 leitud, et kaitsealadel on oluline roll leevendamaks kliimamuutuste negatiivseid mõjusid
40 elurikkusele (Hole *et al.*, 2009; Jonston *et al.*, 2013; Virkkala *et al.*, 2014).

41

42 **Kaitse- ja hoiualadele rakendatavad kliimamuutuste mõjudega kohanemise meetmed**

43 Eestis seni puuduvad kaitstavate aladega seotud otsesed kliimamuutuste mõjudega
44 kohanemise meetmed. Samas on Eesti looduskaitse arengukavaga („Looduskaitse
45 arengukava aastani 2020”, 2012) seatud eesmärgiks selgitada kliimamuutuste mõju
46 elurikkusele konkreetsete tundlike elupaigatüüpide ja liikide populatsioonide seire käigus,
47 analüüsida suundumusi ja töötada välja ning rakendada leevendusmeetmed, nagu nt

1 ökoloogiliselt sidus keskkonnamuutusi puhverdava rohetaristu rajamine, süsinikku
2 aineriingest välja viivate soode ja metsade kaitsmine ja taastamine ning poollooduslike
3 koosluste hooldamine.

4 Looduskaitseadusega (2004) alustati Natura 2000 kaitstavate alade võrgustiku
5 moodustamisega. Natura 2000 baseerub kahel direktiivil: loodus- ja linnudirektiivil (EL
6 direktiiv 92/43/EMÜ, 1992; Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiivi 2009/147/EÜ,
7 2009), mille eesmärgiks on tagada või taastada Euroopa Liidus ohustatud taime- ja
8 loomaliikide ning ohustatud elupaigatüüpide soodne looduskaitseline seisund. Merekaitse
9 on vastavuses eelpool nimetatud direktiividega (EL direktiiv 08/56/EÜ, 2008).
10 Hüvitusmeetmeteks on elupaikade taastamine, uute elupaikade loomine, olemasolevate
11 elupaikade kvaliteedi tõstmine ja Natura 2000 võrgustiku sidususe edasise vähenemise
12 vältimine (Looduskaitseadus, 2004).

13 Poollooduslike koosluste hooldamist ja taastamist on toetatud alates 2000. aastast
14 riigieelarvelistest vahenditest loodushoiutoetusega. Alates 2007. aastast on Natura 2000
15 võrgustiku aladel asuvate poollooduslike koosluste hooldamist toetatud Eesti maaelu
16 arengukava (MAK) meetme „Poolloodusliku koosluse hooldamise toetus“ kaudu (“Eesti
17 maaelu arengukava 2007–2013”, 2007).). 2015. aastast makstakse kõigil kaitstavatel aladel
18 poollooduslike koosluste hooldustoetust uue Eesti maaelu arengukava (MAK) 2014-2020
19 sama meetme “Poolloodusliku koosluse hooldamise toetus“ kaudu (“Eesti maaelu
20 arengukava 2014–2020”, 2015). Keskkonnaministri määruse alusel (Loodushoiutoetuse
21 taotlemise, taotluse läbivaatamise ja toetuse maksmise kord, nõuded toetuse maksmiseks ja
22 toetuse määrad, 2004) reguleeritakse 2015. aastast poollooduslike koosluste taastamist.
23 Välja on töötatud uus poollooduslike koosluste tegevuskava aastateks 2014–2020 (2013),
24 mille eesmärk on poollooduslike koosluste elurikkuse säilitamine ja kaitsmine. Eestis on
25 hinnanguliselt üle 100 000 ha poollooduslike kooslusi (Kukk ja Sammuli, 2006) ja
26 vastavalt Eesti looduskaitse arengukavale („Looduskaitse arengukava aastani 2020”, 2012)
27 on eesmärgiks seatud hooldada 45 000 ha poollooduslike kooslusi aastaks 2020.

28 MAK (“Eesti maaelu arengukava 2007–2013”, 2007) meetmete kaudu on lisaks hüvitatud
29 Natura 2000 aladel asuvate põllumajandusmaadel looduskaitseadusest tulenevate
30 kitsenduste ning linnudirektiivist ja elupaikade direktiivist tulenevate nõuete täitmiseks
31 tehtud kulutusi ja saamata jäänud tulu ning erametsamaa säästva majandamisega saamata
32 jäänud tulu. Uus MAK (“Eesti maaelu arengukava 2014–2020”, 2015) kinnitati Euroopa
33 Komisjonis 2015 aasta alguses ja selle eesmärgiks on toetada maaelu arengut, aidates kaasa
34 põllumajanduse konkurentsivõime tõstmisele, parandades loodusvarade jätkusuutlikku
35 majandamist, tõhustades kliimameetmeid ning tagades maapiirkondade tasakaalustatud ja
36 territoriaalne areng.

37 KIK-i (2015) kaudu on elurikkuse säilitamiseks võimalik olnud taotleda toetusi nii
38 keskkonnaprogrammi looduskaitse, metsanduse ja kalanduse programmist kui Euroopa
39 Regionaalarengu Fondi meetmest „Looduse mitmekesisuse säilitamine“. Alates 2015. a
40 algusest on võimalik taotleda toetust uuest looduskaitse meetmest "Kaitsealuste liikide ja
41 elupaikade säilitamine ja taastamine“, mille eesmärk on parandada või säilitada kaitstavate
42 liikide, elupaikade ja parkide seisundit (Toetuse andmise tingimused meetmes „Kaitsealuste
43 liikide ja elupaikade säilitamine ning taastamine” avatud taotlemise korral, 2015). Lisaks
44 on KIK kaasrahanud erinevaid elupaikade taastamise projekte, nagu nt LIFE+ projektid
45 (lisateave Life projektide andmebaasist (Life Programme, 2015)). Samas on ka vajalik
46 adekvaatne seire tegevuste efektiivsuse hindamiseks kliimamuutustega kohanemisel
47 (Sutherland, 2006).
48
49

1 1.4. Kliimamuutustega seonduvad riskid, haavatavus ja mõjud

2 Olulisemad käsitletavat kliimategurid ja -riskid elurikkuse valdkonnas on järgmised:

- 3 • aasta keskmise õhutemperatuuri ja sademete hulga tõus;
- 4 • merevee ja siseveekogude aasta keskmise temperatuuri tõus ning merejää
- 5 kestuse vähenemine;
- 6 • merevee taseme tõus;
- 7 • ekstreemsete ilmastikunähtuste sagenemine.

9 1.4.1. Alavaldkond: ohustatud liigid

10 1.4.1.1. Riskid ja haavatavus

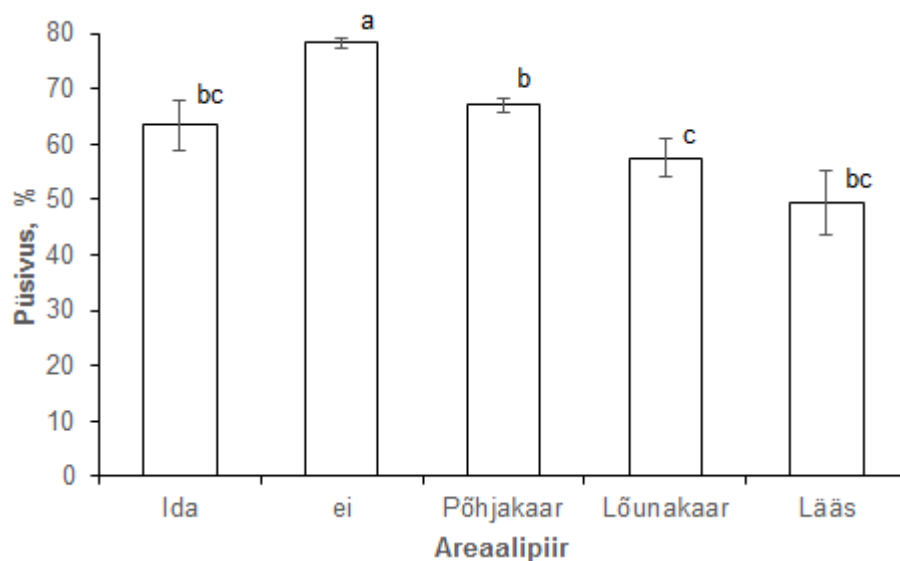
11 Ohustatud ja ka tavalisi liike mõjutab enim prognoositud õhutemperatuuri tõus, mis toob
12 kaasa liikide arealipiiride muutused. Fataalselt võivad ohustatud liikide väikeseid
13 populatsioone mõjutada kliimaatilised fluktuatsioonid. Üldiselt keskmise õhutemperatuuri
14 tõusuga tõuseb ka merevee temperatuur ja väheneb merevee jääga kaetus. Läänemere jääga
15 kaetuse vähenemine mõjub negatiivselt seal elutsevatele imetajatele. Prognoositud merevee
16 taseme tõusuga võivad hävineda nii ohustatud liigid kui ka rannikukooslused ja -elupaigad.

18 Õhutemperatuuri tõusu ja sademete hulga muutuste mõjud

19 Kliimamuutused toovad kaasa muutused liikide arvukuses ja vaheldumises (Bakkenes *et*
20 *al.*, 2002; Cheung *et al.*, 2009; Parmesan, 2006; Thomas *et al.*, 2004) ning liikide
21 levikupiiride nihkumise (Walther *et al.*, 2002). Liigid, kes asuvad oma levila piirialadel,
22 muutuvad haavatavamaks (Huges, 2000; Van der Putten, 2012; Root *et al.*, 2003b).
23 Arealipiiril olek on oluline taimeliikide püsivust mõjutav faktor. Seda rõhutavad ka Eesti
24 taimeliikide püsivuse puhul nii Sammuli jt (2008) kui Laanisto jt (2015), analüüsides
25 levikuatlase põhjal liikide levikut 2004. aastal võrreldes seda 1970. aasta seisuga.
26 Levilapiiridel olevate liikide üheks püsijäämist mõjutavaks teguriks võib olla perioodil
27 1966–2010 a keskmise temperatuuri tõus 1,6–2,0 °C ehk umbes 0,4 °C kümnendi kohta
28 (Tarand *et al.*, 2013). Kui eeldada, et Eesti kliima soojeneb nii nagu RCP4.5 kui ka RCP8.5
29 stsenaariumi järgi (vt Tabel 3), siis võib kahekordistuda surve arealipiiridel olevatele
30 liikidele juba käesoleva sajandi keskpaigaks. On hinnatud, et suuremaid muutusi taimede
31 liigirikkuses temperatuuri tõusu tõttu on Euroopas näha aastaks 2050, mil kaob keskmiselt
32 32% liikidest võrreldes 1990. aastaga (Bakkenes, 2002). Eestit on selle hinnangu kohaselt
33 peetud üheks stabiilsemaks piirkonnaks, kus säilib 70–80% taimeliikidest. Sarnase
34 tulemuse esitab ka Thuiller *et al.*, (2005), näidates et aastaks 2080 võib Eestis välja surra
35 ligi 30% taimeliikidest, kuid muutus liigirikkuses võib olla lausa üle 60%.

36 Kõige madalama püsivusväärtusega on areaali lõunakaare ($n=72$; $PV_{\text{kesk}}=58$) ja läänepiiril
37 ($n=12$; $PV_{\text{kesk}}=50$) olevad liigid (Joonis 1). Läänepiiril olevad liigid, kelle põhilevila on
38 kontinentaalsema kliimaga idapoolsetel aladel, võivad temperatuuri tõustes haavatavamad
39 olla. Antud juhul on läänepiiril olevate liikide valim väike ja liikide püsivuse väärtused on
40 suure varieeruvusega. Näitena võib tuua praegu veel üsna kõrge püsivusväärtusega liigi
41 hanevitsa (*Chamaedaphne calyculata* L.), kellel on madal temperatuuri optimum ja seetõttu
42 võib liik kliima soojenedes haavatavam. Seega kliimamuutuste kontekstis peaks neile
43 tulevikus rohkem tähelepanu pöörama, sh peale uue Eesti taimede levikuatlase valmimist.

44



Joonis 1. Eesti taimeliikide keskmised püsivusväärtused (\pm standardviga).

1
2

3

4 Areaali lõunakaare piiril olevate liikide keskmisest madalama püsivusväärtusega (PV<58)
5 on 35 liiki, millest 16 on looduskaitsealused liigid (I ja II kaitsekategooriana kaitse alla
6 võetavate liikide loetelu, 2004; III kaitsekategooria liikide kaitse alla võtmine, 2004) ja üks
7 eostega leviv väga spetsiifilise elupaiga nõudlusega tsirkumpolaarne liik, ida-kiviürt
8 (*Woodsia ilvensis*) on Eestis hävinud (Eesti Punane Raamat, 2008). Keskmisest madalama
9 püsivusväärtusega areaali lõunakaare piiri liikidest on teada madala temperatuuri
10 optimumiga (2–3) viis liiki: virgiinia võtmehein (*Botrychium virginianum*), sagristarn
11 (*Carex irrigua*), sudeedi piiphein (*Luzula sudetica*), pung-kirburohi (*Polygonum*
12 *viviparum*) ja püstkivirik (*Saxifraga adscendens*). Esimene on väga haruldane,
13 leiukohtadega Ida- ja Lõuna-Eestis, ja viimasena nimetatud on Eestis haruldane,
14 leiukohtadega Põhja- ja Ida-Eestis. Enamus keskmisest madalama püsivusväärtusega
15 areaali lõunakaare piiri liikidest on spetsialistliigid ja ainult paar liiki on generalistid.
16 Rohkem kui 30% ehk 11 liiki eelistavad põhikasvukohana soid, järgnevad kuus
17 põhikasvukohana niitusid eelistavat liiki, neli liiki eelistasid nii metsa, rannikut kui kaljusid
18 jne.

19 Kliimamuutus on ilmselt kaasa toonud näiteks harjaka tahuksambla (*Meesia longiseta*)
20 hävimise Eestis (Eesti Punane Raamat, 2008; eElurikkus, 2015; Harjaka tahuksambla
21 (*Meesia longiseta* Hedw.) kaitse tegevuskava, 2013). Kliima soojenemise arvele võib panna
22 ka kahe väga spetsiifilise elupaiga nõudlusega areaali lõunapiiril olnud samblaliigi
23 väljasuremise: kerajas põisik (*Splachnum sphaericum*) ja anum-põisik (*Splachnum*
24 *vasculosum*) (Eesti Punane Raamat, 2008; Slack, 2011). Eesti ja Läti haruldased samblad
25 eristuvad oluliselt Leedus kasvavatest haruldastest samblaliikidest jahedama temperatuuri
26 eelistuse poolest (Vellak *et al.*, 2007). Vastavalt laiuskraadi suurenemisele (Läti, Eesti ja
27 Soome) suureneb näiteks põisikuliste sugukonnas esindatud liikide arv (Lippmaa, 1934)
28 ehk neile on sobivaks jahedam kliima. Rohkem kui 40% sammaldest esinevad soodes ja
29 nendest 10 on looduskaitse all ja 42 on kantud Punase raamatu nimistusse (Ingerpuu *et al.*,
30 2014).

31 Samuti on imetajate puhul on prognoositud, et soojem ja niiskem kliima mõjub tulevikus
32 negatiivselt just elupaigaspetsialistidele (Hof *et al.*, 2012a). Areaali läänepiiril olevatest
33 loomadest võib näitena tuua lendorava (*Pteromys volans* L.) (IUCN, 2015), kes on Põhja-
34 Euraasias leviv liik. Tema kadumise üheks peamiseks ohuks on peetud metsade intensiivset

1 majandamist, aga samas on ta regionaalselt hävinenud Leedus ja võib olla välja surnud
2 Valgevenes (IUCN, 2015) ning eelmise sajandi teisel poolel on jätkuvalt vähenenud tema
3 levikuala ka Eestis (Timm ja Kiristaja, 2002). Kuigi lühemas perspektiivis pole kliimategur
4 tajutav ohuallikana, võib jätkuv kliimasoojenemine kaasa tuua nt sookure (*Grus grus*)
5 muutumise haruldaseks ja ohustatuks (Leito ja Ojaste, 2009). Kahepaiksete ning roomajate
6 leviku ning liikide kao hinnang Euroopas anti 42 kahepaikse ja 66 roomaja liigi alusel. Leiti,
7 et 69% kahepaiksetest ning 65% roomajatest laiendavad oma levilaid. Uurimuse alusel
8 võiks Eestis kahepaiksete liigirikkus pigem suurenedä ja liikide hävimine on võrreldes
9 ülejäänud Euroopaga väikseim. Roomajate liigirikkuses suuri muutusi ei ole võrreldes
10 ülejäänud Euroopaga (Araújo *et al.*, 2006). Imetajaliikide püsivust muutuväs kliimas
11 lähisarktikas kuni 2080. aastani on hinnatud heaks ja arvatavasti suudavad nad oma levilat
12 laiendada vastavalt keskkonnatingimuste muutustele (Hof *et al.*, 2012a). Selgrootute kohta
13 on teada, et Eestis ei leidu kliimamuutuste suhtes tundlikke ehmeätiivalisi (Hering *et al.*,
14 2009). Seega on olulised järjepidev seire ja uurimisteemad liikide stressitaluvusest
15 kliimategurite (temperatuur, niiskus, õhurõhk vms) suhtes, milles nad Eesti looduses
16 suudaks veel elada, kasvada ja paljuneda. Tuleb rõhutada, et lisaks liikide arvukuse
17 jälgmisele tuleb hinnata muutusi ka nende elupaikade kvaliteedis ja jälgida kvaliteeti
18 mõjutavaid keskkonnafaktoreid. Seega juba lähitulevikus tuleb suuremat tähelepanu
19 pöörata nii kliimamuutuste kui ka teiste inimtegevusest tulenevate negatiivsete faktorite
20 koosmõjudele Eestis areaali lääne- ja lõunakaarte piiril elutsevatele liikidele.

21 Seoses liikide arvukuse ning kasvukohtade vähenemisega on oodata ka populatsioonide
22 geneetilise mitmekesisuse kadu. Kuna liikide migreerumisvõime on väga erinev ning ka
23 headel levijatel killustunud maastikus piiratud, on liikide püsijäämisel ja muutuväs
24 kliimas kohanemisel määrav tähtsus geneetilisel mitmekesisusel (Jump ja Penuelas, 2005).
25 Analüüsides 27 põhjapoolse levikuga liiki leiti, et aastaks 2080 võib nende geneetiline
26 mitmekesisus erinevate kliimastsenaariumite korral kõikide liikide keskmisena väheneda
27 6–11% ning levikupiirkond kahaneda 32–43%, mis omakorda vähendab liikide
28 kohanemisvõimet muutuväs tingimustes. Uuritavate liikide hulgas olid ka Eestis tavalised
29 liigid nagu sinikas, harilik pohl, kadakas, kukemari, millede geneetilise mitmekesisuse kadu
30 hinnati väikseks: 0–10 % (Alsos *et al.*, 2012).

31

32 **Ekstreemsete ilmastikunähtuste mõjud**

33 Äärmuslikest kliimasündmustest on enam uuritud põuaperioodide ning kuumalainete
34 mõjusid taimedele. Kliimastsenaariumi järgi tõuseb õhutemperatuur kõige rohkem kevadel,
35 millele järgnevad talvekuud (Luhamaa *et al.*, 2015). Põuaperioode esineb aastas kaks korda
36 – ekstreemselt sademetevaene on kevad ja suvi (Tammets, 2012) ning Eesti üks kõige
37 põuaohhtlikum piirkond on näiteks Lääne-Eesti rannikuvöönd (Tarand *et al.*, 2013).
38 Kliimastsenaariumite järgi aasta keskmine sademete hulk suureneb (vt **Tabel 4**), RCP8.5
39 põhjal kasvavad kõige rohkem kevadised ja RCP4.5 põhjal suvised sademed (Luhamaa *et*
40 *al.*, 2015). Kliima stohhastilisus võib olla olnud oluline negatiivne faktor ohustatud
41 taimeliikide väikestele populatsioonidele. Näiteks mõjutab negatiivselt suvine põud
42 rannaniitudele spetsialiseerunud pihkase põisrohu (*Silene viscosa*) väikseid populatsioone
43 (Löfgren ja Jerling, 2003). Nimetatud taimeliik, kelle ainuke teadaolev leiukoht oli Uhtju
44 saarel, on Eestis hävinenud (Eesti Punane Raamat, 2008; eElurikkus, 2015). Kuigi mõjud
45 on liigiti ning eluvormiti erinevad ja mõjude avaldumise tugevus sõltub ka liigi
46 arenguperioodist, võib välja tuua, et äärmuslik kuumus, kuivus ning ka äärmuslikud
47 külmakraadid kahandavad taimede biomassi, paljunemisedukust, muudavad fenoloogiat ja
48 populatsioonide demograafiat (Niu *et al.*, 2014; Orsengio *et al.*, 2014). Samas on leitud, et

1 ekstreemsed põuaperioodid ei pruugi vähenda taimede liigirikkust ega ka biomassi
2 rohumaakooslustes (Bloor ja Bardgett, 2012; Dreesen *et al.*, 2012).

3

4 **Merevee taseme tõusu ja mere jääga kaetuse vähenemise mõjud**

5 Perioodil 2051–2100 võib liigirikkust ohustavaks teguriks pidada ka merevee taseme tõusu.
6 Kliimastenaariumi (Luhamaa *et al.*, 2015) järgi on prognoositud aastateks 2081–2100
7 keskmiseks merevee taseme tõusuks RCP4.5 korral 32-63 cm ja RCP8.5 korral 45-82 cm.
8 Kui merevee tase tõuseb nii palju, siis on ohustatud Lääne-Eesti ja saarte rannikukooslused
9 ja seal kasvavad liigid. Näiteks, kui merevee tase tõuseb 1m võrra, siis see mõjutab
10 negatiivselt väga suurelt Hiiumaa, Pärnu-Ikla, Matsalu, Tallinna, ja Narva-Jõesuu-Käsmu
11 piirkondi (Kont *et al.*, 1996). Lääne-Eestit ja saari võib pidada kliimamuutuste suhtes väga
12 haavatavateks piirkondadeks.

13 Mere jääga kaetumise vähenemisest on väga mõjutatud Eestis kagupiiril olev suurim
14 hülge liik hallhüljes (*Halichoerus grypus*). Hallhülge sigimisalad on seotud Läänemere
15 jääkatte ulatusega ja jäävad enamasti 58⁰N põhjapoolle. Hallhülge sigimistingimused on just
16 mõjutatud pehmetest talvedest, mida peetakse hetkel hülgepopulatsioonidele suureks
17 ohuteguriks, s.t võib viia 20 aasta jooksul Eesti asurkonna kahanemisele enam kui 20%
18 ulatuses. Püsiva jääkatte kadumise negatiivne mõju suureneb kliima soojenedes veelgi.
19 Peamised hallhülge sigimisalad keskmiste ja keskmisest soojemate talvede korral on
20 Saaremaa lääne- ja lõunarannikul, Soome lahe ida- ja keskosas, harvem ka Hiiumaa
21 põhjaranniku meres (Hallhülge (*Halichoerus grypus*) kaitse tegevuskava, 2011).
22 Kliimastenaariumite (Luhamaa *et al.*, 2015) kohaselt kahaneb perioodil 2031–2050 püsiva
23 jääkatte paksus 2 kuni 3 korda ja perioodil 2051–2100 ulatub vastavalt RCP4.5 ja RCP8.5
24 korral vaid Soome lahe rannikualadele ja ainult Soome lahe kirdeossa. Hallhülged võivad
25 poegida ka meresaartel, kuid seal on poegade suremus kõrge (Hallhülge (*Halichoerus*
26 *grypus*) kaitse tegevuskava, 2011).

27

28 **1.4.1.2. Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud**

29 **a) kuni aastani 2020**

30 Liikide bioloogiat, arvukust ning levikut mõjutavad enam sobilike elu- ja kasvukohtade
31 kadumine, kvaliteedi halvenemine ja killustumine inimtegevuse tõttu kui kliimast tingitud
32 mõjud. Kliimategurite mõjusid areaali piiiril olevatele liikidele on Eestis vähe uuritud ja võib
33 arvata, et hetkel kliimast tingitud mõjud väga ei avaldu (**Tabel 6** mõju 1.01). Samas võivad
34 liikide dünaamikat mõjutada äärmuslikud kliimasündmused (mõju 1.03) ja merejää kestuse
35 ning ulatuse vähenemine (mõju 1.02). Mõjude sotsiaalne ja majanduslik mõju on väike ning
36 avaldumise tõenäosus teadmata.

37 Negatiivsed mõjud

- 38 • Muutused hallhüljeste asurkonna arvukuses
- 39 • Demograafilised muutused

40 **b) kuni aastani 2030**

41 Liikide bioloogiat, arvukust ning levikut mõjutavad sarnaselt eelmisele perioodile enam
42 sobilike elu- ja kasvupaikade kadumine, kvaliteedi halvenemine ja killustumine
43 inimtegevuse tõttu kui kliimast tingitud riskid. Kui ka kliimatilistel teguritel on mõju, on

1 seda raske eristada teistest antropogeensetest teguritest (mõjud 1.01, 1.02, 1.03). Tõenäosus,
2 et kliimast tingitud mõjud väga ei avaldu on suur. Mõjude sotsiaalne ja majanduslik mõju
3 on väike ning avaldumise tõenäosus teadmata.

4 Negatiivsed mõjud

- 5 • Muutused hallhüljeste asurkonna arvukuses
- 6 • Demograafilised muutused

7 **c) 2031–2050**

8 Kliimamuutuste mõju elurikkusele võib mitmete uuringute kohaselt avalduda 2050. aastaks.
9 Võib arvata, et sel perioodil ilmenevad muutused liigirikkuses, liikide vaheldumises (mõjud
10 1.02, 1.03, 1.04) ja fenoloogias (mõju 1.05). Liikide vaheldumisega kaasnevad mõjud on
11 ühest küljest positiivsed, kuna liigirikkus säilib, teisalt võivad uued liigid mõjutada
12 kohalikke ökosüsteeme negatiivselt. Mõjude majanduslikku ja sotsiaalset mõju võib hinnata
13 väiksest keskmiseni, kuid avaldumise tõenäosusele on keeruline hinnangut anda (teadmata).

14 Negatiivsed/positiivsed mõjud

- 15 • Liikide kadumine/uute liikide saabumine. Liigirikkus jääb üldiselt samale tasemele,
16 kuigi liigid vahelduvad

17

18 Negatiivsed mõjud

- 19 • Muutused hallhüljeste asurkonna arvukuses
- 20 • Demograafilised muutused, paljunemisedukuse kahanemine

21 Negatiivsed mõjud/teadmata suunaga mõjud

- 22 • Muutused liikide fenoloogias ja omavahelistes suhetes

23

24 **d) 2051–2100**

25 Väljasuremise määrad on raskesti ennustatavad ja juurdeemigreeruvate liikide arv võib
26 sõltuda pigem maakasutuse muutustest (mõju 1.11). Avalduvad muutused liikide arvukuses
27 (mõjud 1.02 ja 1.10), demograafias (mõju 1.03), fenoloogias (mõju 1.05), geneetilises
28 mitmekesisuses (mõju 1.12). Eraldi võib välja tuua, et stsenaariumi RCP8.5 korral
29 imetajaliikide hulk jääb samaks, aga RCP4.5 korral pigem tõuseb (mõju 1.10). Mõjude
30 avaldumise tõenäosus on keskmine kuni suur. Ilmasündmustest tingitud mõjude
31 majanduslikud ja sotsiaalsed mõjud on väikesed kuni suured või teadmata.

32 Positiivsed mõjud

- 33 • Imetajaliikide hulk pigem tõuseb

34 Negatiivsed mõjud

- 35 • Muutused hallhüljeste asurkonna arvukuses
- 36 • Demograafilised muutused, paljunemisedukuse kahanemine
- 37 • Hävinevad väärtuslikud taimekooslused ja haruldased liigid, väheneb liigirikkus
- 38 • Geneetilise mitmekesisuse vähenemine seoses nii kliimamuutusega kui ka
39 maakasutuse muutustega

40 Teadmata suunaga mõjud

- 1 • Väljasuremise määrad raskesti ennustatavad, juurdeemigreeruvate liikide arv võib
2 sõltuda pigem maakasutuse muutustest.

3 Negatiivsed mõjud/teadmata suunaga mõjud

- 4 • Muutused liikide fenoloogias ja omavahelistes suhetes

5

6 **1.4.2. Alavaldkond: invasiivsed võõrliigid**

7 **1.4.2.1.Riskid ja haavatavus**

8 Invasiivseid võõrliike mõjutavad enim erinevatest kliimaatilistest teguritest prognoositud
9 õhu- ja veetemperatuuri tõus, aga samuti jääkatte perioodi lühenemine. Üldisteks
10 suundumusteks on näiteks invasiivsete liikide arvu suurenemine, juba olemasolevate
11 võõrliikide mõju tugevnemine ja leviku muutumine jms.

12

13 **Õhu- ja veetemperatuuri tõusu mõju**

14 Kliimamuutused võivad invasiivsete võõrliikide kahjulikku mõju elurikkusele erinevatel
15 viisidel suurendada (vt ptk **1.3.2**). Erinevate rahvusvaheliste teadusuuringute põhjal võib
16 Eestis kliimamuutuste tagajärjel prognoosida üldisemaid suundumusi – näiteks invasiivsete
17 liikide arvu suurenemist, juba olemasolevate võõrliikide mõju ja leviku muutumist jt
18 mõjusid. Kuid kuna Eestis täpsemad uuringud konkreetselt kliimamuutuste mõjude kohta
19 invasiivsetele liikidele puuduvad (näiteks modelleerimised võimalike sisse levida võivate
20 invasiivsete võõrliikide kohta), siis on keeruline või võimatu prognoosida näiteks
21 lisanduvate invasiivsete võõrliikide arvu. Lisaks on komplekssete erinevate tegurite
22 vastasmõjude tõttu keeruline hinnata ka muutuste täpset mõjude tugevust tulevikus.
23 Võimalike invasiivsete võõrliikide hulk ja nende täpsem mõju sõltub ka inimtegevusest
24 (uute levikuteede loomine, tõrje tõhusus jm).

25 Lähematel ajaperioodidel (kuni 2020 ja 2030) kliimamuutustest tingitud olulised mõjud
26 antud alavaldkonnale võrreldes kontrollperioodiga puuduvad või on väikesed, toimuvad
27 muutused on pigem juba tingitud varasematel perioodidel toimunud kliimamuutustest.
28 Pikemas perspektiivis (2020–2050 ning 2051–2100) võib ennustada Eestisse uute
29 invasiivsete võõrliikide juurdetulekut. Seda peamiselt temperatuuri tõusu tõttu, mistõttu
30 siinsed tingimused muutuvad sobivaks liikidele, kes hetkel siin elada ei suuda, kuid kelle
31 levila võib siia laieneda või kes võivad siia inimese kaasabil sattuda (vt ka näiteks **4.4.2**,
32 **7.4.3**, **9.4.1** ja **8.4**). Nii näiteks on leitud, et Loode-Euroopa on üks piirkond maakeral, kus
33 kliimamuutuste tõttu invasiivsete võõrliikide arv aastaks 2100 eriti suureneb (Bellard *et al.*,
34 2013). Võib tuua ka mõningaid potentsiaalselt siia levida võivate probleemsete liikide
35 näiteid mujal riikides tehtud uuringutest, milles Eesti jääb modelleeritavasse piirkonda. Nii
36 näiteks võib ühe võimaliku aastaks 2100 Eestisse jõudva probleemse imetajaliigina välja
37 tuua nutria (*Myocastor coypus*) (Fløjgaard *et al.*, 2009). Lisaks õhutemperatuuri tõusule on
38 samal põhjusel oluline ka veetemperatuuri tõus, mille tõttu võib suurened ka invasiivsete
39 võõrliikide hulk veeökosüsteemides, eriti meredes (vt ka ptk **4.4.2**). Meres on uute
40 invasiivsete võõrliikide leviku risk suurem lisaks temperatuuri tõusule ka lüheneva jääkatte
41 perioodi ning ulatuse tõttu, mis loob võimalused intensiivsemaks laevatranspordiks,
42 suurendades omakorda laevade ja nende ballastvee kaudu levivate võõrliikide (sealhulgas
43 invasiivsete) leviku tõenäosust. See on üks näide, kuidas tekivad liikidele uued sisseleviku
44 ning transporditeed. Lisaks võivad ka näiteks mõned uued potentsiaalsed põllukultuurid
45 (mida temperatuuri tõustes on võimalik tulevikus Eestis kasvatada) muutuda

1 probleemseteks ehk invasiivseteks, inimese poolt suurenev taimse materjali sissetoomine
2 suurendab invasiivsete patogeenide leviku võimalusi (vt ptk **7.4.3**) jms.

3 Lisaks uute invasiivsete liikide esinemisele võivad eelpoolnimetatud kliimaparaameetrid
4 põhjustada ka juba olemasolevate invasiivsete liikide mõju suurenemist või seni väikese
5 mõjuga olnud võõrliikide muutumist invasiivseteks. Nii näiteks prognoositakse, et Eestis
6 leiduv pujulehine ambroosia (*Ambrosia artemisiifolia*), kelle seemned praegu Eestis ei
7 valmi, suudab edukalt paljuneda, kui 2050. aastateks suureneb temperatuur umbes 2,6 °C
8 võrra (Chapman *et al.*, 2014). Sellist temperatuuri tõusu prognoosib ka praeguse töö aluseks
9 olev kliimastenaarium RCP8.5 (Luhamaa *et al.*, 2015).

10 Välja toodud kliimaparaameetrite muutused (neist eriti ehk temperatuuri tõus talvel) võivad
11 kahandada ka seniste tõrjeviiside tõhusust või invasiivsete võõrliikide ohjamise edukust.
12 Näiteks võib olla raskem tõrjuda liike, kelle kasvu ja paljunemist on seni pärssinud madal
13 temperatuur, paks lumikate ja teised tegurid, mida tulevikus enam ei esine.

14

15 **1.4.2.2. Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud**

16 **a) kuni aastani 2020**

17 Aastani 2020 prognoositavad kliimamuutused ei ole võrreldes kontrollperioodiga
18 märkimisväärsed, mistõttu nende oluline mõju puudub või on väga väike (**Tabel 7** mõju
19 1.01). Ehkki mõningad muutused võivad toimuda on need pigem tingitud juba varem
20 toimunud kliimamuutustest ning muude tegurite koostoimest, mis avaldavad oma mõju ka
21 antud perioodil.

22 **b) kuni aastani 2030**

23 Sarnaselt prognoosiga aastani 2020 ei ole ka aastani 2030 prognoositavad kliimamuutused
24 võrreldes kontrollperioodiga märkimisväärsed, mistõttu nende oluline mõju puudub või on
25 väga väike (mõju 1.01). Ehkki mõningad muutused võivad toimuda, on need pigem tingitud
26 juba varem toimunud kliimamuutustest ning muude tegurite koostoimest, mis avaldavad
27 oma mõju ka antud perioodil.

28 **c) 2021–2050**

29 Antud perioodiks võib negatiivse suunaga mõjudest prognoosida uute invasiivsete
30 võõrliikide juurdetulekut, mõningate seniste võõrliikide mõju suurenemist ehk nende
31 invasiivseks muutumist ning seniste tõrjeviiside tõhususe vähenemist (mõju 1.06).
32 Nimetatud mõjude majanduslik ja sotsiaalne mõju ning avaldumise tõenäosus on keskmine.
33 Positiivse ja teadmata suunaga mõjusid prognoositud ei ole.

34 **d) 2051–2100**

35 Ka perioodiks 2051-2100 võib prognoosida negatiivse suunaga mõjudest uute invasiivsete
36 võõrliikide juurdetulekut, mõningate seniste võõrliikide mõju suurenemist ehk nende
37 invasiivseks muutumist ning seniste tõrjeviiside tõhususe vähenemist (mõju 1.06).
38 Nimetatud muutuste majanduslikku ja sotsiaalset mõju ning avaldumise tõenäosust võib
39 hinnata keskmiseks. Positiivse ja teadmata suunaga mõjusid prognoositud ei ole.

40

1 1.4.3. Alavaldkond: kaitse- ja hoiualad

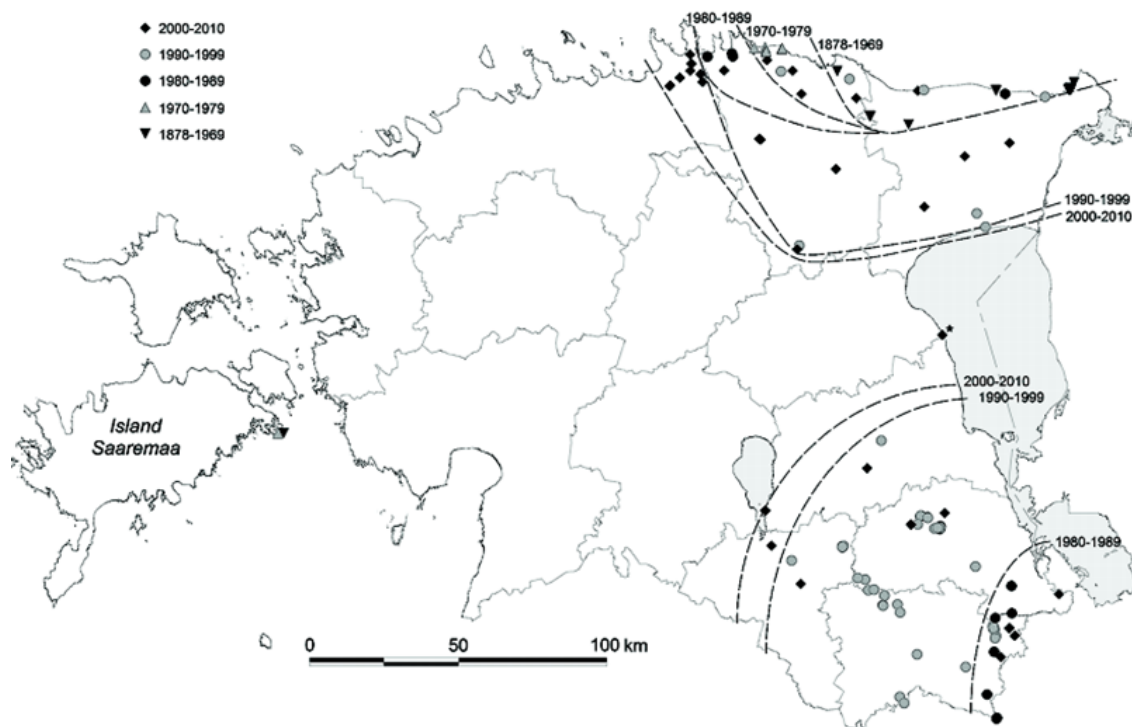
2 1.4.3.1.Riskid ja haavatavus

3 Üldiselt on teada, et kliimamuutused toovad kaasa muutused elurikkusele tervikuna.
4 Muutused üldises elurikkuses mõjutavad ka kaitse- ja hoiualasid, nende eesmärgid ja
5 seisundit, ning seda näiteks liikide liikumise kaudu, elupaikade kao (maastiku muutuste)
6 tõttu (näiteks kui merevesi tõuseb) jms.

7 Õhutemperatuuri tõusu ja sademete hulga kasvu mõjud

8 Kliimamuutustest tingitud õhutemperatuuri tõusu ja sademete kasvu prognoosid on Eestis
9 positiivse trendiga (vt **Tabel 3** ja **Tabel 4**), aga lühemas ajaperspektiivis on kliimamuutuste
10 mõju elurikkusele, sh kaitse- ja hoiualadele, Eestis olematu või me ei tea täpselt selle suunda
11 ega mõju (vt **Tabel 8** ja **Tabel 8**). Aastatel 2000–2050 mõjutab maailma soontaimede
12 liigirikkuse vähenemist rohkem maakasutuse muutus, kui seda mõjutab kliimasoojenemine
13 ja CO₂ kontsentratsiooni tõus. Seda nelja erineva *Millennium Ecosystem Assessment*
14 stsenaariumi järgi (Van Vuuren *et al.*, 2006). Seega samuti aastani 2030 kliimamuutuste
15 (õhutemperatuuri tõus ja sademete kasv) otsene mõju kas puudub või on väga väike ning
16 elurikkust mõjutavad pigem praegune ja ajalooline maakasutuse muutumine, inimtegevuse
17 intensiivsuse suurenemine jms (vt tabel 5). Soomes on leitud, et kliimaatilised tegurid
18 (kevadine temperatuur ja sademed) mõjutavad nii kohalikke kui rändlindusid, aga sobilike
19 elupaikade olemasolu on oluliselt tähtsam (Virkkala *et al.*, 2005). Elupaiga omadused (sh
20 üleujutus) on olulised kahlejate pesitsuseks (Leito *et al.*, 2014). Samuti on sobilike
21 elupaikade ja ökoloogilise võrgustiku olemasolu Eestis tähtis elujõulise sookure
22 populatsiooni säilimiseks (Leito *et al.*, 2015). Nende pesitsust võib kliima soojenemine
23 mõjutada positiivselt Eestis, aga negatiivselt nende rändel ja talvituskohtadel (Leito *et al.*,
24 2015). Kuigi elupaiga kvaliteet (sh lõokannus (*Corydalis solida*) olemasolu) on ka oluline
25 faktor mustlaik-apollole (*Parnassius mnemosyne*) (Kask, 2015; Bolotov *et al.*, 2013), võib
26 samas täheldada tema leviku piiride muutusi ja seda juba toimunud kliimamuutuste ehk
27 soojenenud õhutemperatuuri mõjul (vt **Joonis 2**), kuna nt perioodil 1966–2010 on Eesti
28 aasta keskmine õhutemperatuur tõusnud 1,6–2,0 °C ehk umbes 0,4 °C kümnendi kohta
29 (Tarand *et al.*, 2013). Sellised muutused ajas ja ruumis nõuavad lisatähelepanu, kas
30 olemasolevate kaitse- ja hoiualade kaitse-eesmärgid tagavad piisava kaitse nii floora kui
31 fauna esindajatele, kas elupaikade kvaliteet on piisav ning kas sobilike elupaikade on
32 küllaldaselt või on vaja uusi alasid sh levimise soodustamiseks. Koos sellega tuleb püüda
33 hinnata kliimamuutuste ja inimtegevuse võimalikke negatiivseid koosmõjusid.

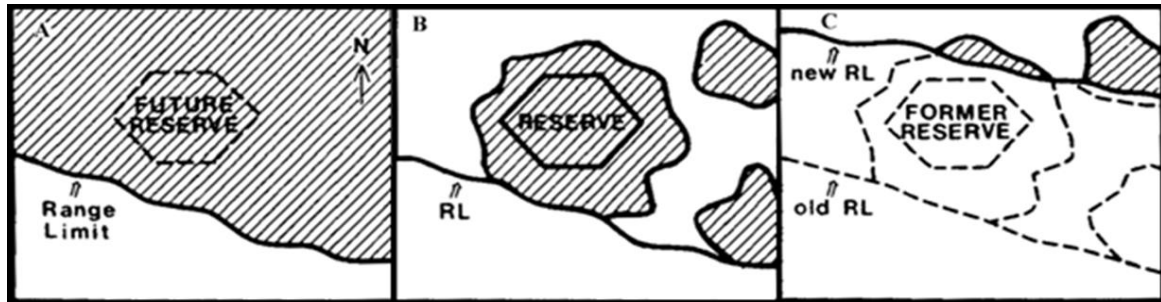
34



1
2 **Joonis 2. Mustlaik-apollo** levik Eestis 1878–2010 (Liivamägi *et al.*, 2013).

3
4
5 Jätkuva õhutemperatuuri tõusu ja sademete hulga kasvuga Eestis (vt **Tabel 3** ja **Tabel 4**)
6 võib juba sajandi keskpaigaks prognoosida üldiselt elurikkuse muutusi nii kaitse- ja
7 hoiualadel kui ka kogu Eestis, kuna oodata on õhutemperatuuri kasvust ja sademete hulga
8 suurenemisest tingitud paljude liikide areaali muutusi pooluste suunas (Parmesan *et al.*,
9 1999; Walther *et al.*, 2002; Huntley *et al.*, 2008). Kliimamuutused toovad kaasa liikide
10 levikupiiride nihkumise (Huges, 2000; Van der Putten, 2012; Root *et al.*, 2003b). Käesoleva
11 sajandi keskpaigaks võib osa taimeliike ka välja surra ja seda olenevalt
12 kliimatsenaariumitest (**Tabel 3**). Hinnatud on, et kliimasoojenemisega sureb Euroopas
13 umbes 5% taimeliikidest välja (Araújo *et al.*, 2004). Mõõduka kliimasoojenemise korral
14 (vastavalt meile etteantud kliimatsenaariumile RCP4.5 (Luhamaa *et al.*, 2015)) võivad
15 kliimamuutuste korral toimuva kasvukohtade ahenemise tagajärjel välja surra ligikaudu
16 10% kasvukohaspetsialistidest ja ulatuslikuma kliimasoojenemise (vastavalt
17 kliimatsenaariumile RCP8.5 (Luhamaa *et al.*, 2015)) tõttu umbes pooled
18 kasvukohaspetsialistidest taimeliikidest (Dirnböck *et al.*, 2003). Samuti sureb
19 ulatuslikumate kliimamuutuste tagajärjel Põhja-Euroopas välja kuni paar protsenti liblikaid
20 (Heikkinen *et al.*, 2010). Samas toimuvad muutused pole ainult negatiivsed, kuna liigid
21 vahelduvad, aga üldine liigirikkus võib jääda samale tasemele (Alkemade *et al.*, 2009). Kui
22 hakkavad toimuma mingid muutused (nt liikide areaali muutused) kaitse- ja hoiualadel
23 (**Joonis 3**), siis peame järjepidevalt seirates olema valmis selleks, et ühed liigid kaovad ning
24 teistele liikidele muutub olukord soodsamaks. Kaitse- või hoiualad võivad olla olulised
25 mingitele teistele liikidele, kelle areaal ei nihku, ja liikidele, kes omakorda jõuavad sellele
26 kaitse- ja hoiualale (vt **Joonis 3**; Hannah, 2008). Kliimamuutusi silmas pidades on oluline
27 järjepidev seire, sh tuleb suuremat tähelepanu pöörata areaali lõunakaarte ja läänepiiril
28 olevatele liikidele Eestis. Samuti on tähtis hinnata regulaarselt kaitse- ja hoiualade
29 võrgustiku liikide ja elupaikade kaitse tõhusust.

1



2

3

4

5

6

Joonis 3. Liigi levila piiride (*range limit*), kaitseala (*reserve*) (nii tulevase kui praeguse) piiride ja maakasutuse muutuse vahelised seosed (Peters ja Lovejoy, 1992). (A) Liigi areaal (viirutatud ala) ja potentsiaalne kaitseala; (B) Lähiajal maakasutuse muutustest tingitud elupaikade killustumine ja kaitseala; (C) Elupaikade killustumise ja kliimamuutuste koosmõju liigi areaalile ja kaitsealale.

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

Poola, Läti, Leedu, Eesti ja Soome männimetsa uurimisel leiti, et alustaimestiku liigirikkus suurenes laiuskraadi vähenedes ja pikaajalises perspektiivis need metsaökosüsteemid seovad soojemas ja niiskemas kliimas rohkem süsinikku (Vucetich *et al.*, 2000). Sademetel on ka oluline roll turbasammalde süsiniku sidumisel ja sademete kasv aitab kaasa veetaseme säilitamisele soodes põuaperioodidel (Nijp *et al.*, 2014). Üldjuhul pikaajalised rängad põuad pikaajalises perspektiivis ei vähenda taimede liigirikkust rohumaakooslustes (Bloor ja Bardgett, 2012). Kuigi me ei tea jätkuva õhutemperatuuri kasvu ja sademete hulga suurenemise mõju täpset suunda Eestis, võime kirjandusele tuginedes väita kaitse- ja hoiualade kohta, et liigid vahelduvad, aga üldine liigirikkus võib jääda samale tasemele (Alkemade *et al.*, 2009) ning see võib mõningaid maismaa ökosüsteeme mõjutada positiivses suunas. Selle mõju avaldumise tõenäosus on hinnanguliselt keskmine. Muutuse majanduslik mõju on väike kuni keskmine, sõltudes uute liikide mõjust erinevatele ökosüsteemidele. Sotsiaalset mõju võib hinnata pigem väikeseks (vt **Tabel 8**).

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

Kuigi liikide väljasuremist kiirendavad tulevikus oluliselt õhutemperatuuri muutused (Urban, 2015), on väljasuremise määrad õhutemperatuuri kasvu ja sademete hulga suurenemise tõttu pikemaajaliste prognooside puhul raskesti ennustatavad ning juurdemigreeruvate liikide arv võib sõltuda pigem maakasutuse muutustest ja muudest säärasest faktoritest (Thuiller *et al.*, 2005; Parmesan, 2006; Bellard *et al.*, 2012). Samas alates 2050. aastast hakkavad kliimamuutused (õhutemperatuuri ja CO₂ kontsentratsiooni tõus) elurikkust oluliselt mõjutama (Van Vuuren *et al.*, 2006). Mõõdukate kliimamuutuste (õhutemperatuuri tõus) tagajärjel putukaliike välja ei sure, aga samas ulatuslikumate kliimamuutuste tõttu surevad välja osad putukaliikidest (Domisch *et al.*, 2011). Mõõdukate kliimamuutuste tagajärjel liblikaliikide arv Euroopas ei muutu (Hill *et al.*, 2002). Samas on taimeliikide puhul prognoositud, et mõõdukate kliimamuutuste tagajärjel võib aastaks 2080 Eestis välja surra kuni 25% taimeliikidest (Cunze *et al.*, 2013).

34

35

36

37

38

39

40

41

42

Sarnaselt meie kliimastsenaariumite prognoosidele (**Tabel 3** ja **Tabel 4**), on lineaarset õhutemperatuuri kasvu ja sademete hulga suurenemist prognoositud ka Barentsi mere regioonis, kus uuritakse praeguste kaitsealade tõhusust liikide ja ökosüsteemide säilitamisel tulevikus kliimamuutuste kontekstis (Umeå University, 2015). Prognoositakse, et soojem ja niiskem kliima nimetatud regioonis selle ajaperioodi teisel poolel (aastaks 2080) loob erinevaid tingimusi paljudele liikidele (Hof *et al.*, 2012a; Hof *et al.*, 2012b; Hof *et al.*, 2012c). Positiivselt mõjub see uutele liikidele, kes suurendavad oma areaali põhja suunas ja võivad muuta kohalikku kooslust, aga samas elupaigaspetsialistid võivad tulevikus oma areaali kaotada (Hof *et al.*, 2012a). Koos liikide liikumisega toovad kliimamuutused

1 pikaajalises perspektiivis ka kaasa ökosüsteemide vaheldumist sh kaitse ja hoiualadel
2 (Lemieux ja Scott, 2005). Koos elupaiga (poollooduslikud kooslused ja sood) muutustega
3 võib kliimasoojenemisega kaasneda nt niidurüdi (*Calidris alpina schinzii*) levila
4 vähenemine rohkem kui poole võrra ja liigi kadumine Baltimaadest selle sajandi lõpuks
5 (Erit *et al.*, 2008). Kliimamuutuste mõju suund on liigispetsiifiline ning Eesti kaitse- ja
6 hoiualadele on see teadmata ning mis nõuavad spetsiifilisi uuringuid.

7 8 **Merevee taseme tõusu mõju**

9 Merevee taseme tõusu ja tormide mõju ajaperioodi 2051–2100 teisel poolel Eesti ranniku
10 elurikkusele ja majandusele on hinnatud negatiivseks (Kont *et al.*, 1996).
11 Kliimastenaariumi järgi (Luhamaa *et al.*, 2015) prognoositakse merevee taseme tõusuks
12 ajaperioodil 2081–2100 stenaariumi RCP4.5 korral 32–63 cm ja RCP8.5 korral 45–82 cm
13 ning aastaks 2100 tõus jätkub ja see on RCP8.5 korral 52–98 cm. Kui merevee taseme tõus
14 30 cm ei oma märgatavat mõju (Kont *et al.*, 1996), siis merevee taseme tõus kuni üks meeter
15 ja koos tormiajudega kujutab arvestavat ohtu Eesti rannikule (Kont *et al.*, 1996; Luhamaa
16 *et al.*, 2015). Selle tagajärjel võivad ohustatud olla või kaduda väärtuslikud maismaa
17 rannikuökosüsteemid, taimekooslused (nt hariliku soolarohu (*Salicornietum europaea*) ja
18 Rannika – tuderloa (*Junco-Glaucetum*) kooslused Hiiumaal) ja haruldased liigid (nt mitmed
19 käpalised Matsalu lahe ja Narva-Jõesuu - Käsmu piirkonnas jne) Eesti maismaa ranniku
20 piirkonnas ja saartel, sh kaitse- ja hoiualadel (Kont *et al.*, 1996). Samas, merevee taseme
21 tõusuga, muutub ranniku põhjavee režiim ja see võib luua uusi elupaikasid, nt orhideeliste
22 Puhtu poolsaarel (Kont *et al.*, 1996). Suurimat negatiivset mõju avaldab merevee taseme
23 tõus Matsalu rahvuspargile, kus lisaks taimekooslustele mõjutab üleujutus nii kohalike
24 lindude kui ka rändlindude pesitsus- ja toitumisalasid (Kont *et al.*, 1996). Püsiv kõrge
25 veetase võib vähendada sobilikke elupaiku Eestis pesitsevatele lindudele, nagu näiteks
26 kahlajatele (Leito *et al.*, 2014). Kuigi Kont jt (1996) väitsid, et Pärnu-Ikla piirkonnas pole
27 kõrge väärtusega rannaniitused, on see olukord muutunud ja piirkonnas on taastatud
28 mitmeid rannaniitused (nt Häädemeeste, Kabli, Pärnu rannaniit jms), mis võivad sattuda
29 ohtu merevee taseme tõusuga. Seega on nii merevee taseme tõus kui ka tormi mõjud otseselt
30 negatiivsed. Nende mõjude avaldumise tõenäosus on keskmine ning majanduslik ja
31 sotsiaalne mõju on suur, sõltudes piirkonnast. Simulatsioonid prognoosivad merevee
32 taseme tõusuga rannikualadel tulevikus üleujutuse olulist mõju kogu Euroopa sotsiaal-
33 majandusele ja see mõju võib olla väiksem ainult Euroopa lääne ja lõuna osas, kus nähakse
34 ette sademete vähenemist (Mokrech *et al.*, 2014). Eesti kontekstis võib suurim majanduslik
35 ja sotsiaalne mõju olla Lääne-Eestis ja saartel ning merevee taseme tõusu negatiivne mõju
36 suureneb koosmõjus tormiajudega (Kont *et al.*, 1996). Rannikualade üleujutuste ning
37 erosiooni ja maalihete riskidest ja ohtudest leiab täpsema ülevaate projekti „Kliimamuutuste
38 mõjude hindamine ja kohanemismeetmete väljatöötamine planeeringute, maakasutuse,
39 inimtervise ja päästevõimekuse teemas“ aruandest (Roose *et al.*, 2015).

40 41 **1.4.3.2. Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud**

42 **a) kuni aastani 2020**

43 Kliimamuutus on riskitegurina lühikeses ajaperspektiivis kaitse- ja hoiualadele kogu Eestis
44 olematu või on see väga väike (**Tabel 8** mõju 1.01). Selle avaldumise tõenäosus on aastani
45 2020 suur ning majanduslik ja sotsiaalne mõju on väike.

46 **b) kuni aastani 2030**

1 Kliima otsene mõju puudub või on väga väike (**Tabel 8** mõju 1.01), pigem mõjutavad
2 kaitse- ja hoiualadele ehk elurikkust tervikuna maakasutuse muutumine, inimtegevuse
3 intensiivsuse suurenemine jms tegurite koostoime. Kuigi me ei tea täpselt selle mõju
4 suunada, võime hinnata selle sotsiaal-majanduslikku mõju väikeseks ja avaldumise
5 tõenäosust suureks.

6 c) 2021–2050

7 Kliimamuutuste mõju sajandi keskpaigaks erinevate kliimastenaariumite järgi avaldub
8 liikide vaheldumises, liigirikkuse muutustes ja ka liikide väljasuremises (**Tabel 8** mõjud
9 1.04, 1.08 ja 1.09). Samas peab ka arvestama, et maailma soontaimede liigirikkuse
10 vähenemist mõjutab rohkem maakasutuse muutus kui kliimasoojenemine ja CO₂
11 kontsentratsiooni tõus. Kliimamuutuse korral toimuva kasvukohtade ahenemisega on
12 suurimas ohus kasvukohaspetsialistid (mõju 1.07). Liikide väljasuremisega kaasneb otsene
13 negatiivne mõju kogu elurikkusele kogu Eestis. Samas kliimamuutustega kaasneb liikide
14 vaheldumine, aga me ei tea täpselt, kuidas uued liigid hakkavad mõju avaldama kohalikele
15 ökosüsteemidele. Selle perioodi lõpuks avalduvate kliimamuutuste mõjude avaldumise
16 tõenäosus on peamiselt keskmine, ainult aasta keskmise õhutemperatuuri tõttu poolte
17 kasvukohaspetsialistide väljasuremise avaldumise tõenäosus on pigem väike. Sotsiaal-
18 majanduslik mõju on väike kuni keskmine, sõltudes nii kliimastenaariumist, liikide
19 väljasuremise hulgast, liigirühmast kui ka uute liikide mõjust ökosüsteemidele.

20 Negatiivsed mõjud

- 21 • Osa taimeliike sureb Euroopas välja;
- 22 • Osa kasvukohaspetsialistidest taimeliike sureb kliimamuutuste korral toimuva
23 kasvukohtade ahenemise tagajärjel välja. Väljasurevate kasvukohaspetsialistide
24 osakaal sõltub kliimastenaariumitest.

25 Teadmata/positiivse suunaga mõjud

- 26 • Liigid vahelduvad ja üldine liigirikkus jääb samale tasemele, mõju ökosüsteemidele
27 sõltub uutest liikidest;
- 28 • Osa selgrootuid sureb välja.

30 d) 2051–2100

31 Väljasuremise määrad aasta keskmise õhutemperatuuri ja sademete hulga kasvu tõttu on
32 raskesti ennustatavad ning juurdemigreeruvate liikide arv võib sõltuda pigem maakasutuse
33 muutustest ja muudest säärastest faktoritest (**Tabel 8** mõju 1.11). Selle avaldumise
34 tõenäosus ning sotsiaal-majanduslik mõju on keskmine.

35 Mõõduka kliimasoojenemise tagajärjel putukaliike välja ei sure (mõju 1.14), aga
36 ulatuslikuma puhul surevad osad välja (mõju 1.16). Liblikaliikide arv jääb samaks (mõju
37 1.15), aga kuni neljadik taimeliikidest võivad välja surra (mõju 1.08). Selle mõju
38 avaldumise tõenäosus on keskmine ning sotsiaal-majanduslik mõju väike kuni keskmine,
39 olenevalt liigirühmast (vt **Tabel 8**).

40 Kliimamuutustega kaasnevad ka ekstreemsed kliimasündmused, aga pikaajalised rängad
41 põuad ei vähenda üldjuhul taimede liigirikkust rohumaakooslustes (mõju 1.17). Avaldumise
42 tõenäosus on keskmine ja sotsiaal-majanduslik mõju väike.

43 Merevee taseme tõusuga võivad sajandi teisel poolel hävineda Eesti (Lääne-Eesti ja saared)
44 ranniku väärtuslikud maismaa rannikuökosüsteemid, taimekooslused ja haruldased liigid

1 (Tabel 8 mõju 1.13). Selle mõju avaldumise tõenäosus on keskmine ja avaldumise korral
2 on selle sotsiaal-majanduslik mõju suur.

3 Negatiivsed mõjud

- 4 • Osad taimeliigid surevad välja;
- 5 • Hävinevad ranniku ökosüsteemid, taimekooslused ja haruldased liigid.

6 Teadmata suunaga mõjud

- 7 • Väljasuremise määrad raskesti ennustatavad, juurdeemigreeruvate liikide arv võib
8 sõltuda pigem maakasutuse muutustest;
- 9 • Liikide väljasuremine sõltub liigirühmast ja kliimastenaariumitest;
- 10 • Ekstreemsete ilmastikunähtuste ehk põua mõju looduslikele ökosüsteemidele

11

12

Tabel 6. Kliimamuutuste mõjud **ohustatud liikidele.**

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju alavaldkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Tõenäosus (kõrge, keskmine, madal, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
Kumi 2020	Senine ilmastik	Aasta keskmise temperatuuri tõus ja sademete hulga kasv	1.01	Oluline mõju puudub	0	väike	väike	suur	otsene	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Merejää kestuse ja ulatuse vähenemine talvel	1.02	Muutused hallhüljeste asurkonna arvukuses	-	väike	väike	teadmata	otsene	liigi levila Eestis
	Senine ilmastik	Äärmuslike kliimasündmuste esinemise sagenemine	1.03	Demograafilised muutused	-	väike	väike	teadmata	otsene	kogu Eesti
Kumi 2030	Senine ilmastik	Aasta keskmise temperatuuri tõus ja sademete hulga kasv	1.01	Oluline mõju puudub	0	väike	väike	suur	otsene	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Merejää kestuse ja ulatuse vähenemine talvel	1.02	Muutused hallhüljeste asurkonna arvukuses	-	väike	väike	teadmata	otsene	liigi levila Eestis
	Senine ilmastik	Äärmuslike kliimasündmuste esinemise sagenemine	1.03	Demograafilised muutused	-	väike	väike	teadmata	otsene	kogu Eesti
2021–2050	RCP4.5; RCP8.5	Aasta keskmise temperatuuri tõus ja sademete hulga kasv	1.04	Liigid vahelduvad, aga üldine liigirikkus jääb samale tasemele. Lisanduda võib uusi liike ja mõni liik võib välja surra.	-/+	väike/keskmine	väike/keskmine (võib lisanduda uute haiguste kandjaid)	teadmata	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5; RCP8.5	Aasta keskmise temperatuuri tõus	1.05	Muutused liikide fenoloogias ja omavahelistes suhetes	0/-	väike	väike	teadmata	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5; RCP8.5	Merejää kestuse ja ulatuse vähenemine talvel	1.02	Muutused hallhüljeste asurkonna arvukuses	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	liigi levila Eestis

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju alavaldkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Töenäosus (kõrge, keskmine, madal, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP4.5; RCP8.5	Äärmuslike kliimasündmuste esinemise sagenemine	1.03	Demograafilised muutused, paljunemisedukuse kahanemine	-	väike	väike	teadmata	otsene	kogu Eesti
2051–2100	RCP4.5	Aasta keskmise temperatuuri tõus	1.10	Imetajaliikide hulk pigem veidi tõuseb	+	väike	keskmine	keskmine	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5; RCP8.5	Aasta keskmise temperatuuri tõus	1.11	Väljasuremise määrad raskesti ennustatavad, juurdeemigreeruvate liikide arv võib sõltuda pigem maakasutuse muutustest ja muudest säärastest faktoritest	0	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5; RCP8.5	Aasta keskmise temperatuuri tõus	1.12	Geneetilise mitmekesisuse vähenemine seoses nii kliimamuutusega kui ka maakasutuse muutustega	-	väike	väike	keskmine	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5; RCP8.5	Aasta keskmise temperatuuri tõus	1.05	Muutused liikide fenoloogias ja omavahelistes suhetes	0/-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	kogu Eesti
	RCP8.5	Aasta keskmise temperatuuri tõus	1.10	Imetajaliikide hulk jääb kas samaks, või tõuseb pisut	0	väike	väike kuni keskmine	keskmine	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5; RCP8.5	Merejää kestuse ja ulatuse vähenemine talvel	1.02	Muutused hallhüljeste asurkonna arvukuses	-	suur	suur	suur	otsene	liigi levila Eestis
	RCP4.5; RCP8.5	Mereveetaseme tõus	1.13	Hävinevad väärtuslikud taimekooslused ja haruldased liigid; väheneb liigirikkus	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti rannik
	RCP4.5; RCP8.5	Äärmuslike kliimasündmuste esinemise sagenemine	1.03	Demograafilised muutused, paljunemisedukuse vähenemine	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	kogu Eesti

Tabel 7. Kliimamuutuste mõjud **invasiivsetele võõrliikidele**.

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju alavaldkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Tõenäosus (kõrge, keskmine, madal, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
Kuni 2020	Senine ilmastik	Aasta keskmise temperatuuri tõus	1.01	Oluline mõju puudub või on väga väike	0/-	väike	väike	suur	otsene	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Merevee aasta keskmise temperatuuri tõus	1.01	Oluline mõju puudub või on väga väike	-	väike	väike	suur	otsene	kogu Eesti, eriti rannik ja meri
	Senine ilmastik	Siseveekogude aasta keskmise temperatuuri tõus	1.01	Oluline mõju puudub või on väga väike	-	väike	väike	suur	otsene	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Merejää kestuse ja ulatuse vähenemine talvel	1.01	Oluline mõju puudub või on väga väike	-	väike	väike	suur	otsene	kogu Eesti, eriti rannik ja meri
Kuni 2030	Senine ilmastik	Aasta keskmise temperatuuri tõus	1.01	Oluline mõju puudub või on väga väike	-	väike	väike	suur	otsene	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Merevee aasta keskmise temperatuuri tõus	1.01	Oluline mõju puudub või on väga väike	-	väike	väike	suur	otsene	kogu Eesti, eriti rannik ja meri
	Senine ilmastik	Siseveekogude aasta keskmise temperatuuri tõus	1.01	Oluline mõju puudub või on väga väike	-	väike	väike	suur	otsene	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Merejää kestuse ja ulatuse vähenemine talvel	1.01	Oluline mõju puudub või on väga väike	-	väike	väike	suur	otsene	kogu Eesti, eriti rannik ja meri
2021–2050	RCP4.5; RCP8.5	Aasta keskmise temperatuuri tõus	1.06	Uute invasiivsete võõrliikide juurdetulek, mõningate seniste võõrliikide mõju suurenemine ehk nende invasiivseks muutumine, seniste tõrjeviiside tõhususe vähenemine	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5; RCP8.5	Merevee aasta keskmise temperatuuri tõus	1.06	Uute invasiivsete võõrliikide juurdetulek, mõningate seniste võõrliikide mõju suurenemine ehk nende invasiivseks muutumine, seniste tõrjeviiside tõhususe vähenemine	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	kogu Eesti, eriti rannik ja meri

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju alavaldkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Töenäosus (kõrge, keskmine, madal, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP4.5; RCP8.7	Siseveekogude aasta keskmise temperatuuri tõus	1.06	Uute invasiivsete võõrliikide juurdetulek, mõningate seniste võõrliikide mõju suurenemine ehk nende invasiivseks muutumine, seniste tõrjeviiside tõhususe vähenemine	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5; RCP8.8	Merejää kestuse ja ulatuse vähenemine talvel	1.06	Uute invasiivsete võõrliikide juurdetulek, mõningate seniste võõrliikide mõju suurenemine ehk nende invasiivseks muutumine, seniste tõrjeviiside tõhususe vähenemine	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	kogu Eesti, eriti rannik ja meri
2051–2100	RCP4.5; RCP8.5	Aasta keskmise temperatuuri tõus	1.06	Uute invasiivsete võõrliikide juurdetulek, mõningate seniste võõrliikide mõju suurenemine ehk nende invasiivseks muutumine, seniste tõrjeviiside tõhususe vähenemine	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5; RCP8.5	Merevee aasta keskmise temperatuuri tõus	1.06	Uute invasiivsete võõrliikide juurdetulek, mõningate seniste võõrliikide mõju suurenemine ehk nende invasiivseks muutumine, seniste tõrjeviiside tõhususe vähenemine	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	kogu Eesti, eriti rannik ja meri
	RCP4.5; RCP8.6	Siseveekogude aasta keskmise temperatuuri tõus	1.06	Uute invasiivsete võõrliikide juurdetulek, mõningate seniste võõrliikide mõju suurenemine ehk nende invasiivseks muutumine, seniste tõrjeviiside tõhususe vähenemine	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5; RCP8.7	Merejää kestuse ja ulatuse vähenemine talvel	1.06	Uute invasiivsete võõrliikide juurdetulek, mõningate seniste võõrliikide mõju suurenemine ehk nende invasiivseks muutumine, seniste tõrjeviiside tõhususe vähenemine	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	kogu Eesti, eriti rannik ja meri

Tabel 8. Kliimamuutuste mõjud **kaitse- ja hoiualadele.**

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju alavaldkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Tõenäosus (kõrge, keskmine, madal, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
Kuni 2020	Senine ilmastik	Aasta keskmise temperatuuri tõus ja sademete hulga kasv	1.01	Oluline mõju puudub	0	väike	väike	suur	otsene	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Mereveetaseme tõus	1.01	Oluline mõju puudub	0	väike	väike	suur	otsene	Eesti rannik ning saared
Kuni 2030	Senine ilmastik	Aasta keskmise temperatuuri tõus ja sademete hulga kasv	1.01	Mõju puudub või väga väike, pigem mõjutavad elurikkust maakasutuse muutumine, inimtegevuse intensiivsuse suurenemine jms	0	väike	väike	suur	otsene	Kogu Eesti
2021–2050	RCP4.5	Aasta keskmise temperatuuri tõus	1.07	Osad taimeliikidest kasvukohaspetsialistid surevad kliimamuutuste korral toimuva kasvukohtade ahenemise tagajärjel välja	-	väike kuni keskmine	pigem väike	keskmine	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5; RCP8.5	Aasta keskmise temperatuuri tõus ja sademete hulga kasv	1.04	Liigid vahelduvad, aga üldine liigirikkus jääb samale tasemele	0	väike kuni keskmine (sõltuvalt uute liikide mõjust ökosüsteemidele)	pigem väike	keskmine		
	RCP4.5; RCP8.5	Aasta keskmise temperatuuri tõus	1.08	Osad taimeliigid surevad välja	-	väike kuni keskmine (sõltuvalt uute liikide mõjust ökosüsteemidele)	pigem väike	keskmine	otsene	kogu Eesti

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju alavaldkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Tõenäosus (kõrge, keskmine, madal, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP8.5	Aasta keskmise temperatuuri tõus	1.07	Pooled taimeliikidest kasvukohaspetsialistid surevad kliimamuutuste korral toimuva kasvukohtade ahenemise tagajärjel välja	-	keskmine kuni suur	keskmine	pigem väike	otsene	kogu Eesti
	RCP8.5	Aasta keskmise temperatuuri tõus	1.09	Osad selgrootud surevad Põhja-Euroopas välja	0	väike	väike	keskmine	otsene	kogu Eesti
2051–2100	RCP4.5	Aasta keskmise temperatuuri tõus	1.14	Putukaliigid välja ei sure	0	väike	väike	keskmine	Otsene	kogu Eesti
	RCP4.5	Aasta keskmise temperatuuri tõus	1.15	Liblikaliikide arv Euroopas ei muutu	0	väike	väike	keskmine	Otsene	kogu Eesti
	RCP4.5	Aasta keskmise temperatuuri tõus	1.08	Osad taimeliigid surevad Eestis välja	-	keskmine	väike kuni keskmine	keskmine	Otsene	kogu Eesti
	RCP8.5	Aasta keskmise temperatuuri tõus	1.16	Sureb välja osa putukaliikidest	0	väike	väike	keskmine	Otsene	kogu Eesti
	RCP4.5; RCP8.5	Aasta keskmise temperatuuri tõus ja sademete hulga kasv	1.11	Väljasuremise määrad raskesti ennustatavad, juurdeemigreeruvate liikide arv võib sõltuda pigem maakasutuse muutustest ja muudest säärastest faktoritest	0	teadmata	teadmata	keskmine	Otsene	kogu Eesti
	RCP4.5; RCP8.5	Äärmuslike kliimasündmuste esinemise sagenemine (põuad)	1.17	Rohumaakoosluste taimede liigirikkus ei vähene	0	väike	väike	keskmine	Otsene	kogu Eesti
	RCP4.5; RCP8.5	Mereveetaseme tõus	1.13	Hävinevad väärtuslikud maismaa rannikuökosüsteemid, taimekooslused ja haruldased liigid	-	suur	suur	keskmine	Otsene	Eesti rannik

1 **1.4.4. Mõjude kokkuvõte**

2 Ohustatud ja ka tavalisi liike mõjutavad kõige rohkem keskmine temperatuuri tõus,
3 äärmuslikud kliimasündmused, ka merejää kestuse ning ulatuse määr, samuti
4 mereveetaseme tõus (vt lisaks **Tabel 6**). Nende ilmasündmuste tagajärjel võib näha muutusi
5 liigirikkuses ja liikide vaheldumises. Negatiivsed mõjud on liikide kadumine ja arvukuse
6 vähenemine, paljunemisedukuse kahanemine, geneetilise mitmekesisuse kadu. Oodata võib
7 ka muutusi liikide fenoloogias ja omavahelistes suhetes. Positiivseks võib pidada üldist
8 liigirikkuse taseme säilimist.

9 Invasiivseid võõrliike mõjutavad erinevatest ilmamuutustest kõige enam keskmine õhu- ja
10 veetemperatuuri tõus ning samuti jääkatte kestuse ja ulatuse vähenemine (vt lisaks **Tabel**
11 **7**). Nimetatud muutused võivad põhjustada uute invasiivsete võõrliikide lisandumist, samuti
12 seniste võõrliikide invasiivseks muutumist ning seniste tõrjeviiside tõhususe vähenemist.

13 Kliimamuutused toovad kaasa muutused elurikkusele tervikuna ja muutused üldises
14 elurikkuses mõjutavad ka kaitse- ja hoiualasid, nende eesmärgid ja seisundit. Kaitse- ja
15 hoiualasid mõjutavad peamiselt keskmine temperatuuri tõus ja mereveetaseme tõus (vt
16 lisaks **Tabel 8**). Liikide liikumise tõttu surevad osad kohalikud liigid välja.
17 Kliimamuutustest on kõige enam haavatavamad kasvukohaspetsialistid. Samas liikide
18 vaheldumisega liigirikkus võimalik et ei muutu, aga uute liikide tulekuga muutub liigiline
19 koosseis. Kliimamuutustega kaasnevad osade ökosüsteemide hävimised ja teiste
20 ökosüsteemide muutused.

21

22 **1.4.5. Piiriülesed aspektid**

23 Eesti ja Euroopa elurikkuse kaitse tugineb peamiselt kahele direktiivile. Esiteks
24 linnudirektiiv (Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiivi 2009/147/EÜ, 2009) sätestab
25 liikmesriikide õigused ja kohustused loodusliku linnustiku kaitseks ja kasutamiseks ning
26 teiseks loodusdirektiiv (EL direktiiv 92/43/EMÜ, 1992) käsitleb ohustatud elupaikade ning
27 loodusliku loomastiku ja taimestiku kaitset. Strateegilised eesmärgid elurikkuse
28 säilitamiseks on Euroopa tasemel püstitatud ELi bioloogilise mitmekesisuse strateegias
29 aastani 2020 (2011) ja liikmesriikide bioloogilise mitmekesisuse strateegias aastani 2020
30 (Eesti "Looduskaitse arengukava aastani 2020" võeti vastu 2012. aastal). EL-i bioloogilise
31 mitmekesisuse strateegias aastani 2020 (2011) rõhutatakse elurikkuse olulisust
32 kliimamuutuste leevendamisel ja sellega kohanemisel. Looduse potentsiaali täiel määral
33 väärtustamine aitab saavutada näiteks kliimamuutustele vastupidavama ja vähese CO₂
34 heitega majanduse ehk ökosüsteemipõhised lähenemisviisid kliimamuutuste mõju
35 vähendamisele ja nendega kohanemisele võivad osutada tehnoloogialahenduste kõrval
36 kulutõhusaks võimaluseks, mis pakub lisaks elurikkuse kaitsmisele ka mitmeid muid
37 hüvesid.

38

39 **1.5. Soovitused ja edasised uuringusuunad**

40 Teadustöö lünkade täitmiseks on oluline suurendada meie teadmisi elurikkuse ja
41 kliimamuutuste seostest. Elurikkuse muutuste prognoosimine kliimamuutuste tõttu on
42 keeruline, sest suures osas puuduvad kindlad uuringud Eesti kohta. Oluline on liigi piisav

1 arvukus pikas perspektiivis, liigi loodusliku levila säilitamine nii praegu kui tulevikus ja
2 talle sobilike elupaikade olemasolu ning ökosüsteemi(de) funktsioonide säilimine. Mõjude
3 hindamisel saab toetuda peamiselt suuremahulistele uuringutele, mis hõlmavad ühe
4 piirkonnana ka Eestit või liike, mis on ka Eestis olemas, ning teha nende põhjal järeltõlki
5 Eestis toimuda võivate protsesside kohta. Samas on üldiseid trende siiski võimalik näha
6 ning neid Eesti taustsüsteemi üle võtta. Kliimamuutuste kõrval mõjutavad elurikkust elu- ja
7 kasvupaikade kadumine, nende kvaliteedi halvenemine ja killustumine inimtegevuse tõttu
8 ning kliimaatilistest teguritest tingitud mõju on raske antropogeensetest mõjudest eristada.
9 Samuti tuleb tähele panna, et kliimamuutuste mõjud võivad elurikkusele jääda pikaks ajaks
10 varjatuks.

11 Kliimamuutuste otsest mõju elurikkusele ühe konkreetse riigi, eriti veel väikeriigi
12 kontekstis, on küllalt keeruline mõne teadusliku eksperimendi või vaatlusandmete põhjal
13 ennustada (Jetz *et al.*, 2007). Elurikkuse muutuste analüüsimiseks nii väikeses skaalas napib
14 enamasti usaldusväärseid algandmeid, mis ulatuksid piisavalt kaugele minevikku. Samuti
15 ei tulene nii väikeses ruumiskaalas toimuvad muutused enamasti otseselt kliima enese
16 muutumisest, vaid on pigem tingitud sellega otsesemalt ja kaudsemalt kaasnevatest
17 mõjudest, nagu muutused maakasutusviisis, inimõigus jms (Peterson *et al.*, 2011). Seega
18 tuleks selliste analüüside puhul silmas pidada laiemat, vähemalt regionaalset ruumiskaalat
19 ja käsitleda Eestis toimuvaid muutusi, kas siis Põhja- või Ida-Euroopa kontekstis. Ainult
20 siis oleks võimalik eraldada kliimamuutuste otsest mõju elurikkusele muudest toimuvatest
21 ja kaasnevatest mõjudest. Samuti tasub nendes uuringutes keskenduda mitte üksnes
22 ohustatud ja/või haruldastele liikidele ning nende ellujäämismustritele, nagu seda enamasti
23 tehakse, vaid läheneda lisaks sellele vaatenurgale ka funktsionaalselt ja mehhanismidega
24 seonduvalt. Uurida võiks näiteks kliimamuutuste võimalikku mõju koosluste seisukohalt
25 väga olulistele liikidele (dominandid jt), funktsionaalsetele tunnustele (eluvormid jms) ja
26 fülogeneetilistele parameetritele, samuti mõju mehhanismidele (füsioloogilised lõivsuhted
27 stressitaluvuses jms), mis kliimatingimusi elurikkuse funktsionaalsete aspektidega seovad
28 (Laanisto *et al.*, 2015).

29 Pakume siinkohal välja viis võimalikku teaduslikku lähenemist, kuidas saaks tõhusamalt
30 uurida kliimamuutuste mõju elurikkusele nii, et saadud tulemuste põhjal oleks võimalik ka
31 Eestis leiduva mitmekesisuse kohta järeltõlki teha:

32 1) **Olemasolevate teadmiste koondamine.** Viimase paarikümne aasta jooksul on maailma
33 teaduskirjanduses avaldatud tuhandeid mudeleid kliima ja selle muutuste võimalike mõjude
34 kohta elurikkuse eri rühmadele (Araujo ja Guisan, 2006; Elith ja Leathwick, 2009;
35 Calabrese *et al.*, 2014). Suur osa nendest uuringutest keskendub nendele piirkondadele, kus
36 valdav osa maailma loodusteadlastest ise elab – põhjapoolkera parasvöötme tiheasustatud
37 aladele (Peterson *et al.*, 2011). Seega hõlmavad need uuringud sageli ka Eestit.
38 Olemasolevaid uuringuid kokku kogudes ja sealseid tulemusi võrdlevalt analüüsid on
39 võimalik saada üldpilt selle kohta, milliseid muutusi suuremas skaalas toimivad mudelid
40 Eesti kohta ennustavad;

41 2) **Piiriliikide uurimine.** Empiiriliste uuringute käigus tasuks uurida eelkõige nende liikide
42 või ökosüsteemide dünaamikaid, kes või mis on Eestis oma levikupiiril. Näiteks rohkem
43 kui kolmandiku Eesti taimestikust moodustavad siin oma areaali piiril kasvavad taksonid
44 (Kukk, 1999). Kliimamuutuste võimalik mõju nendele liikidele ja ökosüsteemidele peaks
45 avalduma kiiremini ja reljeefsemalt, kui Eestis oma leviku keskpäigas, mitte äärealadel
46 elavate liikide puhul (Sammul *et al.*, 2008b). Oluline on ka uurida lõunakaarte piiriliikide
47 (nii looduskaitse all olevad kui ka tavalised liigid) kohanemist kliimamuutuste kontekstis
48 ehk uurida stressifaktorite (valgus, temperatuur, CO₂, niiskus) muutumiste taluvuspiire
49 areaalipiiril olevatel liikidel looduslikes tingimustes.

1 3) **Võõrliikide, eeskätt invasiivsete võõrliikide uurimine.** Liikide levilate muutused on
2 normaalne protsess, muuhulgas aga võivad siia jõuda ka invasiivsed võõrliigid, kes
3 avaldavad olulist negatiivset mõju siinsetele ökosüsteemidele ja liikidele. Seetõttu oleks
4 tarvilik analüüsida, millised probleemseks osutuvad liigid võivad tulevikus Eestisse levida,
5 kuid samuti seda, milliste juba kohal olevate võõrliikide mõju võib toimuvate
6 kliimamuutuste tõttu suurenda.

7 4) **Levikuatlaste uurimine leviku mudeldamise asemel.** Terves maailmas on Eesti loodus
8 on üks maailma paremini kirjeldatud. Meil on kaardistatud nii muld, elupaigatüübid,
9 kasvukohad kui ka liikide levik. Sealhulgas on taimeliikide leviku kaardistamisel jõutud
10 juba kolmanda põlvkonnani (Hanson, 2015). See teave võimaldab kliimamuutuste mõju
11 elurikkusele uurida oluliselt täpsemalt ja üksikasjalikumalt, kui võimaldab selle valdkonna
12 valdav metoodika, milleks on liikide levikumudelite koostamine. Need mudelid, mis küll
13 annavad üsnagi hea arusaama suures skaalas toimuda võivatele väga üldistele muutustele
14 on esiteks väga robustsed, teiseks rajanevad need sageli küllaltki looduskaugetele alustele
15 ning sisaldavad endas palju määramatust ja muidki probleeme (Araujo ja Guisan, 2006;
16 Peterson *et al.*, 2011). Eri põlvkondade levikuatlastes sisalduva teabe võrdlemine annab
17 võimaluse saada oluliselt täpsemat teavet juba aset leidnud muutuste kohta ja need
18 tulemused võimaldavad samuti täpsustada liikide levikumudeleid, nii nende dünaamikat kui
19 ka analüüsitavaid algandmeid (Laanisto *et al.*, 2015);

20 5) **Liigisisene varieeruvus kui levikumudeleid täpsustav mehhanism.** Traditsioonilise
21 loodusteadusliku töö käigus akumulēerub teave, mida saab tänapäeval taaskasutada mõnes
22 teises lähenemises. Näiteks ei võta liikide levikumudelid seni arvesse liigisisest
23 varieeruvust – liikide fülogeneetilist varieeruvust või ontogeneetilist plastilisust, mis on üks
24 põhilisi mehhanisme, mille abil suudab organism toime tulla uute ja muutunud või muutlike
25 keskkonnatingimustega (Albert *et al.*, 2010; Violle *et al.*, 2012; Jung *et al.*, 2014; Albert,
26 2015). Liigisisese varieeruvuse määra (milline on liikide varieeruvus terve leviala ulatuses),
27 allikate (kas varieeruvuse võime on geneetiline, epigeneetiline või ontogeneetiline; kas
28 püsiva või ajutise loomuga) ja ulatuse (kas see avaldub pigem indiviidi, osapopulatsiooni
29 või populatsiooni tasandil) uurimine on ökoloogia ja biogeograafias alles üsna algusjärgus
30 (Albert *et al.*, 2011). Sidudes liigisisest varieeruvust levikuatlastest saadava teabe või
31 piiriliikide uurimisega, on võimalik tuvastada seda, mis seda varieeruvust tingib, kui
32 ulatuslik see võib olla, millistel tasanditel see avaldub, ning seeläbi on võimalik esiteks
33 täpsustada kliimamuutuste võimalikku mõju Eestis kasvavatele ja elavatele liikidele, ent
34 samuti täpsustada liikide levikumudeleid, nii nende dünaamikat kui ka analüüsitavaid
35 algandmeid (Laanisto *et al.*, 2015).

36 Ülalmainitud elurikkuse ja kliimamuutuste omavaheliste seoste teadusuuringute järjepidev
37 rahastamine teabelünkade täitmiseks oleks vajalik teadustöötajate ja -institutsioonide
38 ebakindluse vähendamiseks. Strateegiliselt peaks tähtsustama kliimamuutuste negatiivset
39 mõju elurikkusele ja seda, et see on kõigi ühine mure. Riiklikul tasandil peaks
40 prioritseerima eelnimetatud ja muud sarnased teemad ning vastavalt sellele leidma
41 erinevate valdkondade esindajatest pikaajalised partnerid (teadusasutused, valitsusvälised
42 teadusorganisatsioonid jne), kellelt valdkondadeüleseid tihedal koostööl põhinevaid
43 laiapõhjalisi teadusuuringuid tellida.

1 2. Maismaa ökosüsteemid

2 **Kriiska**, Kaie; **Laht**, Janika; **Kalamees**, Rein; **Mander**, Ülo
3 **Tartu Ülikool**, ökoloogia ja maateaduste instituut

4 2.1. Sissejuhatus

5 Maismaa ökosüsteemid – metsad, sood, märgalad, põllumaad ja rohumaad – pakuvad
6 mitmeid nii looduskeskkonnale kui ühiskonnale eluliselt vajalikke teenuseid ja hüvesid:
7 elupaika liikidele; toitu, toormaterjali ja rekreatsioonivõimalusi inimesele; mõjutavad
8 aineringe kaudu kliimat jne. Ökosüsteemiteenused, nt süsiniku sidumine ning kaitse
9 üleujutuste ja mullaerosiooni eest, on kliimamuutustega otseselt seotud, seepärast pakuvad
10 terved ja taastumisvõimelised ökosüsteemid olulist kaitset kliimamuutuste mõju vastu
11 (Valge raamat, 2009). Maismaa ökosüsteemid saab jaotada vastavalt enamlevinud
12 taimekoosluste (Paal, 1999) ja maakasutuse järgi (IPCC, 2006) kolmeks kombineeritud ala-
13 kategooriaks:

- 14 • **metsad;**
- 15 • **sood ja teised märgalad;**
- 16 • **põllumaad ja rohumaad.**

17 Mets on Eestis valdav ökosüsteem, kattes ligikaudu poole Eesti maismaast. Metsad on
18 olulisim riiklik loodusvara, ökosüsteemi hüvede ja teenuste pakkuja, elupaikade ja
19 loodusliku mitmekesisuse tagaja ning maismaa veerežiimi ja kliima mõjutaja. Eesti asub
20 segametsade võõndi äärmises põhjaosas (Laas *et al.*, 2011). Puistutest esineb enam
21 männikuid, kaasikuid ja kuusikuid, vähem on hall-lepikuid, haavikuid ja sanglepikuid (Eesti
22 keskkonnaindikaatorid, 2014). Eesti metsad on väga mitmekesised, enamlevinud metsa
23 tüübirühmad on palu-, laane- ja soovikumetsad. Arvestades Eesti kliimaatilisi tingimusi ja
24 väikest pindala, võib meie metsi pidada liigirikasteks („Eesti maaelu arengukava 2014–
25 2020“, 2014).

26 Eestis kasvab mets ca 2,3 miljonil hektaril, millest 10% on rangelt kaitstavad alad
27 (Aastaraamat Mets 2013, 2014). Eesti metsad on elupaigaks umbes 20 000 taime-, looma-
28 ja seeneliigile (Lõhmus, 2004; Lõhmus *et al.*, 2004), kusjuures 24,7% kõigist punase
29 nimekirja ohustatud liikidest on seotud metsaelupaikadega (Timm, 2011). Natura 2000
30 aladele, mille eesmärgiks on tagada või taastada Euroopa Liidus ohustatud taime- ja
31 loomaliikide ning ohustatud elupaigatüüpide soodne seisund, jääb metsi kokku ligikaudu
32 355 000 ha ehk umbes 16% kõikidest metsadest (Eesti looduse kaitse aastal 2011, 2012;
33 „Eesti maaelu arengukava 2014–2020“, 2014).

34 Märgalad on maismaa ja veekeskonna üleminekualad. Märgalade kaitseks on 1971. aastal
35 sõlmitud Ramsari konventsioon, millega on tänaseks ühinenud 168 riiki. Konventsiooni
36 eesmärk on kaitsta kogu maailma märgalaid, kuna nende pindala ja väärtus väheneb
37 pidevalt nende kuivendamise, reostamise ja majandusliku kasutuselevõtu tõttu. Ramsari
38 definitsiooni kohaselt loetakse märgaladeks kõiki veega küllastunud maaalaid (nt lodud,
39 sood, pinnaveekogud), nii looduslikke kui ka kunstlikke, nii seis- kui vooluveelisi, nii
40 alalisi kui ka ajutisi, nii mageda- kui ka riim- ja soolaveelisi, sealhulgas merealad, vee
41 sügavuseni kuni kuus meetrit rannikust (Ramsar Convention Secretariat, 2006). Eesti ühines

1 Ramsari konventsiooniga 1994. aastal ning Eestist on sellesse nimekirja arvatud 17 märgala
2 kogupindalaga 306 708 ha.

3 Soo on looduslik ala või ökosüsteem, kus liigniiskuse ja hapnikuvaeguse tingimustes jääb
4 osa taimejäänuseid lagunemata ning ladestub turbana (Masing, 1988). Soodena käsitletakse
5 kuivendamata alasid, kus turbalasuundi tüsedus on vähemalt 30 cm. Seesugust turbakihi
6 paksust põhjendatakse sellega, et nimetatud piiri ületamisel kasvab suurem osa taimejuuri
7 turbas ja ei ulatu enam mineraalsete kihtideni (Kohv ja Salm, 2012; Masing, 1998).
8 Taimkatte primaarproduktisioonist akumuleeritakse kuni 20%, keskmiselt 10–15%, ning
9 ülejäänud osa taimkattest laguneb. Juurdekasv on suurim jahedal ja niiskel perioodil. Eesti
10 soode turba juurdekasv rabades on üle 1 mm, madalsoos alla 0,5 mm aastas, seega kulub
11 meetrise turbakihi tekkeks umbes tuhat aastat. Eesti rabades on turbakihi paksus enamasti
12 5–7 m (Raukas, 1995).

13 Kuna Eestis on olnud soodsad tingimused soode arenguks, on siin välja kujunenud väga
14 suur soode mitmekesisus (Valk, 1988). Soo- ja turbaalasad on kokku 1 009 101 ha, mis
15 moodustab 22,3% riigi pindalast (Raukas, 1995). Eesti kuuenda kliimaaruande kohaselt on
16 looduslike märgalade ja kuivendatud turbaalade pindalad 487 030 ha ja 18 590 ha vastavalt.
17 Umbes 1/4 Eesti soodest ja turbaaladest on kaitsealused, ligikaudu 2% on määratud turba
18 tootmise jaoks ning ~1% neist on mahajäetud (Orru ja Orru, 2008). Eesti soode pindala on
19 vähem kui sajandi jooksul vähenenud umbes 2,7 korda, kõige suurem muutus on toimunud
20 madalsoode pindalal, mis on kahanenud 7,1 korda, rabade pindala on vähenenud 1,7 korda
21 (Kohv ja Salm, 2012). 2010. aasta märgalade inventuuri andmete põhjal on tegelik soode
22 osakaal Eestis vaid 5,5% Eesti pindalast ehk 240 000 hektarit. Praeguseeni säilinud soodest
23 on Eestis looduskaitse all 72,5%, nendest omakorda 89% on suure loodus- kaitseväärtusega,
24 ent 8% suure väärtusega soodest on kaitsmata (Paal ja Leibak, 2011).

25 Eesti rohumaad ja põllumaad on kujunenud pikaajalise inimõju tulemusena metsade ja
26 märgalade asemele. Eestis oli 2013. aastal Statistikaameti andmetel 957 506 ha
27 põllumajandusmaad. Püsirohumaad oli 324 556 ha ja tootmiseks mittekasutatavaid
28 rohumaad oli 108 421 ha. Põllumaad oli Eestis 628 312 ha, sellest 157 726 ha moodustasid
29 lühiealised rohumaad (millel kasvatatakse külvikorras mitmeaastaseid heintaimi, mida
30 viljeletakse kuni viis aastat) (Statistikaamet, 2015).

31 Viimased suuremad muutused rohumaade ja põllumaade pindalal toimusid Eestis läinud
32 sajandi 70. aastatel, mil paljud põlised poollooduslikud rohumaad hariti üles põllumaaks,
33 ning 90. aastatel kui paljud rohumaad võsastusid, sest nende niitmine või karjatamine
34 lõpetati. Rohumaade pindala on viimase 40 aasta jooksul vähenenud rohkem kui kaks korda
35 (Antso ja Hermet, 2012).

36 Poollooduslike kooslusi (Loodusdirektiivi elupaigatüüpide tähenduses, puisniidud ja
37 kadastikud k.a) on Eestis hinnanguliselt kokku 130 000 ha (Kukk ja Sammuli, 2006). Eesti
38 kaitsealadel oli 2013. aasta seisuga 60 000 ha poollooduslike kooslusi, millest hooldati
39 26 985 ha. Hooldatavate poollooduslike koosluste pindala on lähiaastatel plaanis tõsta kuni
40 45 000 ha (PLK arengukava, 2013). Eesti poollooduslikud aruniidukooslused on
41 asjatundjate hulgas hinnatud väga kõrge soontaimede väikeseskaalalise liigirikkuse poolest
42 (Wilson *et al.*, 2012). Eesti senised liigirikkuse rekordid on registreeritud kõik Laelatu
43 puisniidul Läänemaal – 25 liiki 10×10 cm, 42 liiki 20×20 cm (Kull ja Zobel, 1991) ja 76
44 liiki 1×1 m proovipinnalt (Sammuli ja Kukk, 2013).

45 Alljärgnevalt (ptk-d **2.3.1** kuni **2.3.3**) analüüsitakse kliimamuutuste ja inimtegevuse mõju
46 erinevate maismaa ökosüsteemide seisukorrale ja funktsioonidele.

1 **2.2. Metoodika**

2 **Hetkeolukorra analüüs**

3 Maismaaökosüsteeme puudutava ülevaate koostamisel tuginetakse avaldatud
4 teaduspublikatsioonidele, ametlikele uuringutele, analüüsidele ja prognoosidele,
5 juhendmaterjalidele ning ekspertarvamustele. Lisaks kasutati värskemaid võimalikke
6 Statistikaameti andmestikku. Mineviku ilmastikunähtuste mõjude kirjeldamisel toetuti
7 olemasolevatele teaduspublikatsioonidele alavaldkondades ning meetmete ülevaate
8 koostamiseks töötati läbi erinevad riiklikud strateegiad ja arengukavad ning nendega seotud
9 määrused. Soode ja märgalade kasvuhoonegaaside emissiooni ja statistiliste andmete kohta
10 saadi teavet erinevatest läbiviidud uuringutest ja analüüsides, osalt ka
11 teaduspublikatsioonidest. Eesti rohumaid ja põllumaid puudutav teave saadi eesti
12 põllumajandusteadlaste värskematest teaduspublikatsioonidest. Üldisem käsitlus pärineb
13 muu maailma parasvöötme rohumaa ja põllumaa ökoloogiat ja süsinikumajandust
14 käsitlevatest teadustöödest.

15

16 **Mõjude analüüs**

17 Metsanduse ning põllu- ja rohumaa valdkonna kliimamuutuste mõju ja haavatavuse
18 analüüsil lähtutakse nii Eesti riiklikest kui rahvusvahelistest aruannetest, teadustöödest ning
19 eksperthinnangutest. Soode ja märgalade valdkonnas tuginetakse mõjude hindamisel
20 peamiselt Nõges'e jt (2012) koostatud kirjanduse ülevaatele, aga ka
21 teaduspublikatsioonidele ja ekspertarvamustele.

22 Kliimariiskide, mõjude kirjeldamisel on tekstis (ptk **2.4**) viidatud mõjude analüüsi
23 ülevaate tabelites (**Tabel 9**, **Tabel 10** ja **Tabel 11**) vastava mõju numbrile (2.XX).

24 **2.3. Alavaldkondlik hetkeolukorra analüüs**

25 **2.3.1. Metsad**

26 Metsal on ökoloogilised, sotsiaal-kultuurilised ja majanduslikud funktsioonid (Laas *et al.*,
27 2011). Metsa sotsiaalmajanduslikke ning bioloogilise mitmekesisuse teemasid
28 analüüsitakse põhjalikumalt uurimuse teistes peatükkides (vt nt ptk **7.3 Metsandus**). Antud
29 peatükis keskendutakse eelkõige metsa ökoloogiliste väärtuste alla kuuluvale maapealsele
30 ja maa-alusele aineringle, sest metsad on ühed olulisemad süsihappegaasi siduvad
31 maismaa ökosüsteemid, mis mõjutavad kogu süsinikuringet (Laas *et al.*, 2011). Metsad
32 eemaldavad elutegevuse käigus atmosfäärist süsinikdioksiidi, akumuloides suurema osa
33 süsinikust puutüvedesse. Rangel kaitstavatel metsadel on lisaks CO₂ sidumisele ka süsiniku
34 pikaajalise säilitamise funktsioon („Eesti metsanduse arengukava aastani 2020“, 2010).
35 Eesti metsaökosüsteem seob aastas umbes 5,5 miljonit tonni süsihappegaasi¹, millest
36 kasvavasse puitu talletub ligikaudu 5,0 miljonit tonni CO₂ ja mulda 0,4 milj tonni CO₂
37 aastas, vähem akumuloides süsinikku varises ja surnud puidus (1990–2012 keskmised
38 väärtused, National Inventory Report 2014).

39 Uuringud on näidanud, et parasvöötme ja boreaalsetes metsades ületab mulla süsinikuvaru
40 maapealse biomassi varusid (Prentice, 2011), seejuures võib mullas paikneda 60–85% kogu
41 maismaa ökosüsteemi süsinikust (Dixon *et al.*, 1994). Seetõttu on oluline pöörata

¹ Hinnang põhineb aastasel süsinikuvaru muutusel (IPCC 2006).

1 tähelepanu metsa süsinikubilansi ja sellega seotud kliimamuutuste analüüsil kui ka
2 metsamajandamise planeerimisel lisaks puiduressursi kasutamisele ka mullasüsiniku
3 dünaamikale ning seda mõjutavatele teguritele.

4 Kõlli et al. (2004) andmetel on Eesti metsamuldade orgaanilise süsiniku varu $314,4 \pm 27,1$
5 Tg C, millest *ca* 57% asub huumuskattes ja 43% alusmullas, kusjuures *ca* 55% on seotud
6 mineraal- ja 45% turvasmuldadesse. Eesti kliimale on iseloomulik, et sademete hulk ületab
7 aurumist, mistõttu on turvasmuldade (turbahorisont üle 30 cm) osakaal meie metsades suur.
8 Viimaste statistilise metsainventeerimise andmete järgi (Keskkonnaagentuur, 2015)
9 hõlmavad turvasmullad 21% metsamaast. Pindalaliselt katavad turvasmullad 457 000 ha ja
10 mineraalmullad 1 813 000 ha metsamaast.

11 Aastaks 2100 prognoositakse Eestis õhutemperatuuri tõusu 2,6–4,3 °C võrra ning sademete
12 suurenemist 14–19% võrreldes perioodiga 1971–2000 (Luhamaa *et al.*, 2015).
13 Kliimamuutused ohustavad nii metsade ökoloogilisi kui sotsiaalmajanduslikke funktsioone
14 – muutub puude kasvukiirus, liigiline koosseis, soodustub kahjurite levik ning äärmuslike
15 ilmastikunähtuste esinemissageduse ja intensiivistumise tõttu suurenevad
16 metsakahjustused.

17 Põhja-Euroopas on kliimamuutustega kaasneva CO₂ kontsentratsiooni ja õhutemperatuuri
18 tõusul positiivne mõju metsa produktioonile, samas võib põua ja häiringute riski
19 suurenemine tuua kaasa vastupidise efekti. Seejuures sõltub metsaökosüsteemi kohanemise
20 võime nii puude kui kogu ökosüsteemisisesest adapteerumise võimest, lisaks
21 sotsiaalmajanduslikest teguritest, eelkõige metsamajandamise võtetest (Lindner *et al.*,
22 2010).

23 Eesti kuuenda kliimaaruande (2013) kohaselt kasvavad mänd ja kuusk hästi ka Eestiga
24 võrreldes 5 °C kõrgema temperatuuriga elupaikades, kui seal ei ole põuaperioode. Seega ei
25 too temperatuuri tõus kaasa arvestatavaid muutusi Eesti metsade puuliigilises koosseisus,
26 kuid võimalikud muutused võivad toimuda liikide osakaalus.

27 Skandinaavia maades ning põhjapoolsetes parasvöötme metsades läbi viidud empiirilised
28 uuringud kui ka modelleerimine on kinnitanud metsa ökosüsteemi neto
29 primaarproduktiooni suurenemist kuni 40% kõrgendatud atmosfääri CO₂ kontsentratsioon
30 ja õhutemperatuuri tingimustes. Põhjuseks on vegetatsiooniperioodi alguse nihkumine
31 varasemaks (varasem pungumine ning lehtede areng kevadel) ning kiirem
32 fotosünteesiapparaadi taastumine talvekahjustustest (Bergh *et al.*, 2003; Talhelm *et al.*,
33 2014). Samas suurendavad soojad talved metsapuudel külmakahjustuse ohtu (Solberg,
34 2006). Enneaegselt puhkevad pungad on hilisema temperatuurilanguse suhtes eriti
35 tundlikud, samuti suureneb vee aurumine võrast, mida veel uinuva puu veevarustussüsteem
36 ei suuda kompenseerida (Voolma, 2008). Wu (2011) järgi suurendab kliimasoojenemine
37 metsa primaarproduktiooni, samas ka ökosüsteemi fotosünteesi ja hingamist.

38 Puidu juurdekasvust väiksem raie ning metsa tagavara kasv tagab metsa rolli süsiniku siduja
39 ja akumulierijana. Nii prognoositav puidu juurdekasvu suurenemine kui ka kasvavad
40 majanduslikud eesmärgid soosivad Eestis intensiivsemat metsamajandust, sh suuremat raiet.
41 Kehtivas metsanduse arengukavas soovitatakse teostada praegusest 8,3 miljoni m³ aastasest
42 raiemahust oluliselt suuremat raiet – 12–15 miljonit m³ aastas, seejuures suureneb lageraiete
43 maht kuni kaks korda. Raiemahtude suurendamisega kaasneb oht elurikkusele läbi
44 väärtuslike metsaelupaikade hävimise (Espenberg *et al.*, 2013; „Metsanduse arengukava
45 aastani 2020“, 2010; „Eesti metsanduse arengukava aastani 2020“ keskkonnamõju
46 strateegilise hindamise aruanne, 2010). Lisaks võib metsa intensiivne majandamine,

² 2003–2013 keskmine raiemaht. Aastaraamat Mets 2013, 2014.

1 eelkõige lageraied vähendada mulla süsinikuvaru. Süsinikuvoog mullast atmosfääri võib
2 suurenda lageraiejärgselt kuni 55% (Pumpanen, 2013). Seeläbi võivad Eesti metsad
3 muutuda süsiniku sidujast hoopis CO₂ emiteerijaks. Seetõttu tuleb metsamajandamise
4 planeerimisel lisaks majanduslikele eesmärkidele arvestada ka bioloogilise mitmekesisuse,
5 mullaviljakuse ja kogu metsa ökosüsteemi elujõulisuse tagamisega.

6 Mullakvaliteedi ja kasvutingimuste parandamiseks ning metsadele ligipääsu loomiseks on
7 rajatud kuivendussüsteeme ca 23% metsamaast („Maaelu arengukava 2014–2020“, 2014).
8 Mulla kuivendamine on seotud mullahingamise olulise intensiivistumisega, mistõttu
9 kujunevad kuivendatud alad süsihappegaasi allikateks, põhjustades seeläbi atmosfääri
10 kasvuhoonegaaside kontsentratsiooni tõusu ja kliima soojenemist. Eesti
11 keskkonnanstrateegia (2007) järgi on üheks tuleviku suundumuseks põllumaade ja metsade
12 kuivendamine, mis põhjustab intensiivistunud turba lagunemise tõttu turbavaru vähenemise
13 igal aastal 2,5–3 miljoni tonni võrra, suurendades proportsionaalselt CO₂ hulka atmosfääris.
14 Eestis on praegu käimas uuringud³, mille eesmärgiks on selgitada kuivendatud metsade CO₂
15 bilanss ehk kas mulla kuivendamisest tingitud suurenenud puitse biomassi produktsioon ja
16 süsiniku sidumine tasakaalustab orgaanilise mullasüsiniku eraldumise ja teiste
17 kasvuhoonegaaside mõju metsaökosüsteemis.

18 Soojenevad talved ja sellega kaasnev metsamulla mittekülmumine raskendab
19 metsamaterjali väljavedu niiskematest kasvukohatüüpidest, kus seda on traditsiooniliselt
20 tehtud külmunud pinnasega, põhjustades võimaliku metsamulla kahjustamine („Eesti
21 maaelu arengukava 2014–2020“, 2014). Kõrgenevad õhu- ja mullatemperatuur ning
22 suurenev sademete hulk kiirendavad mulla orgaanilise aine lagunemist, mille tulemusena
23 suureneb toitainete kättesaadavus, kuid ka emissioonid metsamullast (Nilson *et al.*, 1999).
24 Samas on leitud, et temperatuuril on olulisem mõju mulla süsiniku voogudele kui atmosfääri
25 CO₂ kontsentratsioonil (Niinistö *et al.*, 2004). Mullatemperatuuri tõustes kahaneb
26 peenjuurtesse paigutuva süsiniku hulk samaaegselt suureneva metsa puiduproduktsiooniga
27 (Ostonen *et al.*, 2011). See tähendab oluliselt vähenevat süsinikuvoogu mulda, mille
28 tagajärjel võib väheneda süsiniku salvestumine boreaalsete metsade mullas, sest mulda
29 pikemaks ajaks salvestatav süsinik pärineb suuremas osas juurtest (Rasse *et al.*, 2005).

30 Eestis on uuritud kõrgendatud õhuniiskuse mõju metsamullale (Hansen *et al.*, 2013;
31 Kukumägi *et al.*, 2014), mille tulemusena vähenes CO₂ voog mullast ja kasvas peenjuurte
32 biomass (Rosenvald *et al.*, 2014). Antud uuringutesse ei kaasatud paraku kliimamudelites
33 prognoositud temperatuuri tõusu mõju, mis võib muuta mulla mikroobikoosluse
34 elutegevuse intensiivsust ning seeläbi orgaanilise aine lagunemise kiirust ja mulla süsiniku
35 voogu. Kliimamuutuste mõju analüüsidest võib eeldada, et Eesti metsade aineringses
36 toimuvad samasuunalised trendid kui naaberriikides. Näiteks on Ojanen jt (2013)
37 järeldanud, et Soomes esinevad kuivendatud metsa turvasmullad võivad olla sõltuvalt
38 kasvukoha viljakusest nii kasvuhoonegaaside sidujad kui emiteerijad, kusjuures viljakates
39 kasvukohtades (mustika kasvukohatüüp, levinud Eestis 15% metsamaal, Aastaraamat Mets
40 2013, 2014) ületas biomassi seotud süsinik mulla kuivendamisest tulenevat süsinikukadu.

41 Põhiliselt kahjustavad Eesti metsi loodusjõud (tormid, lumi, liigne vesi, tuli), seemned (nt
42 juurepess, saaresurm, haavataelik), putukad (nt üraskid, männikärsakad), ulukid ja valed
43 majandamisvõtted (Erametsakeskus, 2014). Kevad-suviste põuaperioodide sagenemine ja
44 pikenemine soodustab juuremädanike arengut ja üraskite paljunemist (Eesti kuues
45 kliimaaruanne, 2013). Kooreüraskite arvukust on seni aidanud madalana hoida
46 mõnepäevased karmid talvekülmad, kuid nende tõenäosus väheneb kliima soojenemise

³ RMK rahastatud projekt „Süsiniku- ja lämmastikuringe muudetud hüdroloogilise režiimiga metsades“. Projekti kestus 2013-2016.

1 korral tunduvalt (Nilson, 2004). Pehmemad talved loovad soodsad elutingimused
2 kahjuritele, kes on tavapäraselt massiliselt esinenud Eestist lõuna pool („Metsanduse
3 arengukava aastani 2020“, 2010). Peamiseks eelduseks kooreüraskite hulgisigimisele on
4 tormikahjustused (Õunap, 2002). Põhjalikuma analüüsi metsakahjuritest leiab
5 metsahaiguste alavaldkonna alt (ptk 7.3.3).

6 Kliimamuutused mõjutavad metsa bioloogilist mitmekesisust. Kliima soojenedes jõuavad
7 Eesti aladele lõunast tulevad uued liigid, samas mõni põhjapoolne kaob, nt mesimurakas
8 (Erametsakeskus, Kuidas mõjutavad..., 2014). Täpsema analüüsi kliimamuutuste mõjust
9 elurikkusele leiab elurikkuse peatükist (ptk 1.3 ülal).

10 Mineviku ilmastikunähtuste mõju metsadele

11 Eestis prognoositakse seoses kliimamuutustega tuule keskmise kiiruse kasvu 3–18%, mis
12 on seotud Atlandilt meie aladele liikuvate tsüklonite arvu kasvuga (Luhamaa *et al.*, 2015).
13 Kasvavate puude väljalangemine tugeva tuule tõttu on Eesti metsades iga-aastane nähtus,
14 kuid alates 1999. aastast on suure purustusjõuga tormid tunduvalt sagedanenud (Kaubi, 2005).
15 Suurimat kahju tekitas 1967. aasta torm, kui tuulekiirused olid kohati 35 m/s (Tarand *et al.*,
16 2013), tuul murdis hinnanguliselt 3–6 miljonit tihumeetrit metsa, ületades vähemalt kaks
17 korda aastase puidukasutuse mahtu (Karell, 2001; Kaubi, 2005). Järgmine suurem torm
18 tabas Eestit 2001. aasta juulis, mille tagajärjel lamandus või murdis hinnanguliselt 970 000
19 tihumeetrit riigimetsa. 2005. aasta jaanuari torm kahjustas Eestis 1,1 miljonit tihumeetrit
20 (10% raiemahust) kasvavat metsa (Kaubi, 2005).

21 Metsatulekahjude arv ja pindala sõltub suuresti tuleohtliku perioodi ilmastikust.
22 Prognoositava kevad-suviste põuaperioodide sagedanemine ja pikenedamine suurendab oluliselt
23 tuleohtu metsades („Metsanduse arengukava aastani 2020“, 2010). Viimase paarikümne
24 aasta suurimad metsapõlengud toimusid Eestis aastatel 1992, 2002 ja 2006, mil sai
25 kahjustada vastavalt 1787 ha, 2082 ha ja 3096 ha metsa (Aastaraamat Mets 2013, 2014).

26 Olemasolevad meetmed

27 Eestis puuduvad praegu otsesed meetmed kliimamuutustega kohanemiseks metsanduse
28 valdkonnas, samas on mitmes riiklikus arengukavas ja strateegias täheldatud vajadust
29 analüüsida kliimamuutuste mõju keskkonnale ning metsaökosüsteemi säilimine *per se* on
30 seotud mitmete strateegiliste eesmärkidega.

31 Looduskaitse arengukava aastani 2030 sisaldab ühe eesmärgina metsaelupaigatüüpide ja -
32 liikide soodsa seisundi tagamise, meetmena on välja toodud ökosüsteemide kaitse
33 tulundusmetsades.

34 Eesti Keskkonnastrateegias aastani 2030 on välja toodud, et mets peab pakkuma nii
35 majanduslikke hüvesid (puit, seemned-marjad jm metsatooted) kui sotsiaalkultuurilisi
36 hüvesid nagu rekreatsioon, matkamine, ajaloolis-kultuurilised paigad (hiimäed jne). Samas
37 peab olema säilitatud metsaökosüsteemide mitmekesisus, tasakaal ning taastumisvõime.
38 Nende eesmärkide täitmiseks on üheks kavandatud meetmeks polüfunktsionaalsete metsade
39 kasvatamist ja jätkusuutlikku kasutamist tagavate soodustuste, toetuste ja regulatsioonide
40 süsteemi väljatöötamine.

41 Eesti maaelu arengukavas 2007–2013 toetatakse tegevusi, mis aitavad loodusõnnetuste või
42 tulekahju tagajärjel kahjustunud metsa taastada ning ennetada metsatulekahjusid,
43 soodustavad metsa bioloogilise mitmekesisuse, tervikliku ökosüsteemi ja kaitsefunktsiooni

1 säilitamist ja taastamist ning aitavad alal hoida metsa multifunktsionaalset rolli ning selle
2 vaimset ja kultuurilist pärandit.

3 Eesti maaelu arengukavas 2014–2020 on meetmete väljatöötamisel arvestatud muuhulgas
4 kliimamuutuste leevendamise ja kohanemise vajadusega. Otseselt või kaudselt panustavad
5 sellesse enamik keskkonna- ja investeeringutoetusi, samuti erinevad keskkonnavalase
6 teadlikkuse suurendamise tegevused. Prioriteet 4: “Põllumajanduse ja metsandusega seotud
7 ökosüsteemide taastamine, kaitse ja edendamine” ja prioriteet 5: “Loodusvarade tõhusama
8 kasutamise edendamine ning vähese CO₂ heitega ja kliimamuutuste suhtes vastupidavale
9 majandusele ülemineku toetamine põllumajandus-, toidu- ja metsandussektoris” all on
10 rõhutatud metsade olulist rolli süsinikuringes ja kliimamuutuste leevendajana. Metsa
11 majandusliku ja ökoloogilise elujõulisuse parandamise meetme raames toetatakse kesk-
12 konnasäästlike ja kliimateadlike metsamajandamisvõtete rakendamist (keskkonna- ja
13 majanduslikult väärtuslikuma ja vähem tuleohtlikuma puistu kujundamine, kasvavate
14 puude laasimine, metsa ja metsamaamulda säästvate seadmete ja tarvikute soetamine), mis
15 aitab kaasa süsiniku sidumise parandamisele.

16 Eesti metsanduse arengukava aastani 2020 käsitleb muuhulgas metsa kui kliimamuutuste
17 leevendajat ning täheldab, et metsa roll atmosfäärist süsinikdioksiidi sidujana on ligikaudu
18 proportsionaalne puistu biomassi suurenemisega. Arengukava strateegilisteks eesmärkideks
19 on metsade kui elu- ja looduskeskkonna säilimise tagamine ja puidu kui taastuva tooraine
20 ja taastuvenergia allika kasutamise eelistamine suurema CO₂ emissiooniga toodete ning
21 taastumatute energiaallikate asemel. Eesmärkide täitmist soodustavad meetmed on
22 “Metsade looduse mitmekesisuse säilitamine, sh looduslike protsesside kaitsmine ja Eestile
23 omaste liikide elujõuliste populatsioonide säilitamine” ja “Kliimamuutuse leevendamiseks
24 metsade juurdekasvu ja süsiniku sidumise võime suurendamine metsade õigeaegse
25 uuendamise kaudu”.

26

27 **2.3.2. Sood ja teised märgalad**

28 **Probleemid, võimalused ja ohud**

29 Sood on levinud üle maailma kõikjal, kus on kas või lühiajalised tingimused turba tekkeks
30 (Masing, 1988) ning nad katavad ligikaudu 4 000 000 km² ehk umbes 3% Maa maismaa- ja
31 mageveepinnast (Joosten ja Clarke, 2002). Vaatamata küllaltki väikesele katvusele on
32 looduslikud sood äärmiselt oluliseks elemendiks globaalses süsinikuringes – ainuüksi
33 boreaalses ja subarktilises vööndis asuvate soode süsinikuvaru hinnatakse jäävat vahemikku
34 270–370 × 10¹⁵ g C (Turunen *et al.*, 2002). Tänapäeval kuivendatakse ja kasutatakse
35 maailmas aga umbes 20% soodest põllumajanduse, metsanduse ja turbatööstuse tarbeks
36 (Biasi *et al.*, 2008), muutes nad süsiniku talletajate asemel hoopis süsiniku emissiooni
37 allikateks (Minkkinen *et al.*, 2002).

38 Aastaks 2100 prognoositakse Eestis õhutemperatuuri tõusu 2,6–4,3 °C võrra ning sademete
39 suurenemist 14–19% võrreldes perioodiga 1971–2000 (Luhamaa *et al.*, 2015). Nendest
40 kliimamuutustest tingituna mõjutavad märgalasiid ja soid eeldatavalt kõige enam põudade
41 sagenemine, üleujutus- ja tuleohu suurenemine. Koos õhutemperatuuri tõusuga ning
42 sademete suurenemisega, suurenevad ka kasvuhoonegaaside emissioonid looduslikest ja
43 kuivendatud turbaaladelt, seejuures oluliselt suuremat kasvuhoonegaaside emissiooni tõusu
44 võib oodata just eelnevalt inimtegevusest mõjutatud aladelt. Inimtegevusest mõjutatud
45 aladelt tulenevaid emissioone käsitletakse **turba tootmise** peatükis (ptk 11).

1 Inimtegevuse mõju Eesti soodele on olnud pikaajaline, kuid eriti tugev alates 19. sajandi
2 lõpust. Soode kuivendamine on Eestis toimunud juba 17. sajandist alates (Sepp, 1995). Kui
3 algselt kuivendati sooalasi enamasti põllumajanduse tarbeks, siis hiljem lisandusid sellele
4 kuivendamine metsastamise ning turbatootmise eesmärkidel. Soode kuivendamine
5 hoogustus peale Teist Maailmasõda, kui Nõukogude Liidu koosseisus olles võeti
6 eesmärgiks kõikide liigniiskete maade melioreerimine (Ratt, 1985). Praegusel ajal leiab
7 turvas Eestis laialdast kasutust nii kütte-, aiandus- kui ka allapanuturbana. Lisaks on
8 viimastel aastakümnetel päevakorda kerkinud ka turba alternatiivsed kasutusala, nagu nt
9 balneoloogia, keemiatööstus (vahad, värvained) ning puhastusseadmete filtrid (Orru, 2010).

10 Sellised tegevused nagu teadustöö, marjade- või ravimtaimede korjamine ja matkamine ei
11 avalda soodele suurt mõju, samas kui teised võivad põhjustada olulisi muutusi soode
12 hüdroloogilises režiimis ja turbalasundis. Kuivendatud või kuivendamisest mõjutatud alade
13 osakaal võib Eestis ulatuda isegi kuni 70% – need on alad, kus turba akumulereerumise
14 protsess on peatunud ning toimub akumulereerunud orgaanilise aine mineraliseerumine
15 (Ilomets ja Kallas, 1995; Paal, 1999; Salm *et al.*, 2009). Esimesel kümnendil pärast
16 kuivendamist mineraliseerub aastas 15–20 tonni turvast hektarilt, hiljem see protsess
17 aeglustub (5–15 tonni hektarilt) (Ilomets, 2003; Tomberg, 1992). Ojanen jt (2013) järgi ei
18 vii kuivendus siiski pöördumatu mineraliseerumiseni.

19 Looduslikud sood mõjutavad Maa kliimat sidudes süsihappegaasi ning vabastades
20 atmosfääri metaani ja vähesel määral ka naerugaasi (Minkkinen *et al.*, 2002). Kui looduslik
21 seisund muutub, olgu siis inimtegevuse või kliimamuutuste tõttu, muutub ka soode
22 kasvuhoonegaaside bilanss (Salm *et al.*, 2009) – süsihappegaasi ja naerugaasi emissioon
23 enamasti suureneb (Martikainen *et al.*, 1993; Minkkinen *et al.*, 2002), samal ajal kui metaani
24 emissioon väheneb (Martikainen *et al.*, 1995; Minkkinen *et al.*, 2002). Kuivendatud soola
25 kasvuhoonegaaside bilanss sõltub sellest, kas täiendavalt taimestiku poolt seotav süsiniku
26 kogus on suurem, kui kiirenenud lagunemisprotsesside tulemusel mullast emiteeritav
27 süsiniku kogus või mitte. Lõplik kasvuhoonegaaside bilanss sõltub nii ala kliimatilistest
28 tingimustest, soo looduslikust algupärast kui ka kuivenduse intensiivsusest (Minkkinen *et*
29 *al.*, 2008).

30 Looduslike soode CO₂ ja CH₄ vood on väga varieeruvad ning sõltuvad konkreetse ala asu-
31 kohast ja sealsetest kliimatilistest tingimustest (Maljanen *et al.*, 2010). Saarnio *et al.* (2007)
32 järgi on süsihappegaasi voog Põhjamaade looduslikes ombrotroofsetes rabades 55 ± 190 g
33 CO₂ m⁻² a⁻¹, minerotroofsetes soodes –55 ± 230 g CO₂ m⁻² a⁻¹. Mander *et al.* (2010) järgi on
34 Eesti looduslikest madal- ja siirdesoodest lähtuv metaani emissioon (160 kg CH₄ ha⁻¹ a⁻¹)
35 tunduvalt kõrgem kui oligotroofsetest rabadest (51,7 kg CH₄ ha⁻¹ a⁻¹). Ka Salm *et al.* (2009)
36 toob välja, et toitainerikastes minerotroofsetes soodes on metaani emissioon kõrgem kui
37 ombrotroofsetes rabades. Nende uuringute tulemused on kooskõlas ka Saarnio *et al.* (2007)
38 andmetega, mille kohaselt on ombrotroofsete rabade keskmine CH₄ emissioon 6,7 ± 5,3 g
39 CH₄ m⁻² a⁻¹ ning minerotroofsetel soodel vastavalt 17,3 ± 13,3 g CH₄ m⁻² a⁻¹.

40 Veega küllastunud turvasmullad emiteerivad süsinikku metaanina. Peale kuivendamist
41 pealmise turbakihi hapnikusisaldus suureneb, sellest tingituna väheneb metaani
42 produtseerimine ja emissioon, ning kasvab CH₄ tarbimine metaani oksüdeerivate
43 mikroobide poolt (Le Mer ja Roger, 2001). Samas võivad metaani emissioonid olla
44 märkimisväärselt kõrged kinnikasvanud või paisutatud kuivenduskraavides. Soomes on
45 siiski leitud, et kraavidest lähtuv CH₄ emissioon on samas suurusjärgus loodulikelt aladelt
46 lähtuvaga ja seega on tema kogumõju kuivendusjärgsele metaani emissioonile väike
47 (Minkkinen *et al.*, 2008).

1 Naerugaasi vood looduslikest soodest on väikesed ning esinevad vaid toitainerikkamates
2 soodes, kus tingimused on nitrifikatsiooni ja/või denitrifikatsiooni protsessi jaoks sobilikud
3 (Minkkinen *et al.*, 2002). Kuivendamisega muudetakse hapnik ja mineraalne lämmastik
4 mullas mikroorganismidele kättesaadavamaks ning see omakorda soodustab N₂O teket
5 (Martikainen *et al.*, 1993). Mander'i jt (2010) järgi on Eesti kuivendatud sood
6 märkimisväärseteks naerugaasi emissiooni allikateks, emiteerides 2,1 kg N₂O-N ha⁻¹ a⁻¹.
7 Siiski, kuna N₂O voo puhul on määravaimaks teguriks turba lämmastikuisaldus, siis võib
8 naerugaasi emissioon ka peale kuivendamist jääda väga madalale tasemele, olles suurem
9 madal- ja siirdesoodes ning väiksem toitainetevaesemates rabades (Salm *et al.*, 2009).

10 Eesti kuivendatud siirdesoodest ja rabadest on summaarne emissioon CO₂ ekvivalentidesse
11 ümberarvutatuna 278–1056 × 10³ CO₂ ekv, millest CO₂ on vastutav 22–44%, CH₄ 53–73%
12 ning N₂O 3–5% eest. Kuivendatud aladelt on kasvuhoonegaaside aastane emissioon 419–
13 676 × 10³ CO₂ ekv aastas ning kuivendamata aladelt 141–380 × 10³ CO₂ ekv aastas (Salm
14 *et al.*, 2009). Uuringus võrreldi omavahel kuivendatud ning kuivendamata alade osakaalu
15 pindalaliselt kasvuhoonegaaside emissiooniga (CO_{2ekv}) Eestis ning leiti, et kuivendatud
16 aladel on see 1,8 kuni 3,9 korda suurem. Järelikult on kuivenduse tõttu rabad ja siirdesood
17 muutunud süsiniku sidujast ja akumuleerijast emiteerijaks ning tunduvalt madalamad
18 metaani emissioonid kuivendatud aladelt ei kompenseeri CO₂ emissiooni tõusu (Salm *et al.*,
19 2009).

20

21 Mineviku ilmastikunähtuste mõju

22 Mineviku ilmastikunähtuste mõju Eesti soodele ja nende liigirikkusele ei ole hinnatud ning
23 puuduvad ka pikaajalised mõõtmised hindamaks ilmastikutingimuste mõju
24 kasvuhoonegaaside emissioonile ja märgalade bilansile. Olemasolevate lühiajaliste
25 mõõtmisandmete põhjal on keeruline eristada kliimamuutuste mõjusid inimtegevuse
26 mõjudest.

27

28 Olemasolevad meetmed

29 Euroopa Liidu veepoliitika raamdirektiivi 2000/60/EÜ üheks eesmärgiks on hoida ära vee
30 ökosüsteemide ning oma veevajaduse osas otseselt vee ökosüsteemidest sõltuvate maismaa
31 ökosüsteemide ja märgalade seisundi halvenemist ning kaitsta ja parandada nende seisundit.
32 Direktiiviga on märgaladele omistatud otsesed rollid nagu biogeokeemiliste protsesside
33 mõjutamine, liigvee reguleerimine ja veekvaliteedi modifitseerimine ning kaudne roll olla
34 kliimamuutuste indikaator, süsiniku akumuleerija, kasvuhoonegaaside produtseerija ning
35 sotsiaalmajanduslike tingimuste peegeldaja.

36 Eestis seni rakendatud meetmed keskenduvad peamiselt bioloogilise mitmekesisuse ja
37 looduskaitsele ning inimtegevusest rikutud turbaalade taastamisele. Lähtuvalt Vabariigi
38 Valitsuse 04.03.1997. a määrusest nr 48 "Rahvusvahelise tähtsusega märgalade, eriti
39 veelindude elupaikade konventsiooni täitmise riikliku programmi kinnitamine" tuleb Eesti
40 märgalade poliitikas lähtuda Eesti Keskkonnastrateegiast, võttes arvesse ühtlasi selliseid
41 regionaalseid initsiatiive nagu merekaitsealade võrgustiku loomine, Läänemere tähtsate
42 mereliste kaitsealade süsteem jt. Programmi eesmärgiks on süvendada koostööd Euroopa
43 Liiduga, juhindudes lindude kaitse direktiivist (79/409/EEC) ning looduslike elupaikade,
44 fauna ja flora kaitse direktiivist (92/43/EEC). Riikliku programmi käigus on tänaseks välja
45 töötatud kaitse-eeskirjad ja kaitsekorralduskavad kinnitatud Ramsari kaitsealadele.

1 Nii Eesti Keskkonnastrateegia kui ka Looduskaitse arengukava ühiseks eesmärgiks on
2 liikide ja elupaikade soodsa seisundi ning maastike mitmekesisuse tagamine.
3 Keskkonnastrateegia ühe põhieesmärgi maastike ja looduse mitmekesisuse säilitamine
4 mõeldikuks on nimetatud soode pindala ja selle suhet kogu maismaa territooriumisse ning
5 seetõttu on pööratud üha enam tähelepanu Eesti soode kaitse ja säästliku kasutamise
6 kontseptsiooni väljatöötamisele. Selle jaoks moodustas Keskkonnaministeerium 2006.
7 aastal algatusgrupi eesmärgiga kaasata erinevaid huvirühmi soolade arengukava
8 vajalikkuse väljaselgitamiseks ning turba kaevandamise ja sellega seonduvate keskkonna-
9 kaitse küsimuste aruteluks. Praeguseks on välja töötatud eelnõu „Eesti turbaalade kaitse ja
10 säästliku kasutamise alused“, milles on kirjeldatud mitmete erinevate meetmete vajalikkust
11 nagu uurimistöde läbiviimine ja nende rahastamine, jääksoode korrastamine,
12 seadusandluse täiendamine ja administratiivse suutlikkuse suurendamine. Seejuures on
13 nimetatud meetmete välja töötamisel lähtunud soode ökoloogiliste, sotsiaalsete ja
14 majanduslike funktsioonide säilitamisest nagu turba kaevandamine, pinnaveekogude
15 äravoolurežiimide ühtlustamine, suur veemahutavus ja looduslik isepuhastusvõime.
16 Looduskaitse arengukava kohaselt tuleb vältida turvasmuldade harimist ning soodustada
17 turbaalade taastamist märgaladena. Põllumajandussektoris kliimamuutuste leevendamise ja
18 kliimamuutustega kohanemise tegevuskavas loetletakse turvasmuldade rikaste maa-alade
19 kasutamisest tekkivate KHG heitkoguste vähendamise ja süsiniku sidumise meetmetena nii
20 turvasmuldade harimise keelustamist kui ka neil muldadel energiakultuuride kasvatamist.

21 Eesti soode taastamist on toetatud Euroopa Liidu struktuurifondide meetmest “Keskkonna-
22 infrastruktuuri arendamine”. Keskkonnainvesteeringute Keskus (KIK) toetanud mitmeid
23 soodes looduse mitmekesisuse säilitamisega seonduvaid projekte, toetatud projektid on
24 enamasti olnud seotud turbakaevandamisest rikutud soolade taastamisega, kuid ka taristu
25 arendamisega. Nt on Hara soo, Viru raba ja Kuresoo raba turbatootmisega rikutud aladel
26 ellu viidud raba elupaikade taastamise tegevused – loodusliku veerežiimi taastamine ja
27 puittaimestiku eemaldamine. Muraka soostiku servaaladele on rajatud kuivenduskraavidele
28 paisud, et luua eeldused raba servaala kuivendamiseelse veerežiimi ja sootaimestiku
29 taastamiseks. Soomaa rahvusparkis on toetatud kaitse- eesmärkidest tulenevate
30 iseloomulike loodus- ja kultuurmaastike säilimist ning avatud maastike taastamist:
31 peamiselt raietööd kokku 105 ha. Looduse hoidmiseks ja küllastajate turvalisuse tagamiseks
32 on Endla looduskaitsealal rekonstrueeritud 730 m laudteid, 1100 m hakkpuiduradu, sildu
33 ning puhkekohti ja varjualuseid. Ka Soomaa ja Matsalu rahvusparkides, Alam-Pedja ja
34 Nigula looduskaitsealadel on rekonstrueeritud külasterajatisi. Konkreetsed kliima-
35 muutustega kohanemise meetmed hetkel puuduvad.

36

37 2.3.3. Rohumaad ja põllumaad

38 Probleemid, võimalused ja ohud

39 Rohumaadel ja põllumaadel on põhiline osa süsinikust seotud taimede juurtesse ja mulda.
40 Põhiline osa juurtest paikneb ülemises 15 cm tuseduses mullakihis (Gleixner *et al.*, 2005).
41 Seotud süsiniku hulka määravad ja mõjutavad nii maakasutus (põllumaa, ajutine rohumaa,
42 püsirohumaa) kui ka konkreetsed majandamisvõtted (maaharimisviis, niitmise aeg ja
43 sagedus, karjatamiskoormus). Juurte biomass mullas suureneb rohumaa vanusega.
44 Lühiealised rohumaad, mida viljeletakse külvikorras seovad püsirohumaadega võrreldes
45 vähem süsinikku, mis on põhjustatud nende ajutisest loomust ja sagedast mullaharimisest
46 (Acharya *et al.*, 2012).

1 Süsiniku sidumist mulda mõjutab enam temperatuur, taimede kasvu (so süsiniku sidumist
2 taimede maapealsetesse osadesse) aga sademete hulk. CO₂ kontsentratsiooni tõusu mõju
3 taimedele ja rohumaadele tervikuna on oluliselt mõjutatud vee ja toitainete
4 kättesaadavusest. Kõrgem temperatuur kiirendab orgaanilise aine lagunemist. Suurem
5 sademete hulk tõstab rohumaade produktiooni ja võib mõnevõrra kiirendada ka orgaanilise
6 aine lagunemist. Temperatuuri tõus kombinatsioonis põuuga toob aga kaasa CO₂ emissiooni
7 suurenemise (Jones ja Donnelly, 2004).

8 Eri tüüpi rohumaamuldade ja põllumuldade süsiniku sidumisvõimet on Eestis põhjalikult
9 uuritud. Rohumaamuldade süsiniku sidumisvõimet mõjutavad mulla tüsedus ja veerežiim,
10 samuti mulla lõimis ja karbonaatide sisaldus. Eri mullatüüpide orgaanilise süsiniku sisaldus
11 ja mulla orgaanilise aine sisaldus varieeruvad suurtes piirides. Eesti rohumaamullad
12 tervikuna seovad 39,9 Tg mulla orgaanilist süsinikku, mis on akumulieritud 69,1 Tg mulla
13 orgaanilisse ainesse (huumus, toorhuumus, turvas). 76,2% mulla orgaanilisest süsinikust on
14 seotud bioloogiliselt aktiivsemasse huumuskihti ja 23,8% mulla alumistesse kihtidesse
15 (Kõlli *et al.*, 2007).

16 Eesti põllumuldades on seotud 86,4 Tg mulla orgaanilist süsinikku, mis on akumulieritud
17 149 Tg mulla orgaanilisse ainesse. 77,3% mulla orgaanilisest süsinikust paikneb
18 bioloogilisest aktiivsemas huumuskihis ja 22,7% alumistes mullakihtides (Kõlli ja
19 Ellermäe, 2003).

20 Turvasmuldadeks nimetatakse looduslikult väga kõrge orgaanilise aine sisaldusega muldi
21 (orgaanilise aine sisaldus üle 50%). Igasugune turvasmuldade harimine kahandab nende
22 orgaanilise aine sisaldust oluliselt (Nykänen *et al.*, 1995). Eestis soodustatakse turvas-
23 muldadele püsirohumaade rajamist.

24 Looduslikes ökosüsteemides on orgaanilise süsiniku bilanss valdavalt tasakaalus. Põllu-
25 muldadel kipub see teraviljakasvatusel jääma negatiivseks. Eriti kõrge on mulla orgaanilise
26 süsiniku emissioon vahelharitavate kultuuride kasvatamisel. Külvikorra orgaanilise
27 süsiniku bilanssi tasakaalustatakse põldheina (liblikõieliste ja kõrreliste kultuuride segu)
28 kasvatamisega (Kõlli *et al.*, 2009).

29 Põllumuldade mullasüsiniku säilitamist ja tõstmist võimaldavad spetsiaalsed maaharimis-
30 meetodid, kus vähendatakse künni sügavust, -sagedust või loobutakse kündmisest täielikult.
31 Esialgsed tulemused näitavad, et nn otsekülv võimaldab mullasüsiniku edukalt säilitada ja
32 mõnedel juhtudel süsiniku sidumist mulda isegi tõsta. Mullasüsiniku hulga suurendamisele
33 aitaks kaasa põllumaade muutmine püsirohumaadeks või isegi poollooduslikeks
34 rohumaadeks (Soussana *et al.*, 2004). Mõõduka karjatamiskoormuse korral karjamaa mulla
35 süsinikusisaldus tõuseb (LeCain *et al.*, 2002; Reeder ja Schuman, 2002). Intensiivselt
36 majandatud karjamaade mulda seotakse süsinikku väga vähe sest taimede juurte kasv
37 mullas on suure karjatamiskoormuse all tõsiselt takistatud (Jones ja Donnelly, 2004).

38 Liigirikkad rohumaad suudavad siduda rohkem süsinikku kui liigivaesed (Reich *et al.*,
39 2001). Mõnes eksperimendis on katseliselt tõstetud CO₂ tingimustes registreeritud rohumaad
40 kõrgemat liigirikkust kui CO₂ looduslikul foonil (Potvin ja Vasseur, 1997; Teyssonneyre *et*
41 *al.*, 2002). Korduvalt on näidatud, et õhulämmastikku siduvate mügarbakteritega
42 sümbioosis kasvavad liblikõielised taimed on kõrge CO₂ tingimuses eelistatud
43 (Hebeisen *et al.*, 1997; Lüscher *et al.*, 1998). Kõrgemat produktiivsust on registreeritud ka
44 teiste kaheiduleheliste liikide puhul, üheiduleheliste liikidega võrreldes (Lüscher *et al.*,
45 1996). Eri taimeliigid on CO₂ kontsentratsiooni tõusule erinevalt tundlikud. CO₂ kasutamise
46 efektiivsuse poolest on C₃-taimed eelistatud C₄-taimede ees. Viimased aga kasvavad C₃-
47 taimedest jõudsamalt kõrgema temperatuuri tingimustes (Soussana ja Lüscher, 2007).
48 Rohumaade liigilise koosseisu muutumine mõjutab otseselt kariloomade sööda kvaliteeti.

1 Kõrgenenud CO₂ tingimustes muutuvad karjamaadel domineerivaks kõrgekasvulised, aga
2 madalama söödaväärtusega liigid. Sööda kvaliteeti ohustavad täiendavalt ka
3 ebastabiilsemaks muutuvad ilmastikuolud (kuiva- ja kuumalained; Soussana ja Lüscher,
4 2007). Kliimamuutuste mõju liigirikkusele ja kooslustele on detailsemalt käsitletud ülal
5 **elurikkuse (1) ja allpool põllumajanduse (6) peatükkides.**

6

7 **Mineviku ilmastikunähtuste mõju Eesti rohumaadele ja põllumaadele**

8 Konkreetne teave puudub. Ajalooline maakasutus ja sellega kaasnenud ekstensiivne
9 põllumajandus on võimalikele kliimamuutustele olnud mõnevõrra vähem tundlik kui seda
10 on kaasaegne maakasutus ja moodne põllumajanduslik tehnoloogia.

11 Seniste kliimamuutuste tõttu toimunud muutusi rohumaadel on väga keeruline eristada
12 inimõju tõttu toimunud muutustest (Jones ja Donnelly, 2004). Mõne pikaajalise
13 eksperimendi tulemused näitavad, et kunstlikult tõstetud CO₂ kontsentratsiooniga
14 keskkonnas püsirohumaal mulla süsinikusisaldus tõuseb ja see saab tasakaalustada
15 kõrgenevat CO₂ kontsentratsiooni atmosfääris (Owensby, 1998). On üritatud näidata ka
16 juba toimuvate kliimamuutuste (CO₂ kontsentratsiooni tõusu) mõju rohumaade
17 süsinikumajandusele (Newton *et al.*, 2014).

18 Arvatakse, et parasvöötme rohumaade kinnikasvamisel on inimtegevuse hääbumise kõrval
19 teatav roll ka kõrgenenud süsinikdioksiidi kontsentratsioonil atmosfääris (Morgan *et al.*,
20 2007). Seda põhjendatakse sellega, et puittaimedel on efektiivne ja sügavale ulatuv juurestik
21 ja CO₂ tõusuga hästi kohanenud fotosünteesiaparatuur ja hea süsiniku sidumise võime.

22 Võimalikud muutused rohumaade liigilises koosseisus toimuvad paljude aastate vältel, järk
23 järgult, mistõttu liikidel on aega muutustega kohastumiseks ja/või sobivasse kasvukohta
24 levimiseks. Elupaikade ja koosluste fragmenteerumine maastikel seab levimisele
25 täiendavad tõkkesid ja võib seda mõnevõrra aeglustada.

26

27 **Olemasolevad kohanemismeetmed**

28 Põllumajandussektoris on välja töötatud „Kliimamuutuste leevendamise ja kliima-
29 muutustega kohanemise tegevuskava 2012–2020“, mille eesmärkide hulgas on muu hulgas
30 ette nähtud ka analüüsida võimalusi kasvuhoonegaaside sidumise suurendamiseks
31 põllumajandussektoris ning teha ettepanekuid asjakohaste meetmete täiendamiseks ja
32 uuringute läbiviimiseks.

33 „Eesti maaelu arengukava 2014–2020“ meetmete loetelus seostuvad võimalike kliima-
34 muutustega „Põllumajanduslik keskkonnatoetus (PKT)“, „Keskkonnasõbraliku
35 majandamise toetus“, „Piirkondlik mullakaitse toetus“, „Poolloodusliku koosluse
36 hooldamise toetus“, „Mahepõllumajandus“ ja „Natura 2000 toetus põllumajandusmaale“.

37 „Euroopa Liidu ühine põllumajanduspoliitika 2014–2020“ näeb ette järgida otsetoetuste
38 maksimiseks senisest rohkem kliimat ja keskkonda säästvaid põllumajandustavasid (nn
39 „rohestamine“. Alates 2015. a kehtima hakkavaid „rohestamise“ nõuded on
40 „Põllumajanduskultuuride mitmekesistamine“, „Olemasoleva püsirohumaal säilitamine“
41 ning „Ökoloogilise kasutuseesmärgiga maa-alade olemasolu“. „Rohestamise“ nõuete
42 täitmine on ühtse pindalatoetuse taotlejale kohustuslik ja see moodustab 30%
43 otsetoetustest. „Looduskaitse arengukava aastani 2020“ meetmetest on kliimamuutuste
44 leevendamisega seotud „Elupaikade soodsa seisundi tagamine“, „Maastike mitmekesisuse
45 tagamine“, „Loodusobjektide kaitse korraldamine“, „Looduskaitsepiirangute

1 kompenseerimine ja looduskaitsetööde toetamine“, „Maavarade kaevandamisega
2 kaasnevate elurikkust vähendavate mõjude analüüs, leevendusmeetmete väljatöötamine ja
3 rakendamine“, „Kliimamuutusega elurikkusele kaasneva negatiivse mõju leevendamine“ ja
4 „Taastuvenergia kasutamise ja elurikkusele kaasnevate negatiivsete mõjude analüüs,
5 leevendusmeetmete väljatöötamine ja rakendamine“.

6 „Eesti keskkonnastrateegia aastani 2030,“ meetmetest on Eesti rohumaade ja põllumaade
7 käekäiku mõjutavad meetmed „Loodusvarade säästlik kasutamine ja jäätmetekke
8 vähendamine, Muld ja maakasutus“ mille eesmärgiks on keskkonnasõbralik mulla
9 kasutamine ja loodus- ja kultuurmaastike toimivus ja säästlik kasutamine; „Maastike ja
10 looduse mitmekesisuse säilitamine, Maastikud“ (eesmärgiks mitmeotstarbeliste ja sidusate
11 maastike säilitamine) ja „Maastike ja looduse mitmekesisuse säilitamine, Bioloogiline
12 mitmekesisus“ (eesmärgiks elustiku liikide elujõuliste populatsioonide säilimiseks vajalike
13 elupaikade ja koosluste olemasolu tagamine).

14

15 **2.4. Kliimamuutustega seonduvad riskid, haavatavus ja mõjud**

16 Maismaa ökosüsteemide valdkonnas käsitletakse järgmisi olulisemaid kliimategureid ja -
17 riske:

- 18 • aasta keskmise **õhutemperatuuri** tõus (sh põua sagenemine, vegetatsiooniperioodi
19 pikenemine);
- 20 • aasta keskmise **sademete hulga** tõus;
- 21 • **tuulekiiruse** tõus ja tormide sagenemine;
- 22 • **lumikattega** päevade arvu vähenemine;
- 23 • **ekstreemsete ilmastikunähtuste** sagenemine.

24

25 **2.4.1. Alavaldkond: metsad**

26 Metsad sisaldava rohkem kui 80% maismaa süsinikuvarust (Dixon *et al.*, 1994), olles
27 seeläbi olulised süsinikuringe ja kliima reguleerijad. Metsal ja metsamajandusel on
28 võtmeroll kliimamuutuste leevendamisel ja kohanemisel, seega on metsandus kesksel kohal
29 kliimapoliitika kujundamisel.

30 **2.4.1.1. Riskid ja haavatavus**

31 Metsa kliimamuutuste riskide ja haavatavuse hindamisel lähtutakse Eesti looduskaitse
32 arengukava aastani 2020 ja metsanduse arengukava aastani 2020 eesmärkidest:

- 33 • liikide ja (metsa)elupaikade soodsa seisundi ja maastike mitmekesisuse tagamine;
- 34 • loodusvarade pikaajaline püsimine;
- 35 • puidu varumine viisil ja ulatuses, mis tagab metsade elustiku mitmekesisuse,
36 tootlikkuse, uuenemisvõime, elujõulisuse ning potentsiaali praegu ja ka tulevikus.

1 Kuigi Eestis pole kliimamuutused nii ekstreemsed kui paljudes teistes maailma ja Euroopa
2 Liidu riikides, eriti Lõuna-Euroopas, on ka meie aladel prognoositud olulisi muutuseid.
3 Sõltuvalt riikide võimekusest võtta kasutusele leevendavaid meetmeid, efektiivsemaid
4 tehnoloogiaid ja üleminekust madalaheitelisele süsiniku majandusele, prognoositakse Eesti
5 territooriumil keskmiseks õhutemperatuuriks aastal 2100 8,3–9,7 kraadi (**Tabel 3**; Luhamaa
6 *et al.*, 2015). Sagenevad suvised kuuma- ja põuaperioodid, tuulekiirus kasvab 3–18%
7 võrreldes perioodiga 1971–2000, sagenevad tormid (eelkõige talvel), aasta keskmiseks
8 sademete hulgaks prognoositakse senise 646 mm asemel 749–768 mm (**Tabel 4**).

9 Eestis ei ole seni tehtud ülevaatlikke riskianalüüse, mis käsitleksid haavatavust
10 kliimamuutuste suhtes. Euroopa Keskkonnaagentuuri aruandes „Kliimamuutused, mõjud ja
11 haavatavus Euroopas 2012” (EEA Report, 2012) arvatakse Eesti riikide hulka, kus võimalik
12 haavatavus kliimamuutuste suhtes on väike.

13 **Temperatuuri mõju metsaökosüsteemile**

14 Eesti jääb piirkonda, kus temperatuuri kasv on eeldatavalt suurem kui globaalne keskmine,
15 kusjuures temperatuur suureneb enim talvel ja kevadel (Luhamaa *et al.*, 2015). Aastaks
16 2100 prognoositakse, et talvine õhutemperatuur oluliselt alla null kraadi ei lange, mistõttu
17 ei külmu ka metsamuld. Eesti liigniisketes kasvukohatüüpides on metsa traditsiooniliselt
18 raiutud külmunud pinnasega. Läbikülmumata muld (**Tabel 9** mõju 2.04) takistab
19 metsatööde tegemist. Metsatööstusmasinad kahjustavad pehmemal pinnasel liikudes mulla
20 struktuuri ning põhjustavad mulla tihenemist. Mulla tihenemine omakorda takistab gaasi ja
21 vee liikumist läbi mulla, mille tulemusena väheneb vee ja hapniku kättesaadavus
22 mullaelustikule ja puu juurtele, väheneb mullaviljakus ning halvenevad taimede
23 kasvutingimused.

24 Külmunud mullas on puud tormikindlamad, tuul ei kergita juuremättaid välja ja tormiheiteid
25 on vähem (Laas *et al.*, 2011). Kuna tuule kiiruse ja tormide sagenemist projitseeritakse just
26 talve perioodile, suureneb tulevikus eelkõige talviste tormikahjustuste oht (mõju 2.03).
27 Tormikahjustused vähendavad puidu väärtust, soodustavad kooreüraskite hulgisigimist
28 ning võivad põhjustada lokaalset soostumist.

29 Kliimamuutuste negatiivse mõjuna suurendavad soojad talved metsapuudel
30 külmakahjustuse ohtu (Solberg, 2006). Enneaegselt puhkevad pungad on hilisema
31 temperatuurilanguse suhtes eriti tundlikud, samuti suureneb vee aurumine võrast, mida veel
32 uinuva puu veevarustussüsteem ei suuda kompenseerida (Voolma, 2008). Suvine
33 õhutemperatuuri kasv võib põhjustada raiesmikel tõusmete ja seemikute kuumakahjustusi
34 ja hukkumist (mõju 2.06), seda eelkõige kuivadel muldadel.

35 Kevad-suviste põuaperioodide sagenemine ja pikenemine soodustab üraskite paljunemist ja
36 juuremädanike arengut (mõju 2.05). Suvine temperatuuri tõus ja pehmemad talved loovad
37 soodsad elutingimused mitmesuguste Eesti kohalike kahjurite kõrval ka neile, kelle
38 levikuareaal on lõuna pool (vt ka ptk **metsahaigused 7.4.3**). Eesti metsades esinevatest
39 seenhaigustest on suurimad kahjustajad juuremädanikke tekitavad juurepess ja külmaseen.
40 Juurte kahjustuse tõttu põuaperioodil veepuudusest tekkiv stress muudab puud
41 tüvekahjurite poolt haavatavaks. Ennustatakse, et juuremädanik nakatub tulevikus veelgi
42 enam okaspuistuid, tuues kaasa suurema majandusliku kahju (Eesti kuues kliimaaruanne,
43 2013). Üraskid ja seened hävitavad metsamaterjali ning tekitavad lagupuitu, mis ühest
44 küljest avaldab negatiivset mõju metsamajandusele, kuid teisalt loob juurde elupaiksid
45 (kasvusubstraati, pesa-, toitumis- ja varjupaiku) väiksematele metsaliikidele, soodustades

1 seeläbi metsa bioloogilise mitmekesisuse ja metsaökosüsteemi terviklikkuse säilimist
2 (Anslan, 2011).

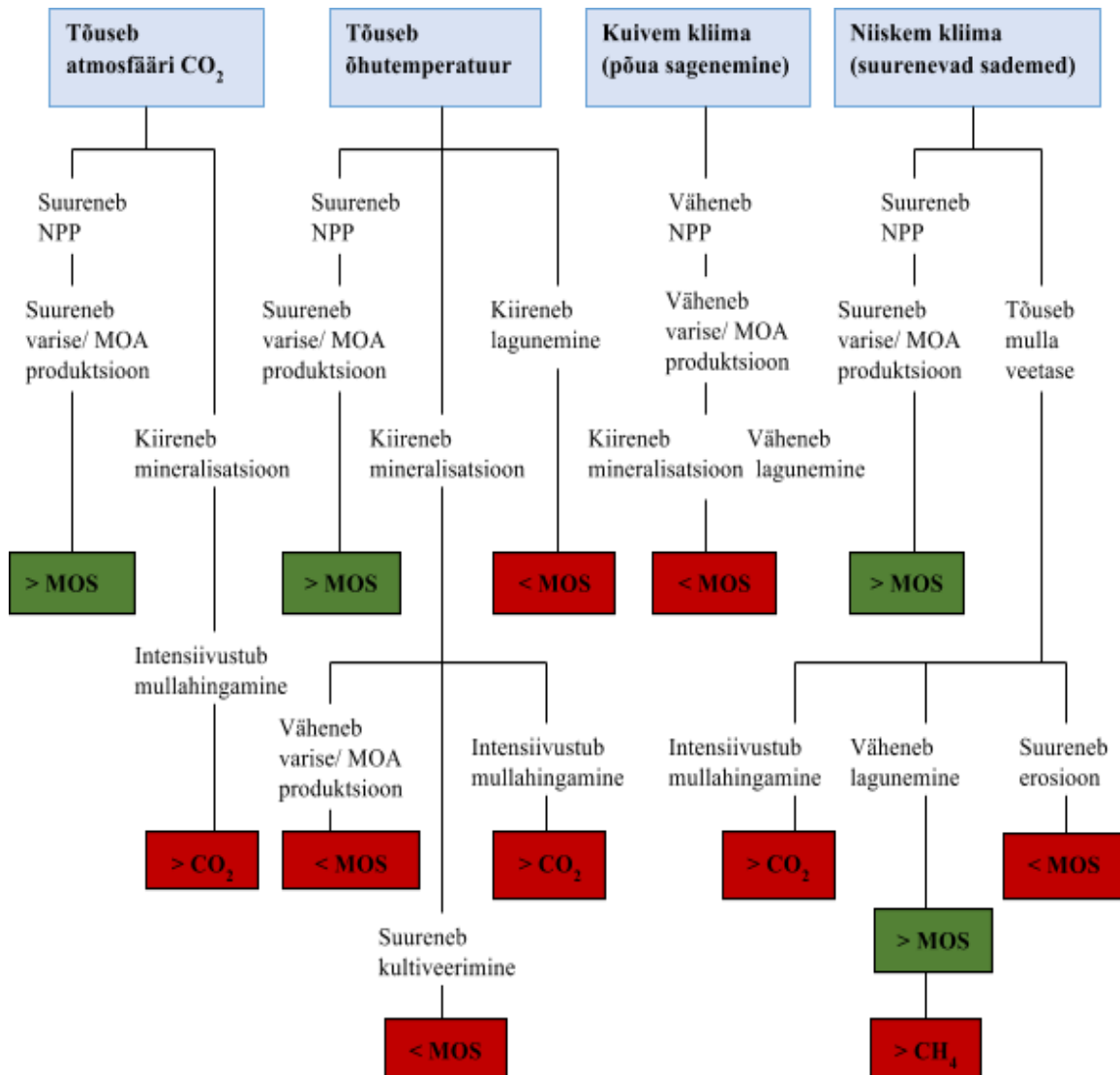
3 Euroopa metsad seovad igal aastal umbes 100 miljonit tonni süsinikku (EEA Report, 2012),
4 Eesti metsad keskmiselt 1,5 miljonit tonni C⁴ (ehk 5,5 Mt CO₂; National Inventory Report,
5 2014). Põhja-Euroopas on kliimamuutustega kaasneva CO₂ kontsentratsiooni,
6 õhutemperatuuri ja sademete tõusul positiivne mõju metsa produktioonile, erinevatel
7 hinnangutel suureneb metsaökosüsteemi neto primaarproduktiooni kuni 40% (mõju 2.09)
8 (Bergh *et al.*, 2003; Poudel *et al.*, 2011; EEA Report, 2012, Sievänen *et al.*, 2014). Eesti
9 huvirühmade ja ekspertide arvamusel jääb metsa produktiooni suurenemine pigem
10 tagasihoidlikumaks, hinnanguliselt kuni 20%⁵.

11 Seoses puidu juurdekasvu suurenemisega võib eeldada ka raiete mahu suurenemist (mõju
12 2.01). Lisaks juurdekasvule mõjutab potentsiaalset raie mahtu metsa vanus. Käesoleval ajal
13 leidub Eestis palju raieküpsaid puistusid. Raieküpsuse ületanud metsades suureneb
14 mädaniku tekitajate osakaal, metsad muutuvad vastuvõtlikumaks tormikahjustustele ning
15 kahaneb metsa tervislik seisund. Arvestades Eesti metsade raievanust, soovitatakse
16 kehtivas metsanduse arengukavas optimaalset raie kuni 15 miljonit m³ aastas (metsa
17 aastane juurdekasv ca 11 miljonit m³; Aastaraamat Mets 2013, 2014), seejuures
18 ennustatakse lageraiete pindala suurenemist kuni kaks korda (Riigikontrolli aruanne, 2011).
19 Raiemahtude suurendamisega kaasneb oht elurikkusele läbi väärtuslike metsaelupaikade
20 hävimise (Espenberg *et al.*, 2013), lisaks võib metsa intensiivne majandamine, eelkõige
21 lageraied oluliselt vähendada metsa biomassi ja mulda seotud süsinikku. Süsinikuvoog
22 mullast atmosfääri võib suureneda lageraiejärgselt kuni 55% (Pumpanen, 2013). Seeläbi
23 võivad Eesti metsad muutuda ajutiselt süsiniku sidujast hoopis CO₂emiteerijaks. Lageraie
24 järel väheneb raielangil transpiratsioon, maa-ala muutub niiskemaks ja suureneb soostumise
25 oht.

26 Kliimamuutustest tingitud metsamulla süsinikubilansi muutuseid on keeruline prognoosida
27 rohkete abiootiliste ja biootiliste tegurite ning nende kompleksmõju tõttu. Näiteks on Smith
28 jt (2006) leidnud Euroopa metsade modelleerimise tulemusena, et kliimasoojenemine
29 soodustab maapealse ja maa-aluse varise teket, mis omakorda suurendab orgaanilise
30 süsiniku akumulatsiooni mulda. Seevastu on Ostonen jt (2011) leidnud, et
31 mullatemperatuuri tõustes kahaneb peenjuurtesse paigutuva süsiniku hulk. Seega võib
32 uuringutest järeldada, et kliimamuutused mõjutavad süsiniku allokatsioonimustreid metsas.
33 Metsaökosüsteemi süsinikubilansi analüüsimisel on lisaks taimede maa-alusele ja
34 maapealsele produktioonile oluline hinnata ka ökosüsteemist lahkuvaid voogusid, millest
35 mulla hingamine (emissioon mullast) on peamine, globaalses süsinikubilansis suuruselt
36 teine voog (Bond-Lamberty ja Thomson, 2010).

⁴ 1990–2012 keskmine väärtus (NIR, 2014)

⁵ BioClim huvirühmadele suunatud avaseminari (27. aprill 2015) arutelu



1 **Joonis 4.** Kliimamuutuste mõju mineraalmuldadele (EEA Report, 2012 järgi). NPP – neto primaarproduktioon; MOA –
 2 mulla orgaaniline aine; MOS – mulla orgaaniline süsinik; CO₂ – süsinikdioksiid; CH₄ - metaan

3

4 Kõrgem õhutemperatuur kiirendab mullaorgaanika lagunemist ning suurendab
 5 mullahingamist (**Tabel 9** mõju 2.10) (**Joonis 4**), mille tulemusena suureneb süsihappegaasi
 6 emissioon mullast, kuid samaaegselt võib suureneka ka mulla orgaanilise süsiniku varu.
 7 Siiski arvatakse, et süsiniku sidumine biomassi ületab intensiivistunud orgaanika
 8 lagunemisest ja mullahingamisest tulenevat süsiniku emissiooni ning mets jääb ka
 9 muutuvates kliimatingimustes süsinikku neelavaks ökosüsteemiks (Schlesinger ja
 10 Andrews, 2000; Melillo *et al.*, 2002, Davidson ja Janssens 2006; Conant *et al.*, 2008;
 11 Sievänen *et al.*, 2014).

12 Metsatulekahjude arv ja pindala sõltuvad suuresti tuleohtliku perioodi ilmastikust.
 13 Tulevikus prognoositakse kevad-suviste põua perioodide sagenemist ja pikenemist, mis on
 14 tingitud nii suurenenud õhutemperatuurist kui lühenenud lumikatte kestusest (Luhamaa *et*
 15 *al.*, 2015). Koos sagenevate põudadega suureneb ka tuleoht metsades (mõju 2.02). Eriti
 16 ohtlik on metsa turvasmuldades aset leidv maatuli, sest põlemine on püsiv ja võib kesta
 17 kuid. Maatuli viib metsa hukkumisele, põletades puude juurte ümbert ära turbakihi,
 18 hävitades peened juured ja puid püsti hoidnud mulla. Maatuli on metsa ökosüsteemi

1 seisukohalt kõige laastavam (Laas *et al.*, 2011). Väiksepinnalised tulekahjud võivad
2 soodustada metsa elurikkuse kasvu, suurendades surnud puidu mahtu ning luues
3 metsaliikidele mitmekesisemaid elupaikasid (Vanha-Majamaa *et al.*, 2007; Berglund *et al.*,
4 2011; Anslan, 2011). Eesti ja Soome alal prognoositakse metsapõlengute ohu suurenemist
5 kuni 40% võrreldes perioodiga 1961–1990 (EEA Report, 2012; Migliavacca *et al.*, 2013;
6 Lehtonen *et al.*, 2014). Eesti huvirühmade ja ekspertide arvamusel on metsatulekahjude
7 suurenemise oht Eestis pigem väike, sest ka käesoleval ajal esinevad metsatulekahjud harva
8 ja enamasti väiksel pinnal ning Eestis on hästitoimiv metsapõlengu ennetamise ja ohjamise
9 süsteem⁶. Samuti vähendavad metsapõlengute ohtu suurenevad sademed.

10 Sademete mõju metsaökosüsteemidele

11 Mullakvaliteedi ja kasvutingimuste parandamiseks ning metsadele ligipääsu loomiseks on
12 Eestis rajatud kuivendussüsteeme ca 23% metsamaast („Eesti metsanduse arengukava
13 aastani 2020“, 2014). Seoses sademete suurenemisega võib tulevikus tekkida vajadus
14 tihendada kuivendussüsteemi võrgustikku või süvendada ja taastada olemasolevaid kraave
15 (mõju 2.08). Mulla kuivendamine parandab metsa kasvutingimusi, kuid on samaaegselt
16 seotud mullaorgaanika kiirenenud lagunemise ja mullahingamise olulise
17 intensiivistumisega, mistõttu on oht, et kuivendatud alad kujunevad süsihappegaasi
18 allikateks. Suurimad CO₂ emissioonid tekivad seoses turvasmuldade kuivendamisega,
19 misjärel on CO₂ heite suuruseks mullast hinnatud 20–40 tonni hektari kohta aastas (EEA
20 Report, 2012).

21 Sademete intensiivistumise tõttu suureneb ka metsamulla vee-erosioon (mõju 2.07), mille
22 tulemusena toimub orgaanilise aine ja toitainete kadu, väheneb mullaviljakus, väheneb vee
23 infiltreerumine pinnasesse ja on võimalik taimede väljajuurimine. Euroopa kliimamuutuste,
24 mõjude ja haavatavuse aruande (EEA Report, 2012) kohaselt on praegusel ajal Eesti aladel
25 mulla vee-erosioon väike, jäädes valdavalt alla 0,5 t/ha aastas, metsa-aladel on erosioon
26 veelgi väiksem. Kuigi intensiivistuvad sademed ja tugevamad tuuled võivad mullaerosiooni
27 esinemist ja ulatust suurendada, jääb selle mõju Eesti metsades kliimamuutuste tagajärjel
28 suure tõenäosusega väheoluliseks.

29 Metsaökosüsteemi õhuniiskusega manipuleerimise (*free air humidity manipulation* ehk
30 FAHM) uuringutest on selgunud, et kõrgem õhuniiskus vähendab vähesel määral mulla
31 emissiooni (Hansen *et al.*, 2013; Kukumägi *et al.*, 2014), viimane sõltub siiski oluliselt
32 rohkem mullatemperatuurist, mistõttu on usaldusväärsete tulemuste saamiseks vaja uurida
33 õhutemperatuuri ja niiskuse koosmõju mullaemissioonile.

34 Metsa kasvukohatüübi määrab ära eelkõige muld ja selle niiskusrežiim. Kuna viimane on
35 muudetav (muutuv), ei tarvitse ka kasvukohatüüp olla jääv suurus. Näiteks on riigimetsas
36 metsakuivenduse tulemusena viimase 50 aasta jooksul suurenenud kõdusoometsade pindala
37 üle 10 korra ja rohusoometsade (madalsoon, lodu) pindala vähenenud kaks korda (Pärt,
38 2010). Tulevikus suurenevad sademetehulgad kui ka võimalik kuivendussüsteemi
39 laiendamine võivad kaasa tuua metsa kasvukohatüüpide osakaalu muutuseid (mõju 2.11),
40 mis omakorda mõjutavad elupaikasid, liikidevahelist konkurentsi ja liikide levikut.

41 Tuule mõju metsaökosüsteemile

42 Eesti puistute peamiseks hukkumise põhjuseks on tormikahjustused („Eesti metsanduse
43 arengukava aastani 2020“, 2010). Põhja-Euroopa kohta tehtud mudelarvutustes ennustavad

⁶ BioClim huvirühmadele suunatud avaseminari (27. aprill 2015) arutelu.

1 suurimat keskmise tuule kiiruse kasvu talvekuudel. Suurim keskmise tuule kiiruse kasv on
2 projitseeritud Eesti rannikumere kohal kohati rohkem kui 20%. Maismaal on tuule kiiruse
3 kasv väiksem, kusjuures ekstreemsed tuule kiirused kasvavad sarnaselt keskmise tuule
4 kiirusega (Luhamaa *et al.*, 2015). Seoses tuulekiiruse kasvu ja tsüklonite sagenemisega võib
5 ennustada tormikahjustuste (tormimurru ja –heite) sagenemist (mõju 2.03), mille tagajärjed
6 langeb puidu kvaliteet ja suureneb üraskikahjustuse oht, sest koristamata tormiheide ja -
7 murd ning tormist kahjustatud puud on heaks paljunemiskohaks patogeenidele.
8 Tormi järel lagedaks jäänud niisked alad võivad transpiratsiooni olulise vähenemise tõttu
9 soostuda.

10 **Kliimategurite koosmõju metsaelustikule**

11 Kliimamuutused võivad mõjutada metsa ökoloogilist dünaamikat, liikidevahelisi suhteid ja
12 populatsioonide interaktsioone ökosüsteemi abiootiliste teguritega. Bioloogilist
13 mitmekesisust, mida on nimetatud ka inimkonna kollektiivseks elukindlustuseks (ELi
14 bioloogilise mitmekesisuse strateegia, 2011) ohustavad kliimamuutused elupaikade
15 hävimise (tuli, tormid jm) tõttu, kuid ka läbi liikidevaheliste suhete (konkurents,
16 herbivooria, tolmenamine, sümbioos jt) muutuste. Näiteks on Euroopa
17 Keskkonnaagentuuri aruandes (EEA Report, 2012) märgitud kliimamuutuste tagajärjena
18 ajalise nihke tekkimine liikide vahel, kes sõltuvad üksteisest toidu ja tolmenamise kaudu.
19 Rohkem teavet kliimamuutuste mõjust bioloogilisele mitmekesisusele võib leida ptk-st
20 **elurikkus 1.4.1.**

21

22 **2.4.1.2. Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud**

23 **a) Kuni aastani 2020**

24 Kuni aastani 2020 (ja 2030) eeldatakse senise ilmastiku jätkumist, mistõttu ei esine ka
25 märkimisväärset kliimamuutuste mõju metsaökosüsteemile. Peamist mõju avaldavad
26 inimtegevusest tingitud muutused. Eestis on praegu palju raieküpset metsa, mis soodustab
27 antud perioodil suuremahulist raiet, negatiivse tagajärjena väheneb metsa tagavara ning
28 süsiniku varu. Raied, eelkõige lageraied ohustavad metsaelupaiku ja suurendavad
29 mullaemissiooni ja soostumise ohtu, mets võib ajutiselt muutuda süsiniku sidujast süsinikku
30 emiteerivaks ökosüsteemiks. Samas on põhiline raiemahtude mõjutaja turuhind ja -nõudlus,
31 mistõttu ei pruugi realiseeruda eelpoolmainitud stsenaarium.

32 **b) Kuni aastani 2030**

33 Sagenevad ekstreemsed ilmastikunähtused, nt põuad ja tormid. Kliimamuutuste negatiivne
34 mõju (majandusele) avaldub põuaperioodi sagenemine kaudu, mis suurendab
35 metsatulekahjude ohtu ning soodustab patogeenide paljunemist. Tormid suurendavad
36 tormiheide ja -murru esinemist. Talvel ei külmu muld sügavalt läbi, mis raskendab raietööde
37 läbiviimist. Raskeveomasinad kahjustavad mulla struktuuri, põhjustades mulla tihenemist
38 ning sellega kaasnevat soostumise ohtu, tulemusena suureneb metsamulla
39 kasvahoonegaaside emissioon. Mõjude avaldumise tõenäosust hinnatakse väikeseks.

40 **c) 2021–2050**

41 Talvel tõuseb õhutemperatuur 2,3–2,9 °C võrra, mis loob soodsamad tingimused
42 patogeenide paljunemiseks ja levikuks. Mulla kiirem kevadine soojenemine soodustab
43 juurepessu levikut. Talvine õhutemperatuuri tõus vähendab mulla läbikülmumist ja
44 raskendab raietööde teostamist. Metsatöömasinad kahjustavad pehmel pinnasel sõites

1 läbikülmumata mulda, lõhkudes mulla struktuuri, põhjustades mulla tihenemist ja
2 soostumist, mis suurendab tormiheite ohtu ja kasvuhoonegaaside emissiooni. Suvine
3 keskmine õhutemperatuur on praegusest ca 2 °C kõrgem, mis suurendab metsatulekahjude
4 ohtu. Aasta keskmine sademete kasv 10–16% suurendab vähesel määral metsamulla
5 kuivendamise vajadust. Mulla kuivendamine parandab puude kasvutingimusi, kuid
6 suurendab samaaegselt orgaanika lagunemist mullas ja seeläbi kasvavad mullaemissioonid.
7 Tsüklonite arvu kasv võib vähesel määral suurendada tormikahjustuste sagedust ja pindala.
8 Positiivse mõjuna suureneb metsa tootmine ning süsiniku sidumine biomassis.
9 Mõjude avaldumise tõenäosust hinnatakse pigem väikeseks.

10 **d) 2051–2100**

11 Peamiselt avalduvad (majandusele) negatiivse suunaga mõjud. Talvine õhutemperatuur ei
12 lange alla nulli, maapind ei külmu läbi, mis raskendab raie- ja metsatööde läbiviimist.
13 Metsatööstusriikides raskendab pehmel pinnasel liikudes mulla struktuuri, muld tiheneb, väheneb
14 mullaviljakus ning halvenevad taimede kasvutingimused, tekivad lokaalsed liigniisked alad,
15 suureneb kasvuhoonegaaside emissioon mullast, väheneb mullasüsiniku varu. Soojemad
16 talved loovad soodsamad tingimused patogeenide paljunemiseks ning läbikülmumata muld
17 teeb puud vastuvõtlikumaks tormikahjustustele.

18 Suvine õhutemperatuuri tõus 2,2–3,8 °C võrra ja sagenevad põuaajaperioodid suurendavad
19 Eesti alal metsapõlengute ohtu 20% kuni 40% võrreldes perioodiga 1961–1990 (EEA
20 raport, 2012). Eesti huvigruppide ja ekspertarvamuse kohaselt jäävad metsatulekahjud siiski
21 pigem väheoluliseks. Kõrgem õhutemperatuur kiirendab mullaorgaanika lagunemist ja
22 suurendab mullahingamist, kasvab mulla kasvuhoonegaaside emissioon. Suvine põud
23 suurendab raiesmikul tõusmete ja seemikute hukkamise ohtu.

24 Sagenevad ja tugevamad tormid kahjustavad kasvavat metsa. Temperatuuri ja
25 niiskuse režiimi muutused võivad muuta metsakasvatuse osakaalu, metsa
26 ökoloogilist dünaamikat ja liikidevahelisi suhteid.

27 Positiivse mõjuna suureneb metsa tootmine ning süsiniku sidumine biomassis.

28 Kliimamuutuste mõjude suurust ning avaldumise tõenäosust hinnatakse antud perioodil
29 keskmiseks.

30

31 **2.4.2. Alavaldkond: sood ja teised märgalad**

32 **2.4.2.1. Riskid ja haavatavus**

33 Kliimamuutuse aspektist vaadatuna on märgaladel kahetine roll. Ühelt poolt võib rääkida
34 märgalade aktiivsest rollist kliima mõjutamisel, kuna turbaalad, kus on salvestunud suur
35 süsiniku varu, on seoses kuivendamisega kujunenud üheks olulisemaks kasvuhoonegaaside
36 allikaks. Märgalad mõjutavad tugevasti ka lokaalset mikrokliimat – märgalades salvestatud
37 veevaru ja sealne taimkate ühtlustab temperatuuri ja niiskuse gradiente, mis soodustab
38 elurikkust pakkudes suuremat niširuumi erinevate nõudlustega liikidele. Teisalt on
39 märgalad tundlikud kliimamuutusega seotud tegurite, eelkõige temperatuuri ja sademete
40 muutuste suhtes. Oluline on siinkohal eristada mõjusid **sisemaa soodele ja rannikuäärsetele**
41 **märgaladele**, aga ka looduslikele soodele ja kuivendatud turbaaladele - neist kõige enam
42 mõjutatud on kuivendatud alad.

1 Kliimaatilistest teguritest mõjutavad sisemaa märgalaid kõige enam talvise
2 õhutemperatuuri tõus ja sademete hulga suurenemine, mis muudavad hüdroloogilisi
3 tingimusi ja sesoonsust ning mõjutavad toitainete liikumist. Ilmastiku üksiksündmustest on
4 sisemaa märgalad tundlikud sagedaste külmumis-sulamistsüklike suhtes külmal poolaastal,
5 suvise põua suhtes, eriti kui sellele järgnevad vihmavalingud, ja kestvate sügisvihmade
6 suhtes. Ranniku märgalad on tunduvalt ebastabiilsemad võrreldes sisemaa soodega, eriti
7 maastike morfoloogiliste muutuste seisukohalt. Rannikualade peamisteks kliimaatilisteks
8 mõjutajateks on tormisuse kasv ja tuulte läänesuunalise komponendi sagenemine, mille
9 mõjul on jäävabadel talvedel kasvanud veepaisutus Eesti saarte randades ja lääneranniku
10 lahtedes (vt **Tabel 9**, **Tabel 10** ja **Tabel 11**).

11

12 **Temperatuuri mõju märgaladele**

13 Looduslikud sood mõjutavad Maa kliimat, sidudes süsihappegaasi ning vabastades
14 atmosfääri metaani ja vähesel määral ka naerugaasi (Minkkinen *et al.*, 2002). Kui loodusliku
15 soo seisund muutub, olgu siis inimtegevuse või kliimamuutuste tõttu, muutub ka soo
16 kasvuhoonegaaside bilanss (Salm *et al.*, 2009) – temperatuuri tõustes CO₂ ja N₂O emissioon
17 suureneb (Martikainen *et al.*, 1993; Minkkinen *et al.*, 2002), CH₄ emissioon väheneb
18 (Martikainen *et al.*, 1995; Minkkinen *et al.*, 2002). Ilometsa (1996) arvates on väga raske
19 ennustada, kuidas reageerib looduslikus seisundis olevate soode süsinikubilanss kliima-
20 muutusele. Siiski on kindel, et nende praegune seisund muutub oluliselt, kuna soid peetakse
21 väga tundlikeks veebilansi mõõdukate muutuste suhtes ja pehmed talved kestvate
22 plusskraadidega mõjutavad soode veerežiimi drastiliselt. Kuivendatud soodes, kus vee
23 pidev väljavool põhjustab niigi suuremat turbaosakeste kadu võrreldes looduslikus
24 seisundis olevate soodega, suureneb seal aereerituse ja temperatuuri tõusu tõttu ka
25 orgaanilise aine mineraliseerumise kiirus. Kui pindmise turbakihi külmumine väheneb,
26 algab õhuhapnikuga kokkupuutuva turba mikrobioloogiline lagunemine sesoonselt varem
27 ja kestab kauem, kui praegustes tingimustes. Selle tagajärjel suureneb ka CO₂ emissioon
28 (**Tabel 10** mõju 2.12). Ka metanogeneesi turbaaladel on põhjamaises kliimas, erinevalt
29 lõunapoolsetest laiuskraadidest, äärmiselt tundlik temperatuurimuutustele 0°C ümbruses –
30 mikroobid reageerivad ka väga väikestele temperatuuri muutustele orgaanilise aine
31 lagundamiskiiruse tõusuga, mis võib tõsta KHG-de emissiooni neilt aladelt (Frenzel, 2008).
32 Salm'i jt (2012) mõõtmisandmetele tuginedes võib öelda, et KHG-de emissioon
33 kuivendatud turbaaladelt on õhu- ja pinnasetemperatuuriga keskmise tugevusega seoses (vt
34 all **turba tootmise** ptk **11**, **Joonis 15**). Seeläbi võib ennustada, et keskmise õhutemperatuuri
35 tõusuga kaasneb ka CO₂ emissiooni suurenemine ning oluliseks mõjukuks ökosüsteemile võib
36 seda pidada alates perioodist 2051–2100.

37 Sagenevad suvised põuad muudavad turbaalade sooveetaseme ebastabiilseks, ning
38 aeroobsete ja anaeroobsete protsesside vaheldumine põhjavee piirhorisondis soodustab
39 samuti orgaanilise aine lagunemist. Suurenev talvine sademete hulk ja äravool ning
40 külmumis-sulamistsüklike vaheldumine soodustavad omakorda lahustunud orgaanilise
41 süsiniku (*dissolved organic carbon* e. DOC) mobiliseerumist ja ärakannet. Kuna turbast
42 pärinev DOC koosneb valdavalt kollast või pruuni värvi huumusainetest, halvendab see
43 järvedesse ja/või rannikumerre jõudnuna veesiseseid valgusolusid. Täiendava toiduna
44 bakteritele, muudab DOC veekogude toitumisahela tasakaalu. Lõppväljundina DOC
45 laguneb, täiendades KHG-de emissiooni (**Tabel 10** mõju 2.12).

46 Üheks kliimateguriks, mis hakkab soode seisundit mõjutama, on ka talvise õhutemperatuuri
47 tõus, mille tagajärjel soode pindmine kiht võib jääda aastaringselt mittekülmunuks. Krause
48 ja Hanisch (2007) modelleerisid suurenenud talviste sademete ja aurumise, vähenenud lume

1 akumulatsiooni ja vähenenud suviste ning sügiseste sademete mõju valgla hüdroloogiale.
2 Olukorras, kus oluliselt suureneb talvine äravool ja väheneb suvine äravool, suureneb
3 märgalade tähtsus vooluhulkade ühtlustajana, mis võimaldab vähendada talvise üleujutuse
4 ohtu ja säilitada suvist põhiäravoolu. Teiselt poolt vähenevad põuasemate suvede
5 tingimustes paratamatult märgalade veetase ja veevaru, millel on selged järelmid märgalade
6 elustikule ja vett puhastavatele omadustele.

7 Kliima soojenemine ja muutused sademete režiimis põhjustavad nihkeid soode taimkatte
8 liigilises koosseisus, muutes erinevate turbasambliikide vahekorda ja suurendades
9 puhmastaimede konkurentsieelist turbasammalde ees. Lisaks kliimaatilistele teguritele
10 mõjutab turbasammalde, puhmastaimede ja kõrreliste vahekordi ka toiteainete (N ja P)
11 kättesaadavus. Soome soodes kuivendatuse gradiendis tehtud uurimused (Vávrová, *et al.*,
12 2008) näitavad, et veetaseme püsiva alanemise järel muutub dramaatiliselt taimestik ja selle
13 tagajärjel varise hulk ja koostis (mõju 2.14). Ka mikroobikooslused muutuvad, kuid need
14 muutused pole nii suured, kui taimestiku muutused. Varise tüüp mõjutab omakorda
15 lagundajate kooslust ja funktsioone.

16 Robroek jt (2007) tehtud katses kasvatati nelja turbasambliiki – *Sphagnum magellanicum*
17 (liilakas turbasammal), *S. rubellum* (punane turbasammal), *S. fuscum* (pruun turbasammal)
18 ja *S. imbricatum* – kahe veetaseme (–5 cm ja –15 cm) tingimustes ja kahel temperatuuril
19 (15°C ja 20°C). Kolm esimest liiki on Eestis väga sagedad ja erinevad looduses oma
20 mikrotopograafiliste eelistuste poolest. Katse näitas, et veetaseme ja temperatuuri muutused
21 võivad nihutada turbasambliikide väljakujunenud vahekorda rabas, mis võib muuta
22 olulisi ökosüsteemi protsesse. Autorid rõhutavad turbasammalde liigilise koosseisu ja
23 liikide vahekorra jälgimise tähtsust, kui eesmärgiks on kliimamuutuste mõju jälgimine
24 rabades.

25 Rohu-siirdesood pindala, mis Laasimeri (1965) andmetel oli 1950. aastatel 76 200 ha, koos
26 siirdesoometsadega 151 800 ha, on viimase inventuuri (Paal ja Leibak, 2011) kohaselt
27 vähenenud enam kui kahekordselt. Selle peamiseks põhjuseks ei ole mitte turba-
28 kaevandamine, vaid avatud rohu-siirdesood metsastumine või metsastamine männi ja
29 kasega. Seega on suur osa rohu-siirdesoodest transformeerunud siirdesoometsadeks või
30 kõdusoometsadeks. Paal ja Leibak (2011) väidavad, et enamasti on metsastumine
31 põhjustatud kas otsesest või naabruses toimunud kuivendamisest, kuid osa muutusest võib
32 olla tingitud Põhja-Euroopa kliima mõningasest soojenemisest ja seetõttu jätkub rohu-
33 siirdesood arvu ja pindala vähenemine tõenäoselt ka tulevikus. Ka Eesti lage- ja puisrabad
34 metsastuvad tasapisi (Leivits ja Leivits, 2009). Selle põhjuseks on komplekselt
35 kliimamuutuse, kuivenduse, põlengute, suureneva lämmastiku sissekande jm mõju. Seega
36 võib eeldada, et lage- ja puisrabade arv ning pindala tulevikus väheneb, samal ajal
37 rabametsade pindala suureneb. Linderholm ja Leine (2004) oletasid, et turbaalade
38 metsastumise trend Euroopas ja Põhja-Ameerikas on ümbritsevate alade kuivendamise
39 kõrval põhjustatud ka suvise õhutemperatuuri tõusust, mis on langetanud rabade veetaset.

40 Linnuvaatlused Nigula rabas 40 aasta jooksul (Leivits *et al.*, 2008) näitasid, selget tendentsi
41 lõunapoolse levilaga liikide arvukuse tõusu ja põhjapoolse levilaga liikide arvukuse languse
42 suunas. Märgatavateks muutusteks Eesti rabades viimase 40 aasta jooksul on eutroofseid
43 elupaiku (rohumaad, madal- ja siirdesood) eelistavate liikide invasioon oligotroofsetesse
44 rabadesse ja puulembeste liikide arvukuse tõus – lagedat ala eelistavad liigid asenduvad
45 tavaliste metsa- ja võsaliikidega. Aastatel 1968–2007 suurenes oluliselt ka Nigula rabas
46 pesitsevate linnuliikide arv. Peamiseks lindude arvukust mõjutavaks teguriks on olnud
47 taimestiku struktuuri muutus, kuna männi invasioon varem avatud raba aladele on oluliselt
48 vähendanud avamaastikku eelistavate linnuliikide arvukust.

1

2 Sademete mõju märgaladele

3 Sademete suurenemist RCP4.5 ja RCP8.5 korral on suvekuudel (juuni–august)
4 prognoositud 24–39 mm (11–19%) (Luhamaa *et al.*, 2015), mis jääb aastate vahelise
5 varieeruvuse piiresse ja on sarnane perioodi 1992–2010 näitajatega. Suurenev
6 sademetemaht ei pruugi kaasa tuua pinnase niiskuse suurenemist, kuna seda aitab
7 kompenseerida eeldatavalt suurem aurustumine. Seega võib eeldada, et sademete hulga
8 muutumisel ei ole olulist mõju märgalade niiskusrežiimile ja KHG-de emissioonile.
9 Suuremaid emissioone võib põhjustada ekstreemselt märgade päevade esinemise
10 suurenemine, mis tingib pinnase niiskuse sisalduse olulise suurenemise ja vastavalt Alm'i
11 jt (2007) uurimistulemustele võib kaasa tuua oluliselt suurema CO₂ emissiooni (**Tabel 10**
12 mõju 2.12). Sademetel on oluline roll turbasammalde süsiniku sidumisel ning seeläbi aitab
13 sademete kasv oluliselt kaasa veetaseme säilitamisele soodes põuaperioodidel (Nijp *et al.*,
14 2014). **Märgalade roll** üleujutuste puhverdamisel ja veerežiimi reguleerimisel suureneb
15 (mõju 2.13).

16

17 Lumikatte mõju märgaladele

18 Ka hooajalistel muutustel – lume- ja jääkatte tekkel, kestusel ja sulamisel – on suur mõju
19 märgalade toiteainevarudele ja juurdevoolule ja nendega seotud bioloogilistele
20 protsessidele (sh turba tekkimisele). Hiljutiste uurimuste kohaselt võivad toiteainevaesed
21 turbaalad soojemates ilmastikutingimustes rohkem süsinikku koguda ning toiteainerikkad
22 turbaalad võivad potentsiaalselt olla täiendavad atmosfääri süsiniku allikad (Eesti kuues
23 kliimaaruanne, 2013). Toiteainete ärakandel boreaalses kliimavöötmes on välja kujunenud
24 selge sesoonsus: varakevadine tipp suurvee ajal, suvine miinimum ja sügisene ärakande
25 suurenemine (Mander ja Kull, 1997). Madal temperatuur, paks lumikate (>20 cm),
26 külmunud pinnas ja väike äravool on peamised tegurid, mis hoiavad toiteainete ärakannet
27 talvel madalal tasemel. Pehmetel talvedel suureneb talvine äravool, väheneb kevadise
28 suurveetipu kõrgus ja suureneb pindmise äravoolu roll paiguti külmunud maapinnal, mis
29 suurendavad lämmastiku ja partikulaarse (osakestega seotud) fosfori kadu (Mander ja Kull
30 1997).

31 Mosaiikses kaldasoo ribas Porijõe Tatra ja Sipe alamvalglate veekaitsevööndis uurisid Kull
32 jt (2008) toiteainete dünaamikat vaheäravoolus moreenplatoolt jõe sängi. Nad tõid välja
33 järgmised ilmastikutegurid, mis mõjutasid kõige enam toiteainete voogu kalda märgalas: (i)
34 pinnase külmumise kestus, (ii) lume sulavee tipp, (iii) sooja perioodi sademete jaotus, (iv)
35 ühesuguste ilmade püsivus ja kestus, (v) öökülmade ja pinnase külmumis-sulamistsükli
36 esinemine. Öökülmade algusega suureneb sügisvihmade tähtsus ainete ärakandes, kuna
37 kõrge põhjavee tase intensiivistab denitrifikatsiooni, kuid suurendab ka külmumis-
38 sulamistsükli käigus vabanenud Ca, Mg, K, N ja P kadusid. Lühiajalised sügisesed
39 külmumis-sulamistsüklid intensiivistasid denitrifikatsiooni ja suurendasid NO₂ ja N₂O
40 voogusid kogu märgalal (**Tabel 10** mõju 2.12), kuid muutused erinesid taimestikutüübiti.
41 Suurim muutus ilmnes tarnade koosluses. Pajuenamusega alasid iseloomustas lühike kõrge
42 NO₃ tipp. Esimene tugev öökülm põhjustas tugevaima ärakandepulsi ja järgnevate
43 külmumis-sulamistsükli mõju kahanes kuni maa püsiva külmumiseni talvel. Järgmine
44 ärakande tipp ilmnes kevadel. Üldlämmastik, mille vabanemise mehhanism on keerukas ja
45 sõltub paljudest parameetritest (nt veetase, redokspotentsiaal, hapniku kontsentratsioon), oli
46 külmumisest vähem mõjutatud.

1

2 **Mereveetaseme tõusu mõju märgaladele**

3 Perioodil 2051–2100 võib üheks ranniku märgalade liigirikkust ohustavaks teguriks pidada
4 mereveetaseme tõusu. Kont jt (1996b) on hinnanud merevee taseme tõusu ja tormide mõju
5 ajaperioodi 2051–2100 teisel poolel Eesti ranniku märgalade elurikkusele ja majandusele
6 negatiivseks. Kliimastenaariumi järgi (Luhamaa *et al.*, 2015) prognoositakse merevee
7 taseme tõusuks ajaperioodil 2081–2100 stenaariumi RCP4.5 korral 32–63 cm ja RCP8.5
8 korral 45–82 cm ning aastaks 2100 tõus jätkub ja see on RCP8.5 korral 52–98 cm.
9 Mereveetaseme tõusust on kõige rohkem mõjutatud Hiiumaa, Pärnu-Ikla, Matsalu,
10 Tallinna, ja Narva-Jõesuu-Käsmu piirkonnad. Kui merevee taseme tõus 30 cm ei oma
11 märgatavat mõju (Kont *et al.*, 1996b), siis merevee taseme tõus kuni üks meeter ja koos
12 tormiajudega kujutab arvestavat ohtu Eesti rannikule (Kont *et al.*, 1996b; Luhamaa *et al.*,
13 2015). Suurimat negatiivset mõju avaldab merevee taseme tõus eeldatavalt Matsalu
14 rahvuspargile, kus lisaks taimekooslustele mõjutab üleujutus nii kohalike lindude kui ka
15 rändlindude pesitsus- ja toitumisasalad (Kont *et al.*, 1996a) (**Tabel 10** mõju 2.13). Püsiv
16 kõrge veetase võib vähendada sobilikke elupaiku Eestis pesitsevatele lindudele, nagu
17 näiteks kahlajatele (Leito *et al.*, 2014).

18

19 **2.4.2.2. Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud**

20 **a) Kuni aastani 2020** on ilmastikutingimused lähedased normkliima näitajatega, mistõttu
21 ei prognoosita olulisi muutusi **soode ja teiste märgalade** veerežiimis, kasvuhoonegaaside
22 emissioonides või liigilises koostises. Siiski võib KHG-de emissioon suurendada senisest
23 oluliselt suuremate sademete (sh ekstreemselt märgade päeva arvu) ja keskmiste
24 õhutemperatuuride kasvuga. Kui pindmise turbakihi külmumine väheneb, algab ka
25 õhuhapnikuga kokku puutuva turba mikrobioloogiline lagunemine sesoonselt varem ja
26 kestab kauem, kui praegustes tingimustes ning see toob omakorda kaasa täiendava KHG-
27 de emissiooni kasvu.

28 **b) Kuni aastani 2030** on ilmastikutingimused lähedased normkliima näitajatega nagu ka
29 aastani 2020 ning seetõttu on prognoositavad mõjud sarnased eelmises punktis (punktis a))
30 kirjeldatuga.

31 **c) 2021–2050**

32 Prognoositakse mõningast KHG-de emissiooni kasvu lähtuvalt peamiselt temperatuuri
33 tõusust ja sademete suurenemisest. Suurim mõju avaldub siiski alles perioodi lõpu poole.
34 Pindmise turbakihi külmumine ja lumikattega kaetus väheneb ning õhuhapnikuga kokku
35 puutuva turbakihi lagunemine algab varem ja kestab kauem. Selle tulemuseks on KHG-de
36 emissiooni kasv. Sagenevad suvised põuad muudavad turbaalade põhjaveetaseme
37 ebastabiilseks, ning aeroobsete ja anaeroobsete protsesside vaheldumine põhjavee
38 piirhorisondis soodustab samuti orgaanilise aine lagunemist. Suurenev talvine sademete
39 hulk ja äravool ning külmumis-sulamistsükli vaheldumine soodustavad omakorda
40 lahustunud orgaanilise süsiniku (DOC) mobiliseerumist ja ärakannet.

41 **d) 2051–2100**

42 Prognoositakse olulist KHG-de emissiooni kasvu. Kliima soojenemine koos muutustega
43 sademete režiimis põhjustavad nihkeid ka soode taimkatte liigilises koosseisus, muutes

1 erinevate turbasambliikide vahetõrka ja suurendades puhmastaimede konkurentsieelist
2 turbasammalde ees. Lisaks kliimatilistele teguritele mõjutab turbasammalde,
3 puhmastaimede ja kõrreliste vahetõrka ka toiteainete (N ja P) kättesaadavus. Perioodil
4 2051–2100 võib üheks ranniku märgalade liigirikkust ohustavaks teguriks pidada ka
5 mereveetaseme tõusu – merevee taseme tõus kuni üks meeter koos sobivast suunast
6 puhuvate tormituultega kujutab arvestavat ohtu Eesti rannikule. Suurimat negatiivset mõju
7 avaldab merevee taseme tõus eeldatavalt Matsalu rahvuspargile, kus lisaks taimekooslustele
8 mõjutab üleujutus nii kohalike lindude kui ka rändlindude pesitsus- ja toitumisalasid. **Sood**
9 **hakkavad metsastuma**. Selle põhjuseks on komplekselt kliimamuutuse, kuivenduse,
10 põlengute, suureneva lämmastiku sissekande jm mõju.

11

12 **2.4.3. Alavaldkond: põllumaad ja rohumaad**

13 **2.4.3.1. Riskid ja haavatavus**

14 Kliimamuutused võivad tulevikus ohustada Eesti rohumaade ja põllumaade muldade
15 huumusesisaldust, mis väljendub muldade viljakuses. Muldade huumusesisaldus sõltub
16 taimede produktiooni ja orgaanilise aine lagunemise vahetõrkast. Muutuv kliima mõjutab
17 pikas perspektiivis seda süsteemi kindlasti. Muldade huumusesisaldust mõjutab väga
18 oluliselt ka inimtegevus – maaharimise iseärasused, eriti aga muutused maakasutuses.
19 Viimane mõjutab seda süsteemi arvatavasti oluliselt rohkem kui oodatav kliimamuutus.

20 **Temperatuuri tõusu mõju rohumaadele ja põllumaadele**

21 Aasta keskmise temperatuuri tõus (**Tabel 11** mõju 2.15) meie laiuskraadil toob kaasa
22 taimede kasvuperioodi pikenemise ja sellest tuleneva produktiivsuse kasvu. Teatud määral
23 soodustab taimekasvu täiendavalt ennustatud CO₂ kontsentratsiooni tõus õhus.
24 Põlluharimine saab alata senisest varem ja saagikoristus samuti. Senisest mõnevõrra
25 kõrgem temperatuur kiirendab orgaanilise aine lagunemist mis võib tõsta muldadest
26 lähtuvat CO₂ emissiooni.

27 Looduslikes ja pool-looduslikes taimekooslustes toob temperatuuri tõus (mõju 2.15) endaga
28 kaasa liigilise koosseisu ja/või liikide ohtussuhete muutumise. Muutunud tingimused
29 võivad rohkem sobida kõrgemakasvulistele ja/või kaheidulehelistele liikidele. Tänu
30 õhulämmastiku sidumise võimele on eelistatud taimed liblikõieliste sugukonnast. Muutusi
31 liigilises koosseisus ja ohtussuhetes on oodata kõikides elustikurühmades, sh
32 mullakeskonnas.

33 **Sademetelise loomu ja hulga mõju rohumaadele ja põllumaadele**

34 Sademete hulga suurenemine (**Tabel 11** mõju 2.16) võib kaasa tuua erineva iseloomuga
35 üleujutusi talvel ja varakevadel. Lühem ja soojem talv, sh lumikattega päevade arvu
36 vähenemine (mõju 2.17) tähendab CO₂ emissiooni tõusu ja toitainete leostumist
37 põllumuldadest.

38 **Tormide ja erakorraliste ilmasünduste mõju rohumaadele ja põllumaadele**

39 Tugevamad tuuled ja tormid rohumaadele ja (taimedega kaetud) põllumaadele arvatavasti
40 märkimisväärset ohtu ei kujuta. Teatav tuuleerosioonioht eksisteerib varakevadiste põudade
41 esinemise puhul. Seevastu mustkesas põllumaad ja vahelharitavate kultuuride põlde võib
42 ohustada ägedate paduvihmade ja tormide puhul mullaerosioon (**Tabel 11** mõju 2.18).

1 Probleem võib osutada tõsisemaks künklikuma reljeefiga Eesti piirkondades (Tartumaa,
2 Võrumaa).

3 Inimmõju, mis on loonud Eesti rohumaad ja põllumaad, on ja jääb alati olulisemaks
4 rohumaid ja põllumaid kujundavaks ja neil valitsevaid keskkonnatingimusi mõjutavaks
5 teguriks, kui seda on oodatavad muutused kliimas. CO₂ sidumist mulda soodustab ainult
6 väheintensiivne põllumajandus, kündmisest loobumine, põllumaa muutmine
7 püsirohumaaks jne. Need kliimamuutuste leevendamise võtted ei aita kaasa Eesti riigi
8 majanduse konkurentsivõime säilitamisele ja tõstmisele.

9

10 **2.4.3.2. Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud**

11 **a) kuni aastani 2020**

12 Aastatel kuni 2020 valitsevad praegusele sarnane ilmastik ja olulisi muutusi Eesti
13 rohumaade ja põllumaade valitsevates keskkonnatingimustes ette näha ei ole.
14 Kliimamuutusest mõjutatud muutusi pool-looduslike rohumaade liigilises koosseisus
15 oodata ei ole.

16 **b) kuni aastani 2030**

17 Ka kuni 2030 aastani valitseb Eestis praegusele sarnane ilmastik ja olulisi muutusi
18 rohumaade ja põllumaade valitsevates keskkonnatingimustes ette näha ei ole. Samuti ei ole
19 oodata arvestatavaid, kliimamuutusest mõjutatud, muutusi pool-looduslike rohumaade
20 liigilises koosseisus.

21 **c) 2021–2050**

22 Aastateks 2021–2050 võib ennustada rohumaadel ja põllumaadel teatavat CO₂ emissiooni
23 tõusu muldadest, mis on tingitud temperatuuri tõusust ja sademete hulga suurenemisest.
24 Senisest väiksem lumekattega talvapäevade arv võib esile kutsuda senisest suuremat
25 toitainete leostumist põllumuldadest. Kliimamuutusest mõjutatud muutused pool-
26 looduslike rohumaade liigilises koosseisus on arvatavasti alanud. Tõusnud on rohumaade
27 ja põllumaade produktiivsus. Mõju avaldub märgatavamalt alles perioodi lõpuaastatel.

28 **d) 2051–2100**

29 Perioodil 2051–2100 prognoositakse varasemast suuremat CO₂ emissiooni tõusu. Väiksem
30 lumekattega talvapäevade arv põhjustab senisest suuremat toitainete leostumist
31 põllumuldadest. Kliima soojenemine ja suuremast sademete hulgast põhjustatud
32 produktiivsuse tõus põhjustab täiendavaid muutusi pool-looduslike rohumaade liigilises
33 koosseisus. Soodustatud on kõrgemakasvulised liigid. Mõju on suurem perioodi
34 lõpuaastatel.

35

1 Tabel 9. Kliimamuutuste mõju metsadele.

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
Kuni 2020	Senine ilmastik	Peamist mõju avaldavad inimtegevusest tingitud muutused: raie	2.01	Eestis on palju raieküpset metsa. Intensiivne raie vähendab metsa tagavara ning süsiniku varusid, lageraie suurendab mullaemissiooni. Mets võib ajutiselt muutuda süsiniku sidujast süsinikku emiteerivaks ökosüsteemiks. Suurepinnalised raied ohustavad elupaikade hävitamise tõttu metsa liigirikkust.	+ (majanduslik mõju) - (keskkonnamõju)	suur	keskmine: tööhõive suureneb	keskmine/ teadmata (raiemahud sõltuvad oluliselt turuhinnast ja nõudlusest)	otsene	kogu Eesti
Kuni 2030	Senine ilmastik	Ekstreemsete ilmastikunähtuste sagenemine: põud	2.02	Põuaperioodi sagenemine suurendab metsatulekahjude ohtu ning üraskite paljunemist.	- (majanduslik mõju) + (keskkonnamõju)	väike	väike	väike	otsene	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Ekstreemsete ilmastikunähtuste sagenemine: tormid	2.03	Suurenevad tormikahjustused.	-	keskmine	väike	väike	otsene	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Talvine õhutemperatuuri tõus	2.04	Muld ei külmu sügavalt läbi: raietööd on raskendatud, metsatöomasinad kahjustavad pehmel pinnasel sõites mulla struktuuri- mulla tihenemine ning sellega kaasnev soostumise oht. KHG emissiooni suurenemine.	-	keskmine	väike	keskmine	otsene	kogu Eesti
2021–2050	RCP4.5, RCP8.5	Temperatuuri tõus, talvel 2,3–2,9 °C, kevadel 2,4–3,1 °C	2.05	Soojemad talved loovad soodsamad tingimused kahjurite paljunemiseks ja levikuks. Toimub mulla kiirem kevadine soojenemine- muld on vähem aega külmunud, mis soodustab juurepessu levikut.	- (majanduslik mõju) + (keskkonnamõju)	keskmine	väike	keskmine	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Temperatuuri tõus, suvel 1,6–2,2 °C, sagedevad kevad-suvised põuad	2.06	Mullatemperatuur tõuseb- raiesmikul tõusmete ja seemikute hukkumise oht.	-	väike	väike	väike	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Temperatuuri tõus, talvel 2,3–2,9 °C	2.04	Muld ei külmu sügavalt läbi: raietööd on raskendatud, metsatöomasinad kahjustavad pehmel pinnasel sõites läbikülmumata mulda, rikutakse mulla struktuuri, muld tiheneb, soostumise oht. Läbikülmumata muld teeb puud vastuvõtlikumaks tormikahjustustele.	-	väike	väike	suur	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Aasta keskmine sademete kasv 10–16%	2.07	Suureneb pindmine äravool, mis põhjustab mulla vee-erosiooni, orgaanilise aine ja toitainete kadu, väheneb mullaviljakus, väheneb vee infiltreerumine pinnasesse.	-	väike	väike	keskmine	otsene	kogu Eesti

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP4.5, RCP8.5	Aasta keskmine sademete kasv 10–16%	2.08	Intensiivsema kuivendamise tõttu kiireneb mullaorgaanika lagunemine (eriti turvasmuldades), väheneb mulla süsinikuvaru, suureneb kasvuhooaegaste emissioon mullast.	–	väike	väike	väike	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Aasta keskmine õhutemperatuur tõuseb 2,0–2,6 °C, sademete kasv 10–16%, suureneb atmosfääri CO ₂ kontsentratsioon	2.09	Suureneb puidu produktsioon ja süsiniku sidumine biomassi.	+	väike	väike: tööhõive suureneb	väike	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Aasta keskmine õhutemperatuur tõuseb 2,0–2,6 °C, sademete kasv 10–16%,	2.10	Suurenevad mulla süsinikuvood ja käibekiirus- kiireneb mullaorgaanika lagunemine, intensiivistub mullahingamine ja CO ₂ emissioon atmosfääri. Kasvava biomassi produktsiooni tõttu suureneb varise ja muu C sisend mulda.	0	väike	väike	keskmine	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Temperatuuri tõus, suvel 1,6–2,2 °C, kevad-suvised põuad sagedasemad	2.02	Suureneb metsatulekahjude oht. KHG emissiooni suurenemine.	– (majanduslik mõju) + (keskkonnamõju)	väike	väike	väike	otsene	kogu Eesti
2051–2100	RCP4.5, RCP8.5	Temperatuuri tõus, talvel 3,1–4,9 °C, kevadel 3,4–4,9 °C, sagedasemad kevad-suvised põuad	2.05	Soojemad talved loovad soodsamad tingimused kahjurite paljunemiseks ja levikuks. Mulla kiirem kevadine soojenemine: muld on vähem aega külmunud, mis soodustab juurepessu levikut.	– (majanduslik mõju) + (keskkonnamõju)	keskmine	väike	keskmine/suur	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Temperatuuri tõus, suvel 2,2–3,8 °C	2.06	Mullatemperatuur tõuseb: raiesmikul tõusmete ja seemikute hukkumise oht.	–	keskmine	väike	keskmine	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Temperatuuri tõus, talvel 3,1–4,9 °C, talvel ei lange temperatuur alla 0 °C	2.04	Muld ei külmu läbi: raietööd on raskendatud, metsatööstus kahjustab pehmel pinnasel sõites läbikülmumata mulda, rikutakse mulla struktuuri, suureneb tormiheite oht. Lääbikülmumata muld teeb puud vastuvõtlikumaks tormikahjustustele. KHG emissiooni suurenemine.	–	suur	väike	suur	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Aasta keskmine sademete kasv 14–19%, paduvihmad	2.07	Suureneb pindmine äravool, mis põhjustab mulla vee-erosiooni, orgaanilise aine ja toitainete kadu, väheneb mullaviljakus, väheneb vee infiltreerumine pinnasesse.	–	väike	väike	keskmine	otsene	kogu Eesti

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
		sagenevad suvel 137–165%								
	RCP4.5, RCP8.5	Aasta keskmine sademete kasv 14–19%, paduvihmad sagenevad suvel 137–165%	2.08	Sademetega kasv tingib intensiivsema kuivendamise, mis omakorda põhjustab mullaorgaanika kiirema lagunemise (eriti turvasmuldades), väheneb mulla süsinikuvaru, suureneb kasvuhooaegaste emissioon mullast.	-	keskmine	väike	keskmine	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Aasta keskmine temperatuur tõuseb 2,7–4,3 °C, sademete kasv 14–19%, suureneb atmosfääri CO ₂ kontsentratsioon	2.09; 2.01	Suureneb puidu produktioon ja süsiniku sidumine biomassi, suureneb potentsiaalne raieaht → lageraie tõttu võimalik metsaelupaikade hävitamine, suureneb raiejärgne mullaemissioon, mis vähendab metsamulla orgaanilise süsiniku varu.	+ (majanduslik mõju) - (keskkonnamõju)	keskmine	keskmine: tööhõive suureneb	suur	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Aasta keskmine temperatuur tõuseb 2,7–4,3 °C, sademete kasv 14–19%	2.10	Suurenevad mulla süsinikuvood ja käibekiirus- kiireneb mullaorgaanika lagunemine, suureneb mullahingamine ja CO ₂ emissioon atmosfääri. Kasvava biomassi produktiooni tõttu suureneb varise ja muu C sisend mulda.	0	väike	väike	suur	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Temperatuuri tõus, suvel 2,2–3,8 °C, sagenevad põuad	2.02	Suureneb metsatulekahjude oht. KHG emissiooni suurenemine.	-	keskmine	väike	suur	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Tuule kiirus kasvab 3–18%, tsüklonite arvu kasv	2.03	Suureneb tormikahjustuste sagedus ja pindala, tormikahjustused vähendavad puidu väärtust, soodustavad kooreüraskite hulgisigimist ning võivad põhjustada lokaalset soostumist	-	keskmine	väike	keskmine	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Aasta keskmine temperatuur tõuseb 2,7–4,3 °C, sademete kasv 14–19%	2.11	Temperatuuri ja niiskusrežiimi muutused võivad muuta metsakasvukohatüüpide osakaalu, metsa ökoloogilist dünaamikat ja liikidevahelisi suhteid.	0	väike	väike	väike	otsene	kogu Eesti

1
2

1 Tabel 10. Kliimamuutuste mõju soodele ja teistele märgaladele

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
Kuni 2020	Senine ilmastik	Aasta keskmine õhutemperatuuri tõus	2.12	KHG emissiooni suurenemine. Koos suviste põudadega suureneb ka tuleohtlikkus. Õhu- ja pinnasetemperatuuri tõus kiirendab pinnase orgaanilise aine lagunemist.	-	väike	väike	väike (vastavasisulised uuringud)	otsene	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Aasta keskmine sademete hulga kasv	2.12	KHG emissiooni suurenemine. Niiskete alade pindala suurenemine suurendab ohtu täiendavale kuivendamisele. Suurem koormus üleujutuste ja veerežiimi reguleerimise ning vee puhastamisel.	-	väike	väike	teadmata	otsene	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Lumikattega päevade arvu vähenemine	2.12	KHG emissiooni suurenemine. Pindmise turbakihi külmumise ja lumikattega kaetuse päevade arvu vähenemisel algab õhuhapnikuga kokkupuutuva turba mikrobioloogiline lagunemine sesoonselt varem ja kestab kauem.	0	väike	väike	teadmata	otsene	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Mereveetaseme tõus, tuulekiiruse kasv	2.13	Meretaseme tõus koos sagenevate tormide ja suuremate tuulekiirustega ohustab ranniku märgalasid üleujutustega. Lisaks taimekooslustele mõjutab üleujutus nii kohalike lindude kui ka rändlindude pesitsus- ja toitumisalasid.	0	väike	väike	väike (vastavasisulised uuringud)	otsene	Hiiumaa, Pärnu- Ikla, Matsalu, Tallinn, Narva-Jõesuu
Kuni 2030	Senine ilmastik	Aasta keskmine õhutemperatuuri tõus	2.12	KHG emissiooni suurenemine. Koos suviste põudadega suureneb ka tuleohtlikkus. Õhu- ja pinnasetemperatuuri tõus kiirendab pinnase orgaanilise aine lagunemist. Kuivendatud soodes suureneb temperatuuri tõusu ja aereerituse tõttu orgaanilise aine mineraliseerimise kiirus.	-	väike	väike	väike (vastavasisulised uuringud)	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad
	Senine ilmastik	Aasta keskmine sademete hulga kasv	2.12	KHG emissiooni suurenemine. Niiskete alade pindala suurenemine - oht täiendavale kuivendamisele. Rohkem üleujutusi. Suurenev talvine sademete hulk ja äravool ning külmumis-sulamistsükli vaheldumine soodustavad lahustunud orgaanilise süsiniku (DOC) mobiliseerumist ja ärakannet.	-	väike	väike	teadmata	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad
	Senine ilmastik	Lumikattega päevade arvu vähenemine	2.12	KHG emissiooni suurenemine. Pindmise turbakihi külmumise ja lumikattega kaetuse päevade arvu vähenemisel algab õhuhapnikuga kokkupuutuva turba mikrobioloogiline lagunemine sesoonselt varem ja kestab kauem.	-	väike	väike	teadmata	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	Senine ilmastik	Mereveetaseme tõus, tuulekiiruse kasv	2.13	Meretaseme tõus koos sagenevate tormide ja suuremate tuulekiirustega ohustab ranniku märgalasid üleujutustega. Lisaks taimekooslustele mõjutab üleujutus nii kohalike lindude kui ka rändlindude pesitsus- ja toitumisalasid.	-	väike	väike	väike	otsene	Hiiumaa, Pärnu-Ikla, Matsalu, Tallinn, Narva-Jõesuu
2021–2050	RCP4.5; RCP8.5	Aasta keskmine õhutemperatuuri tõus	2.12	KHG emissiooni suurenemine. Õhu- ja pinnasetemperatuuri tõus kiirendab pinnase orgaanilise aine lagunemist. Kuivendatud soodes suureneb temperatuuri tõusu ja aereerituse tõttu orgaanilise aine mineraliseerumise kiirus oluliselt.	-	väike	väike	keskmine	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad
	RCP4.5; RCP8.5	Aasta keskmine sademete hulga kasv	2.12	KHG emissiooni suurenemine. Niiskete alade pindala suurenemine - oht täiendavale kuivendamisele. Rohkem üleujutusi. Kliima soojenemine ja muutused sademete režiimis põhjustavad nihkeid rabade taimkattes, muutes erinevate turbasambalide vahetõrja ja suurendades puhmastaimede konkurentsieelist.	-	väike	väike	keskmine	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad
	RCP4.5; RCP8.5	Lumikatte päevade arvu vähenemine	2.12	KHG emissiooni suurenemine. Pindmise turbakihi külmumise ja lumikattega kaetuse päevade arvu vähenemisel algab õhuhapnikuga kokkupuutuva turba mikrobioloogiline lagunemine sesoonselt varem ja kestab kauem.	-	väike	väike	väike	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad
	RCP4.5; RCP8.5	Mereveetaseme tõus, tuulekiiruse kasv	2.13	Meretaseme tõus koos sagenevate tormide ja suuremate tuulekiirustega ohustab ranniku märgalasid üleujutustega. Lisaks taimekooslustele mõjutab üleujutus nii kohalike lindude kui ka rändlindude pesitsus- ja toitumisalasid.	-	väike	väike	väike	otsene	Hiiumaa, Pärnu-Ikla, Matsalu, Tallinn, Narva-Jõesuu
	RCP4.5; RCP8.5	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	2.14	Veetaseme püsiva alanemise järel muutub taimestik ja selle tagajärjel varise hulk ja koostis, muutuvad mikroobikooslused.	-	väike	väike	teadmata	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
2051–2100	RCP4.5; RCP8.5	Aasta keskmine õhutemperatuuri tõus	2.12	KHG emissiooni suurenemine. Koos suviste pöudadega suureneb ka tuleohtlikkus. Õhu- ja pinnasetemperatuuri tõus kiirendab pinnase orgaanilise aine lagunemist. Kuivendatud soodes suureneb temperatuuri tõusu ja aereerituse tõttu orgaanilise aine mineraliseerumise kiirus oluliselt.	-	väike	väike	keskmine	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad
	RCP4.5; RCP8.5	Aasta keskmine sademete hulga kasv	2.12	KHG emissiooni suurenemine. Niiskete alade pindala suurenemine - oht täiendavale kuivendamisele. Rohkem üleujutusi. Kliima soojenemine ja muutused sademete režiimis põhjustavad nihkeid rabade taimkattes. Üldiseks trendiks on soode metsastumine. Taimekoosluse muutumine mõjutab ka linnustiku liigilist koosseisu. Suurenenud talvised sademed ja aurumine, vähenenud lume akumulatsioon ja vähenenud suvised ning sügisese sademed mõjutavad ka rannikualade ja valgla hüdroloogiale.	-	väike	väike	keskmine	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad
	RCP4.5; RCP8.5	Lumikattega päevade arvu vähenemine	2.12	Pindmise turbakihi külmumise ja lumikattega kaetuse päevade arvu vähenemisel algab õhuhapnikuga kokkupuutuva turba mikrobioloogiline lagunemine sesoonselt varem ja kestab kauem. Tulemuseks KHG-de emissiooni kasv.	-	väike	väike	väike	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad
	RCP4.5; RCP8.5	Mereveetaseme tõus, tuulekiiruse kasv	2.13	Meretaseme tõus koos sagenevate tormide ja suuremate tuulekiirustega ohustab ranniku märgalasid üleujutustega. Lisaks taimekooslustele mõjutab üleujutus nii kohalike lindude kui ka rändlindude pesitsus- ja toitumisalasid.	-	väike	väike	keskmine	otsene	Hiiumaa, Pärnu-Ikla, Matsalu, Tallinn, Narva-Jõesuu
	RCP4.5; RCP8.5	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	2.14	Veetaseme püsiva alanemise järel muutub dramaatiliselt taimestik ja selle tagajärjel varise hulk ja koostis, muutuvad mikroobikooslused. Varise tüüp mõjutab omakorda lagundajate kooslust ja funktsioone.	-	väike	väike	väike	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad
	RCP4.5; RCP8.6	Äärmuslike kliimasündmuste esinemise sagedamine	2.12	Sagenevad suvised põuad muudavad turbaalade põhjaveetaseme ebastabiilseks, ning aeroobsete ja anaeroobsete protsesside vaheldumine põhjavee piirhorisondis soodustab orgaanilise aine lagunemist - tulemuseks KHG emissiooni suurenemine. Põuasemate suvede tingimustes vähenevad märgalade veetase ja veevaru ning sellel on negatiivsed mõjud märgalade elustikule ja vett puhastavatele omadustele.	-	väike	väike	keskmine	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad

1 Tabel 11. Kliimamuutuste mõju põllu- ja rohumaaadele.

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	RISK (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju alavaldkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Tõenäosus (kõrge, keskmine, madal, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
Kuni 2020	Senine ilmastik	Keskmise temperatuuri tõus (valdavalt suvel)	2.15	Senisest kiirem aineringe, CO2 emissiooni tõus, produktiivsuse tõus, pool-looduslike rohumaaade liigilise koosseisu muutumine	0	väike	väike	teadmata	otsene	Kogu Eesti
	Senine ilmastik	Keskmise sademete hulga kasv (valdavalt talvel)	2.16	Üleujutuste sagenemine talvel ja varakevadel	-	väike	väike	teadmata	otsene	Kogu Eesti
	Senine ilmastik	Lumikattega päevade arvu vähenemine	2.17	CO2 emissiooni tõus, toitainete leostumine põllumuldadest	-	väike	väike	väike	otsene	Kogu Eesti
Kuni 2030	Senine ilmastik	Keskmise temperatuuri tõus (valdavalt suvel)	2.15	Senisest kiirem aineringe, CO2 emissiooni tõus, produktiivsuse tõus, pool-looduslike rohumaaade liigilise koosseisu muutumine	0	väike	väike	teadmata	otsene	Kogu Eesti
	Senine ilmastik	Keskmise sademete hulga kasv (valdavalt talvel)	2.16	Üleujutuste sagenemine talvel ja varakevadel	-	väike	väike	teadmata	otsene	Kogu Eesti
	Senine ilmastik	Lumikattega päevade arvu vähenemine	2.17	CO2 emissiooni tõus, toitainete leostumine põllumuldadest	-	väike	väike	väike	otsene	Kogu Eesti
	Senine ilmastik	Tormide ja paduvihmade sagenemine	2.18	Mullaerosioon põllumuldadelt (mustkesa, vahelharitavad kultuurid)	-	väike	väike	väike	otsene	Tartumaa, Võrumaa
2021–2050	RCP4.5; RCP8.5	Keskmise temperatuuri tõus (valdavalt suvel)	2.15	Senisest kiirem aineringe, CO2 emissiooni tõus, produktiivsuse tõus, pool-looduslike rohumaaade liigilise koosseisu muutumine	0	väike	väike	teadmata	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5; RCP8.5	Keskmise sademete hulga kasv (valdavalt talvel)	2.16	Üleujutuste sagenemine talvel ja varakevadel	-	väike	väike	teadmata	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5; RCP8.5	Lumikattega päevade arvu vähenemine	2.17	CO2 emissiooni tõus, toitainete leostumine põllumuldadest	-	väike	väike	väike	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5; RCP8.5	Tormide ja paduvihmade sagenemine	2.18	Mullaerosioon põllumuldadelt (mustkesa, vahelharitavad kultuurid)	-	väike	väike	teadmata	otsene	Tartumaa, Võrumaa
2051–2100	RCP4.5; RCP8.5	Keskmise temperatuuri tõus (valdavalt suvel)	2.15	Senisest kiirem aineringe, CO2 emissiooni tõus, produktiivsuse tõus, pool-looduslike rohumaaade liigilise koosseisu muutumine	0	keskmine	väike	teadmata	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5; RCP8.5	Keskmise sademete hulga kasv (valdavalt talvel)	2.16	Üleujutuste sagenemine talvel ja varakevadel	-	väike	väike	teadmata	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5; RCP8.5	Lumikattega päevade arvu vähenemine	2.17	CO2 emissiooni tõus, toitainete leostumine põllumuldadest	-	väike	väike	väike	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5; RCP8.5	Tormide ja paduvihmade sagenemine	2.18	Mullaerosioon põllumuldadelt (mustkesa, vahelharitavad kultuurid)	-	väike	väike	teadmata	otsene	Tartumaa, Võrumaa

1
2

3 **2.4.4. Mõjude kokkuvõte**

4 Metsanduses soodustavad kliimamuutused süsinikuringe kiirenemist. Temperatuuri ja
5 sademete kasv suurendavad puiduproduksiooni ja seeläbi potentsiaalset raiemahtu, mis on
6 majandusele positiivne. Raied, eelkõige lageraied ohustavad metsaelupaiku,
7 raskeveomasinatega lõhutakse (külmumata pinnasel) mullastruktuuri ja suureneb mullast
8 lähtuv kasvuhoonegaaside emissioon. Kliima soojenemine soodustab patogeenide levikut,
9 sagenevad põuad võivad suurendada metsatulekahjude ohtu ning sagenevad tormid
10 suurendavad tormikahjustuste esinemist. Kliimamuutused võivad muuta liikidevahelisi
11 suhteid ja metsa kasvukohatüüpe, mõjutades seeläbi kogu ökosüsteemi funktsioneerimist.

12 **Soodes ja teistes märgalades** mõjutavad kliimamuutused, eelkõige temperatuuri ja sademete
13 tõus, KHG-de emissiooni suurenemist. Öhutemperatuuri tõus ja sademete hulga
14 suurenemine muudavad märgalade hüdroloogilisi tingimusi ja sesoonsust ning mõjutavad
15 toitainete liikumist. Ilmastiku üksiksündmustest on märgalad tundlikud ka sagedaste
16 külmumis-sulamistsüklite, suvise põua ja kestvate sügisvihmade suhtes. Sagenevad suvised
17 põuad muudavad turbaalade sooveetaseme ebastabiilseks, ning aeroobsete ja anaeroobsete
18 protsesside vaheldumine põhjavee piirhorisondis soodustab orgaanilise aine lagunemist.
19 Suurenev talvine sademete hulk ja äravool ning külmumis-sulamistsüklite vaheldumine
20 soodustavad omakorda lahustunud orgaanilise süsiniku mobiliseerumist ja ärakannet.
21 Kuivendatud soodes, kus vee pidev väljavool põhjustab niigi suuremat turbaosakeste kadu
22 võrreldes looduslikus seisundis olevate soodega, suureneb aereerituse ja temperatuuri tõusu
23 tõttu ka orgaanilise aine mineraliseerumise kiirus. Ka pindmise turbakihi külmumise
24 vähenemine suurendab KHG-de emissiooni – õhuhapnikuga kokkupuutuva turba
25 mikrobioloogiline lagunemine algab sesoonselt varem ja kestab kauem. Pikaajaliselt
26 põhjustavad kliima soojenemine ja muutused sademete režiimis nihkeid ka märgalade
27 taimkatte liigilises koosseisus.

28 Keskmise temperatuuri tõus toob kaasa taimede kasvuperioodi pikenemise ja
29 produktiivsuse kasvu. Senisest kõrgem temperatuur kiirendab orgaanilise aine lagunemist
30 ja sellega muldadest lähtuvat CO₂ emissiooni. Looduslikes ja pool-looduslikes
31 taimekooslustes toob temperatuuri tõus kaasa liigilise koosseisu ja/või liikide ohtrussuhete
32 muutumise. Ägedate paduvihmade ja tormide puhul võib künklikuma reljeefiga Eesti
33 piirkondades probleemiks osutada mullaerosioon. Inimmõju kujundab Eesti rohumaid ja
34 põllumaid rohkem kui oodatavad muutused kliimas. CO₂ sidumist mulda soodustab ainult
35 väheintensiivne põllumajandus, kündmisest loobumine, põllumaa muutmine
36 püsirohumaaks jne.

37 Mõjude kokkuvõte maismaa ökosüsteemidele ülevaattetabelitena on toodud all, vt **Tabel 9,**
38 **Tabel 10 ja Tabel 11.**

39

40 **2.4.5. Piiriülesed aspektid**

41 Euroopa Liidul puudub ühtne metsapoliitika, samas mõjutavad mitmed EL-i algatused ja
42 tegevuspoliitikad metsi kogu Euroopas. Euroopa tasandi tähtsaim metsapoliitika algatus on
43 Euroopa metsade kaitset käsitlev ministrite konverents Forest Europe. Euroopa komisjon
44 võttis 2013. aastal vastu uue EL-i metsastrateegia (COM(2013)0659), mis loob

1 üleeuroopalise tugiraamistiku metsi mõjutavate valdkondlike tegevuspoliitikate
2 väljatöötamiseks. Strateegia põhiprintsiibid on metsade säästev majandamine ja nende
3 multifunktsionaalsuse edendamine, tõhus ressursikasutus ning Euroopa Liidu vastutus
4 maailma metsade eest. Strateegiale lisandub üldprogramm (SWD(2013)0343), milles
5 määratletakse meetmed Euroopa metsanduse ees seisvate probleemide lahendamiseks.
6 Oma kliimapolitikas on Euroopa Liit, lisaks osalemisele ülemaailmsel kõnelustel
7 kasvuhoonegaaside heitkoguste piiramiseks, teinud esimesed sammud põllumajanduse ja
8 metsanduse hõlmamiseks kliimapolitikas (otsus nr 529/2013/EL maakasutuse,
9 maakasutuse muutuse ja metsandusega seotud tegevustest tuleneva kasvuhoonegaaside
10 heite ja sidumise arvestuseeskirjade ning nimetatud tegevustest tulenevate meetmetega
11 seotud teabe kohta).

12 Erinevate looduslike liikide poolt asustatud piirkonnad, nagu ka mitmesuguste elupaikade
13 levialad ei ühti enamasti riigipiiridega. Olulisemad rahvusvahelised lepped, mis kohustavad
14 kaitsma elurikkust, muuhulgas seoses kliimamuutustega, on Ramsari konventsioon
15 märgalade kaitseks ja Berni konventsioon Euroopa taimestiku, loomastiku ja nende
16 elupaikade kaitseks („Looduskaitse arengukava aastani 2020“, 2012).

17 Loodusdirektiivi (Euroopa Nõukogu direktiiv 92/43/EMÜ looduslike elupaikade ning
18 loodustiku ja taimestiku kaitse kohta) eesmärgiks on looduse mitmekesisuse ning taime- ja
19 loomaliikide kaitse kõrval ka looduslike elupaikade kaitse ning Euroopa Liidu jaoks olulise
20 väärtusega looduslikele taime- ja loomaliikidele ning elupaikadele soodsa looduskaitse
21 seisundi tagamine. Nende eesmärkide saavutamiseks on moodustatud üleeuroopaline
22 hoiualade võrgustik ohustatud või haruldaste elupaikade ning ohustatud või haruldaste
23 looma- ja taimeliikide elupaikade kaitseks.

24 Euroopa Komisjoni ettepanekul on tegemisel õigusakt, millega luuakse mullakaitse
25 raamistik ja muudetakse direktiivi 2004/35/EÜ, mille eesmärk on kaitsta mulda ja mulla
26 võimet täita oma keskkonnavalaseid, majanduslikke, sotsiaalseid ja kultuurilisi funktsioone.

27 **2.5. Edasised uuringusuunad**

28 Maismaa ökosüsteemid on plastilised ehk suudavad kohaneda (teatava piirini)
29 kliimamuutustega. Kliimamuutuste erinevate mõjude suuruse, ulatuse ja avaldumise
30 tõenäosuse hindamisel tuleb arvestada teadmispõhiste piirangutega, näiteks on Eestis
31 teostatud vähe sademete ja temperatuuri tõusu koosmõju uuringud ökosüsteemi tasandil.
32 Täpsemate prognooside ja paremate poliitiliste otsuste tegemiseks on vaja suurendada
33 oskusteavet ja toetada rakendusuuringute läbiviimist kliimamuutuste valdkonnas.

34 **2.5.1. Metsad**

35 Metsaökosüsteemi riskide, haavatavuse ja kliimamuutuste mõju täpsemaks hindamiseks
36 soovitatakse käsitleda alljärgnevat uuringuteemasid:

- 37 • Metsaökosüsteemi funktsionaalsed ja struktuursed muutused varieeruvates
38 keskkonnatingimustes.
- 39 • Kliimamuutuste mõju mullaviljakusele (C:N suhe, toitainete leostumine),
40 süsinikuvarule (bilansile) ning mullast erituvate kasvuhoonegaaside (CO₂, CH₄,
41 N₂O) emissioonile. Esmajärjekorras tuleks uurida metsa (kuivendatud) turvasmuldi
42 kui suurimat KHG-de emissiooni allikat.

- 1 • Puidu ja varise (kui mulla orgaanilise süsiniku akumulatsioonide peamiste sisendite)
- 2 lagunemise kiirus muutuvates keskkonnatingimustes.
- 3 • Vanade metsade süsiniku sidumine ja süsiniku bilanss.
- 4 • Metsa kasvukohatüüpide osakaalu muutumine muutuvates keskkonnatingimustes.
- 5 • Lageraie asendamine turberaiega metsa turvasmuldadel – vajalik praktilise
- 6 teostatavuse ja majandusliku tasuvuse analüüs.
- 7 • Esindusliku andmestiku saamiseks ning teadusuuringute soodustamiseks
- 8 soovitatakse metsamulla seire lisada statistilise metsainventeerimise võrgustikku.

9 **2.5.2. Sood ja teised märgalad**

10 **Soode ja teiste märgalade** riskide, haavatavuse ja kliimamuutuste mõju täpsemaks
11 hindamiseks soovitatakse edaspidi käsitleda alljärgnevat uuringuteemasid:

- 12 • **soode ja teiste märgalade** kasvuhoonegaaside bilanss, sh tuleks eraldi käsitleda
- 13 looduslikus seisundis olevaid alasid ja kuivendatud alasid;
- 14 • kliimamuutuste mõju märgalade hüdroloogilisele režiimile, toitainete äravoolule ja
- 15 kasvuhoonegaaside emissioonile, sh tuleks eraldi käsitleda looduslikus seisundis vs
- 16 kuivendatud turbaalasad ning rannikumärgalad vs sisemaa sood;
- 17 • ajalis-ruumilised muutused **soode ja teiste märgalade** taimekooslustes, sh erinevate
- 18 kliimategurite mõju taime- ja loomakooslustele ning turbasammaltele.

19 **2.5.3. Põllumaad ja rohumaad**

- 20 • Vajalikud on kompleksed rakendusüraeringud, mille eesmärgiks on mõõta/hinnata
- 21 eri rohumaade ja põllumaade süsinikubilanssi ja neist lähtuvat CO₂ emissiooni.
- 22 • Oluline on jätkata ja arendada pool-looduslike niiduelupaigatüüpide (Natura 2000)
- 23 seiresüsteemi, et registreerida/hinnata just kliima muutumisega seotud muutusi
- 24 niidukoosluste liigilises koosseisus ja liikide ohtrussuhetes.
- 25 • Soovituslik on töötada välja pool-looduslike rohumaade optimaalsed majandamise
- 26 skeemid, et maksimeerida mulla huumusvaru säilitamist ja tõstmist.

27
28
29

1 **3. Mageveeökosüsteemid**

2 **Freiberg**, René; **Pall**, Peeter; **Nõges**, Peeter; **Nõges**, Tiina; **Rõõm**, Eva-Ingrid
3 **Eesti Maaülikool**, põllumajandus- ja keskkonnainstituut

4 **3.1. Sissejuhatus**

5 Eestis on pinnaveekogude peamiseks inimõjust tingitud veemajandusprobleemideks
6 eutrofeerumine põllumajandusliku haju- ja punktkoormuse, setetest lähtuva sisekoormuse
7 ning asulate veeheite toimel, samuti veereostus taimekaitsevahendite ja toksiliste ainetega.
8 Lisasurveid põhjustavad veekogude füüsiline muutmine (maaparandus, kuivendus, paisud,
9 veekogudest pinnase kaevandamine, laevateede süvendamine jms), olme- ja tööstusveevõtt,
10 maavarade kaevandamisega kaasnev veeheide, veetransport ja võõrliikide mõju. Nendele
11 otsese inimõju teguritele lisanduvad kliimamuutustest ja kliimaatiliste tegurite suurenenud
12 muutlikkusest tingitud täiendavad surved, mille peamised toimemehhanismid sõltuvad
13 veekogu tüübist. (Nõges *et al.*, 2012)

14 Pinnavee seisundi üle peetakse arvestust pinnaveekogumite kaupa ja pinnaveekogumeid,
15 mille seisund tuleb määrata, on Eestis praegu 750. Ühes pinnaveekogumis on ühetaoline
16 looduslik tüüp, elukeskkond ja inimõju. (Keskkonnaministerium, 2015)

17 Euroopa Liidu Veepoliitika Raamdirektiiv 2000/60/EÜ (VPRD) kehtestab ühtse raamistiku
18 vee kaitse ja kasutamise korraldamiseks liikmesriikides. Direktiivi peamiseks väljundiks on
19 veemajanduskava ning selle alusel elluviidav meetmeprogramm kõikide vete hea seisundi
20 saavutamiseks nii pinna- kui põhjavees ja ka rannikumeres. VPRD ei puuduta
21 kliimamuutuste teemat otseselt, mistõttu kliimamuutuste mõjudega ei ole senini arvestatud
22 vesikondade veemajanduskavades ega meetmeprogrammides. Kuna kliimamuutuste mõjud
23 ilmnevad aina selgemalt ning võivad mõjutada seatud eesmärkide saavutamist, tuleb need
24 mõjud igal liikmesriigil integreerida ajakohastatud veemajanduskavadesse. **Uue perioodi**
25 **(2015–2021) veemajanduskavad sisaldavad juba kliimamuutusi käsitlevat peatükki ja**
26 **keskenduvad senisest enam põllumajandusest ja hajaasustusest tulenevale reostusele,**
27 **kliimamuutuste mõjule, paisutatud ja tõkestatud jõgedele ning veekogude tervendamisele.**

28

29 Mageveeökosüsteemide valdkond on jaotatud alavaldkondadeks järgmiselt:

- 30 • **suurjärved** (Võrtsjärv, Peipsi järv, k.a Lämmijärv, Narva veehoidla);
- 31 • **väikejärved** (kõik ülejäänud Eesti järved);
- 32 • **vooluveekogud**, k.a paisjärved.

33

34 **3.2. Metoodika**

35 **Hetkeolukorra analüüs**

36 Valdonna “Magevee ökosüsteemid ja keskkond” alavaldkondlik jaotus lähtub maismaa
37 pinnavete tavapärasest jaotamisest, õigusraamistiku väljakujunenud reguleerimisaladest,
38 sealhulgas Veeseaduse (1994), “Eesti keskkonnastrateegia aastani 2030”, VPRD,

1 Loodusdirektiivi 92/43/EMÜ ja Üleujutusdirektiivi 2007/60/EÜ väljakujunenud
2 pinnaveekogude jaotusest ning sarnase probleemistikuga, modelleerimise spetsiifika ja
3 kliimatundlikkusega veekogude grupeerimise vajadusest. Samasugust alavaldkondlikku
4 jaotust on kasutatud ka varem pinnaveekogude kliimamuutustega seotud mõjude
5 analüüsimisel (Nõges *et al.*, 2012), mis võimaldab käesoleva analüüsi tulemusel valminud
6 meetmeid üle kanda vesikondade seire- ja veemajanduskavadesse.

7 Alavaldkondliku hetkeolukorra analüüsil on lähtutud 2012. aastal koostatud põhjalikust
8 kirjanduse ülevaatest kliima muutumise võimalike mõjude kohta Eesti veeökosüsteemidele
9 (Nõges *et al.*, 2012). Analüüsi on täiendatud viimaste aastate teadmistega veekogude
10 fenoloogia, süsiniku ringe, kasvuhoonegaaside emissiooni ja vooluveekogude ainete
11 ärakande osas.

12

13 **Mõjude analüüs**

14 Riskide, haavatavuse ja mõjude väljaselgitamisel ja hindamisel lähtuti alavaldkondlikust
15 jaotusest ning eelnevalt teostatud hetkeolukorra analüüsist (vt ptk 3.3 all), siseveekogude
16 üldistest tüpoloogilistest eripäradest ning Veepoliitika Raamdirektiivi (VPRD, 2000), Eesti
17 Keskkonnastrateegia aastani 2030 (2007) ja Veeseadusest (1994) lähtuvatest eesmärkidest.
18 Positiivsete mõjude korral aitavad kliimamuutused kaasa eespoolnimetatud
19 suunisdokumentides püstitatud eesmärkide täimisele ja negatiivsete korral takistavad
20 nendeni jõudmist. Eraldi on kirjeldatud ka võimalikku majandusliku ja sotsiaalse mõju
21 suurust ning avaldumise tõenäosust. Kui see on võimalik, siis on täpsustatud ka riski
22 avaldumise regionaalset jaotust või nimetatud konkreetne veekogu.

23 Mõjude analüüsi tekstis (ptk 3.4) on viidatud valdkondliku mõjude analüüsitabelis (**Tabel**
24 **12**) vastava mõju numbrile (mõju 3.XX).

25 **3.3. Alavaldkondlik hetkeolukorra analüüs**

26 **3.3.1. Suurjärved**

27 **Probleemid, võimalused ja ohud**

28 Kliima muutumine mõjutab suurjärvesid peamiselt jäärežiimi, jääkatteta perioodi
29 veetemperatuuri, vee kemismi ja elustiku muutuste läbi. Peipsis, mille elustikku kuulub
30 mitmeid põhjapoolsema levikuga liike, on muutused veetemperatuuris esmaseks ja
31 juhtivaks kliimateguriks ökosüsteemis. Suurenenud troofsuse tingimustes kaasnevad kõrge
32 suvise veetemperatuuriga Peipsis ulatuslikud veeõitsengud ja kalade suremine. Sademete
33 hulga muutused mõjutavad valgalt lähtuvaid ainekoormusi ning suurjärvede veetaset
34 suures ulatuses. Veetase mõjutab otseselt veesamba valgustatust ja ainevahetust
35 põhjasetetega ning nende kaudu fütoplanktoni kasvu. Peipsi suurema sügavuse tõttu
36 Võrtsjärvega võrreldes on veetaseme muutustel tema ökosüsteemile suhteliselt väiksem
37 ehkki selgelt avalduv mõju. Madalas Võrtsjärves, kus veetaseme muutumise amplituud
38 ületab järve keskmist sügavust, põhjustades kuni kolmekordset veemahu ja kuni 2,4-kordset
39 keskmise sügavuse muutumist, on selle mõju järve ökosüsteemile valdav. Võrtsjärve võib
40 tema kõrge kliimatundlikkuse ja pikkade vaatlusriidade tõttu pidada üheks rahvusvahelise
41 tähtsusega kliima mõju uuringute näidisobjektiks, mille loodusliku veerežiimi säilitamine
42 on üheks kliima mõju seire eelduseks. (Nõges *et al.*, 2012)

1 Uuemad süsinikuringe uuringud näitavad, et suurtes madalates järvedes seotav süsiniku
2 hulk on mõjutatud järve veetasemest ja järvesisestest biogeokeemilistest protsessidest
3 (Cremona *et al.*, 2014). Süsiniku globaalne akumulatsioon järvedes on samas suurusjärgus
4 maismaalt maailmamerre jõudva süsiniku hulgaga (Cole *et al.*, 2007) ning siseveekogudest
5 erinevate protsesside tulemusena eralduva süsiniku, sealhulgas atmosfääri eralduvate
6 kasvuhoonegaaside (süsinikdioksiidi – CO₂ ja metaani – CH₄), hulk isegi ületab seda
7 (Bastviken *et al.*, 2004; Tranvik *et al.*, 2009). Nii on järvedel kahetine roll kliimamuutuste
8 seisukohast. Sidudes süsinikku ja emiteerides kasvuhoonegaase mõjutavad järved aktiivselt
9 kliimat, teisalt on järved, nii nagu muudki ökosüsteemid, tundlikud kliimaatiliste tegurite,
10 eelkõige temperatuuri ja sademete muutuste suhtes. Järvede roll kasvuhoonegaaside
11 emiteerijana suureneb temperatuuri tõustes, kuna sel juhul kiireneb enamik biokeemilisi
12 lähteprotsesse (Schulz *et al.*, 1997; Bergström *et al.*, 2010). Temperatuuri tõusu mõju on
13 eriti oluline peamiselt järve setetes toimuvale CH₄ tekkele ja emissioonile (Bastviken *et al.*,
14 2004; Schulz *et al.*, 1997), kuna pikeneb järvede kaldataimestiku (mis käitub CO₂ ja eriti
15 CH₄ emissiooni võimendajana) vegetatsiooniperiood ja tõuseb ka setete keskmine
16 temperatuur. Seega on kliimamuutustel kumuleeruv mõju kasvuhoonegaaside emissioonile
17 järvedest, kuna lisaks emissiooni kasvule suureneb ka CH₄ osakaal, mis on toimelt u. 25
18 korda tugevam kasvuhoonegaas kui CO₂ (Bastviken *et al.*, 2011). Kumuleeruv mõju on
19 märgatav suurjärvede korral (Rõõm *et al.*, 2014), kuid väljendub eriti tugevalt
20 väikejärvedes, mille kaldataimestiku pindala osakaal järve pindalast on üldjuhul suurem
21 (Juutinen *et al.*, 2003, 2009; Bergström *et al.*, 2007).

22 Mitmete kliimast tingitud muutuste sarnasus ja läbipõimimine inimtegevusest põhjustatud
23 järvede eutrofeerumisega ja nende tegurite sünergism loovad olukorra, kus on raske neid
24 mõjusid eristada. Üheks võimaluseks lokaalsetest teguritest ajendatud ja kliimaga seotud
25 muutuste eristamiseks on sündmuste nn. koherentsusuuringud, mille käigus püütakse leida
26 suuremal alal sünkroonselt toimuvaid muutusi, mis võiks olla kliimaatilise signaali
27 ilminguks. Üsna koherentselt muutuvad eri piirkondade järvede füüsikalised parameetrid
28 nagu veetemperatuur, jäänähtuste ajastus, termilise kihistumise iseloom ja veetase
29 reguleerimata järvedes. Muutuste koherentsus väheneb keemiliste ja bioloogiliste näitajate
30 puhul. Eutrofeerumise ja kliima muutumise mõjusid aitavad eristada ka senisest
31 laialdasemad järvesetete paleolimnoloogilised uuringud. (Nõges *et al.*, 2012).

32

33 Mineviku ilmastikunähtuste mõju suurjärvedele

34 Fenoloogiliste vaatluste järgi on jääminek ja suurvee kõrgseis hakanud järjest varem,
35 veekogude jäätumine aga hiljem saabuma (Palm, 2001 a,b; 2003). Hiljutine uurimus on
36 näidanud Peipsi ja Võrtsjärve jääkatte kestuse erinevat kliimatundlikkust, kusjuures Peipsi
37 järve jääkatte kestus on oluliselt temperatuuritundlikum Võrtsjärve omast (Nõges ja Nõges,
38 2014). Muutused järvede hüdrooloogiliste faaside saabumisaegades on väiksemad kui
39 jõgedes, millest saab järeldada seisuveekogude suuremat inertsus kliimamuutuste suhtes.
40 Sarnaselt Euroopa ja Põhja-Ameerika paljudele piirkondadele on peamiselt temperatuuri-
41 ja sademeterežiimi muutused (Jennings *et al.*, 2010) põhjustanud ka Eesti järvedesse
42 sissekanduvate huumusainete hulga suurenemist ja järvevee keemilise hapnikutarbe tõusu
43 (Tuvikene *et al.*, 2010).

44 Suurjärvede ökosüsteemid on tundlikud veetaseme kõikumise suhtes, mis on minevikus
45 põhjustanud olulisi muutusi järvede sügavuses ja mahus, aga ka toitainete kättesaadavuses
46 ja veesamba valguskliimas. Veetaseme kõikumine on seda suurema tähendusega, mida
47 madalam on järv. Nt Võrtsjärves põhjustab sarnase amplituudiga veetaseme muutumine
48 palju drastilisemaid veemahu ja ökosüsteemi muutusi kui Peipsi järves. Veesamba parem

1 keskmise valgustatus ning fosfori rikkalikum vabanemine setete resuspendeerumisel
2 toovad Võrtsjärves kaasa kõrge vetikabiomassi just madalaveelistel aastatel. Sügavamas
3 Peipsis ei ole selline seos nii ilmne, siiski on ilmnenud ka Peipsi eutrofeerumise kiirenemine
4 kuivadel, veevaestel aastatel (Kangur *et al.*, 2003). Tõenäoliselt tugevdavad kõrgem
5 temperatuur ja madal veeseis sünergeetiliselt fosfori sisekoormust Peipsis ja selle kaudu
6 soodustavad fütoplanktoni ja eriti tsüanobakterite arengut (Haldna *et al.*, 2008) ning
7 veeõitsengute tekkimist.

8

9 **Olemasolevad meetmed mõjude vähendamiseks suurjärvedele**

10 Peamisteks kliima muutumisega kaasnevate mõjude vähendamise meetmeteks on
11 veekogude kaitsemeetmete tõhustamine reostuse, toitainekoormuse, võõrliikide
12 sissetoomise ja geomorfoloogiliste muutuste vastu. Teadmispõhiste otsuste tegemiseks on
13 vajalik arendada ja tõhustada seiresüsteeme ning tihendada seiresammu. Järvede
14 ökosüsteemi suunamise meetmena on kasutatud biomanipulatsiooni.

15 **3.3.2. Väikejärved**

16 **Probleemid, võimalused ja ohud**

17 Väikejärvi ohustavatest teguritest on esikohal järvede eutrofeerumist põhjustav toiteainete
18 koormus, mille peamisteks allikateks on põllumajanduslik hajukoormus, loomakasvatusest
19 lähtuv punktikoormus ja asulate heitveed. Paljude järvede seisund püsib halb setetes
20 ladestunud toiteainetest tingitud sisekoormuse tõttu.

21 Oma kirjanduse ülevaates märgivad Nõges jt (2012), et erinevat tüüpi järved reageerivad
22 kliimatilistele teguritele tüübispetsiifiliselt. Järvede erineva tundlikkuse aluseks on nende
23 morfomeetrilised ja hüdroloogilised iseärasused ning valgla pinnaomadusi peegeldav vee
24 hüdrokeemiline iseloom. Paljude väikejärvede iseloomulikuks omaduseks on termineline
25 kihistumine ja veesamba perioodiline segunemine. Need protsessid on väga kliimatundlikud
26 ja mõjutavad järvede seisundit ja elustikku olulisel määral. Regionaalsed kliimamudelid
27 prognoosivad aastateks 2070–2100 nii õhu- kui veetemperatuuri tõusu ja Põhja-Euroopa
28 järvede jääkatte kestuse vähenemist 1–2 kuu võrra. Jääkatte lühenemise ja veetemperatuuri
29 tõusuga tugevneb veesamba termineline kihistus ja pikeneb kihistunud perioodi pikkus.
30 Dimiktilised järved võivad jääkatte kadumisel muutuda monomiktilisteks. Varasema
31 jäämineku tõttu nihkub varasemaks ka füto- ja zooplanktoni areng. Sagenevate sulailmade
32 tõttu jäävad järved talviti vähem ummuksisse ja kalade talvise suremise oht madalates
33 järvedes tõenäoliselt väheneb. Koos veeõitsengute sagenemisega soojemas kliimas võivad
34 aga sageda kalade suvised massilised hukkumised hapnikukontsentratsioonide suurte
35 ööpäevaste kõikumiste ja aluselises keskkonnas moodustuva ammoniaagi tagajärjel.
36 Pikenev stagnatsiooniperiood halvendab põhjakihtide hapnikuga varustatust ja hapnikuta
37 tsoon võib laieneda suuremale põhjaalale soodustades fosfori leket setetest. Kõrgem
38 temperatuur, stabiilsem termineline kihistumine ja parem fosfori kättesaadavus võivad
39 soodustada tsüanobakterite poolt tekitatud veeõitsenguid. Teatud tingimustes (vee kiire
40 termineline kihistumine kevadel, rohke lume sulavee lahjendav toime) võib kestva kihistumise
41 olukorras vee pindmine kiht toiteainetest vaesuda, mis lükkab veeõitsengu tekke sügisesse
42 vee segunemise perioodile.

43 Oma analüüsi tulemusel jõuavad eespool viidatud autorid järeldusele, et sademetehulga
44 suurenemisega kasvab valgalt lähtuv toiteainete koormus järvedele, mis paneb aluse
45 kõrgemale bioproduktioonile ja settimiskiirusele. Olenevalt valgla iseloomust võivad
46 toitainete kontsentratsioonid veerohkuse tingimustes lahjeneda. Sademete ja aurumise

1 vahekorra muutustega kaasnevad järvede veetaseme kõrguse ja selle sesoonse režiimi
2 muutused. Seega võivad kliimamuutused nii tugevdada kui nõrgendada eutrofeerumise
3 ilminguid ja töötada vastu järvede seisundi parandamise meetmetele või neid toetada.
4 Meetmete efektiivseks rakendamiseks on vaja teada, milline oli järve seisund enne olulise
5 inimõju algust ja kuidas antud tüüpi järved varasematele kliimamuutustele on
6 reageerinud.

7

8 **Mineviku ilmastikunähtuste mõju väikejärvedele**

9 Sarnaselt suurjärvedega on ka väikejärvedel täheldatud lühemat jääkatte perioodi ja
10 varasemat kevadist suurvett. Analüüsides väikejärvede seireandmeid ajavahemikust 1951–
11 2010 (Ott, 2010), jõuti järeldusele, et järvetüüpide piirid on ähmastunud (järvede
12 mikstrofeerumine), sagenenud on nähtused, mis kaasnevad veesamba teravama
13 kihistumise, valguse leviku vähenemisega veesambas ja hapnikuvaese tsooni laienemisega
14 (taimede levikusügavuse vähenemine, üldine liigilise koosseisu vaesustumine). Madalates
15 järvedes on laienenud kaldaveetaimestiku (roostikud) levik, kadunud on haruldased liigid
16 või on nende arvukus oluliselt vähenenud, prevaleerima on hakanud plastilised liigid.
17 Kalastikus on suurenenud lepiskalade ja zooplanktonis keriloomade osakaal. Sagenenud on
18 veeõitsengud väikejärvedes. Viimasele 10–15 aastale on iseloomulik eripäraste
19 limnoloogiliste nähtustega aastate sagenemine (osalise meromiktsuse ilmingud, dimiktilise
20 segunemistüübi üleminek monomiktiliseks (Ott ja Kõiv, 2005), kasvuperioodi pikenedamine
21 jms)

22

23 **Olemasolevad meetmed mõjude vähendamiseks väikejärvedele**

24 Ka väikejärvedele toimivate kliimast lähtuvate mõjude vähendamise meetmeteks on
25 eelkõige veekogude kaitsemeetmete tõhustamine reostuse, toitainekoormuse, võõrliikide
26 sissetoomise ja geomorfoloogiliste muutuste vastu. Teadmistepõhiste otsuste tegemiseks on
27 vajalik arendada ja tõhustada seiresüsteeme ning tihendada seiresammu. Järvede
28 ökosüsteemi suunamise meetmena on kasutatud biomanipulatsiooni, veetaseme
29 reguleerimist ja järve toitainete sisekoormuse vähendamise võtteid (nt. toitainete keemiline
30 sidumine). Kalade hukkumise vältimiseks veekogude talvise ummuksile jäämise korral on
31 praktiseeritud vee aereerimist. Perspektiivne suund on väikejärvede kompleksne
32 tervendamine ja järvesette väärindamine ning kasutamine. Selle meetme eduka rakendamise
33 kohta on positiivseid näiteid täna vähe tuua ja teema vajab edasisi teadusuuringuid.

34

35 **3.3.3. Vooluveekogud**

36 **Probleemid, võimalused ja ohud**

37 Prognoositud lumikatte vähenemise tõttu on tuleviku jaoks modelleeritud maksimaalsed
38 äravoolud ja seega ka maksimaalsed veetasemed väiksemad praegusest. Äravoolud on aasta
39 jooksul ühtlasemalt jaotunud, nii et kevade kõrval muutub oluliseks suurvee ajaks sügis.
40 Suvise miinimumäravooluperioodi pikemaks muutumise tõttu suureneb võimalus väikeste
41 ojade ja jõgede ülemjooksude kuivamiseks. Viimased kliimastsenaariumid prognoosivad
42 küll suviste sademete suurenemist, seega ei pruugi veevaegus üldse probleemiks osutada.
43 Samas on Eesti jõgede äravool suure ajalise muutlikkusega ning veerikkad ja veevaesed
44 perioodid vahelduvad. Veerohkust mõjutab oluliselt inimtegevus (lisaks veemajandusele ka

1 põllumajandus, metsandus, tööstus jne) ning viimase mõju eristamine kliimamuutuste
2 mõjust on keeruline ja sageli toimivad need sünkroonselt.

3 Kui jõgede jääperiood muutub lühemaks ning suuremas osas jõgedel jääkatet ei teki ning
4 talvine äravool suureneb, siis sel on jõgede talvisele ökoloogilisele seisundile pigem
5 positiivne mõju. Sellised muutused kergendavad sügisel kudevate siirdekalade pääsu
6 kudejõgedesse ning parandavad koetud marja arengutingimusi. Teisalt võib ette näha suvise
7 ökoloogilise seisundi halvenemist miinimumäravoolu perioodi pikenemise tõttu. Seda võib
8 aga leevendada võimalik sademetehulga suurenemine ka suvel. Suvine veetemperatuuri
9 tõus on kindlasti ebasobiv jahedaveelistele ja hapnikunõudlikele kaladele ning
10 suurselgrootutele, kellede jaoks sobilike elupaikade hulk tõenäoliselt väheneb samas kui
11 soojemalembeste liikide elupaiku tuleb juurde. Nt kalade puhul ilmselt paranevad
12 elutingimused sellistel liikidel nagu hink, säga, tippviidikas, vingerjas, mudamaim – need
13 on liigid, millede leviku põhjapiir jääb praegu Eesti alale. Edaspidi võib meie kliima osutada
14 sobilikuks naabermaades elunevatele, kuid Eestis veel (või hetkel) puudevatele liikidele
15 nagu abakala, pardkala ja mõrukas. Muutus hüdrooloogilises režiimis põhjustab stressi
16 voolulembestele liikidele (Timm *et al.*, 2011). Ainete ärakande osas on lähipiirkonnas nt
17 taani teadlased prognoosinud sarnase kliimamuutuste stsenaariumi korral Taani
18 madalikujõe Gjern'i näitel lämmastikuärakande suurenemist 7,7% võrra (Andersen *et al.*,
19 2006). Ka fosforiühendite puhul prognoosivad taanlased ärakande suurenemist jõgede
20 kaudu (Jeppesen *et al.*, 2009). Soome lõunaosa andmete mudeldamise tulemusena
21 järeldasid Bouraoui ja kaasautorid, et toitesoolade ärakanne küll kasvab veidi, kuid see
22 sõltub oluliselt aastaajast (Bouraoui *et al.*, 2004).

23

24 **Mineviku ilmastikunähtuste mõju vooluveekogudele**

25 Senistes teemakohastes uuringutes on näidatud hüdrooloogilise režiimi muutuse mõju
26 elustikule ning ainete ärakandele. Nii näitas Demars koos kaasautoritega, et pikaajalised
27 muutused tasandikujõgede taimestikis olid seotud kliimamuutustega (talvise jääkatte mõju
28 vähenemine, suvise madalveeperioodi suurenemine) ning kallaste haldamisega. Nende
29 analüüs seostas kliimamuutused liigirikkuse vähenemisega (Demars *et al.*, 2014). Ka Eestis
30 tehtud uuringutes on näidatud veetaseme, vooluhulga ja temperatuuri mõju veetaimestiku
31 levikule (Kõrs *et al.*, 2012). Toetudes suurtest järvedest algavate Eesti mõistes suurte jõgede
32 (Emajõgi ja Narva jõgi) fütoplanktoni senistele uuringutele (Piirsoo *et al.*, 2008; Piirsoo *et*
33 *al.*, 2010), võib arvata, et fütoplanktoni ohtrus vegetatsiooniperioodi teises pooles suureneb
34 veelgi. Nimetatud jõgede puhul oleks see samuti ökoloogilise seisundi halvenemine. Samuti
35 on näidatud, et põhjaloomadel põhinevad orgaanilise reostuse hindamiseks loodud indeksid
36 on tundlikud ka jõgede paisutamistest tingitud hüdro-morfoloogiliste muutuste suhtes (Käiro
37 *et al.*, 2010).

38 Hiljuti valmisid 1992–2013 aasta riikliku seire andmete põhjal lämmastiku, fosfori ja
39 bioloogilise hapnikutarbe seirepõhised ärakandekoormuste arvutused mitmete Eesti jõgede
40 kohta (Ennet ja Pihelgas, 2015). Selle andmestiku detailsem analüüs võiks aidata
41 prognoosida toitesoolade ärakande võimalikke suundumusi ennustatavate
42 kliimastenaariumite korral. Pealiskaudne analüüs näitas, et erinevate jõgede puhul võib
43 hüdrooloogilise režiimi muutus ärakandele mõjuda või ka mitte mõjuda. Samas on teada, et
44 väga tugevalt mõjutas toitesoolade ärakannet inimtegevusega seotud reostuse järsk
45 vähenemine 1990. aastatel (Ital *et al.*, 2010), mis tõenäoliselt varjutas tugevasti muud
46 võimalikud mõjud. Ka Ülo Mander koos kaasautoritega näitasid Porijõe valgla näitel, et
47 pehmemad talved ning sademete mustri muutused põhjustavad vooluhulkade muutumise
48 kaudu ainete intensiivsemat kannet talveperioodil ning väiksemat äravoolu suvel, kuid kuna

1 vaatlusperioodil toimusid muutused ka maakasutuses, päädis see kokkuvõttes ikkagi ainete
2 ärakande vähenemisega (Mander *et al.*, 2000). Seetõttu on põhjust arvata, et toitesoolade
3 ärakanne sõltub ka edaspidi rohkem inimtegevusest kui prognoositud kliimamuutustest.

4 Pärn koos kaasautoritega järeldasid, et orgaanilise süsiniku kande suurenemise peamised
5 põhjustajad on kliimamuutustest tingitud sagenenud veevaesed perioodid mida võimendab
6 inimõju, ennekõike vooluveekogude kraavitamine (Pärn *et al.*, 2009; Pärn ja Mander,
7 2012). Tulevikus võimalikku lahustunud süsiniku koormuse kasvu Võrtsjärve valgalt
8 prognoosib oma töös Toomas Tamm koos kaasautoritega, kuigi samas nenditakse
9 detailsema uuringu vajalikkust, kuna koormus on eelkõige seotud äravooluga (Tamm *et al.*,
10 2008). Võrtsjärve voolavate suuremate jõgede näitel on näidatud, et lahustunud orgaanilise
11 süsiniku sisaldus vees sõltus ilmastikust, eelkõige vee temperatuurist ja sademetest aga ka
12 jõe langust ja vooluhulgast (Piirsoo *et al.*, 2012). Seega võib temperatuuri ning
13 hüdroloogilise režiimi muutus mõjutada süsiniku ärakannet.

14

15 **Olemasolevad meetmed mõjude vähendamiseks vooluveekogudele**

16 Kõigi meetmete aluseks on korralike seireandmete olemasolu, mille alusel koostatakse
17 veemajanduskavad. Suurematest projektidest, millega viimasel ajal on alustatud, tuleks
18 nimetada töid jõgedel paiknevate paisudega. Ilma selge funktsioonita paisude
19 likvideerimine ning funktsiooniga paisudele korralike kalapääsude ja ülevoolude rajamine
20 ning miinimumäravoolu tagamine aitab parandada nii kalastiku olukorda kui ka ühtlustab
21 vooluveekogu hüdroloogilist- ja temperatuurirežiimi. Oluliselt aitavad kliima muutumise
22 mõjusid pehmenendada mitmed Keskkonnainvesteeringute Keskuse toel ellu kutsutud jõgede
23 tervendamisprojektid.

24 Etteantud kliimaprognoside järgi peaks tulevikus kevadiste üleujutuste ulatus pigem
25 vähenema, kuid kuna nähakse ette merevee taseme tõusu ja ekstreemseid ilmasündmusi
26 võib esineda praegusest sagedamini, on vajalik ette näha meetmed ka üleujutuste puhuks.
27 Eestis on olemas üleujutusohutudega seotud riskide esialgne hinnang ning riskide aruanne
28 (Keskkonnaministeerium: Üleujutusohutudega..., s.d.). Samuti on olemas võimaliku
29 üleujutusohupiirkonna ja üleujutusohuga seotud riskipiirkonna kaardid
30 (Keskkonnaministeerium: Üleujutusohupiirkonna..., s.d.). Valmimas on üleujutusohuga
31 seotud riskide maandamiskavad (Keskkonnaministeerium: Üleujutusohuga..., s.d.).
32 Valminud on vastavad eelnõud nii Lääne-Eesti, Ida-Eesti kui ka Koiva vesikonna jaoks ning
33 nende avalik väljapanek on planeeritud alates maist 2015.

34

35 **3.4. Kliimamuutustega seonduvad riskid, haavatavus ja mõjud**

36 Kliima muutumisest tingitud ning tulevikus realiseeruda võivate riskide, haavatavuse ja
37 mõjude hindamisel mageveeökosüsteemidele lähtuti Keskkonnaagentuuri poolt (Luhamaa
38 *et al.*, 2015) kuni aastani 2100 koostatud prognoosist vastavalt kliimastenaariumidele
39 RCP4.5 ja 8.5, arvestades meteoroloogiliste parameetrite võimaliku muutumise suuna ja
40 ulatusega.

41 Mageveeökosüsteeme mõjutavad neist enim:

- 42 • prognoositav **õhutemperatuuri** ja **sademet** hulga tõus;
- 43 • talvise **jää- ja lumikatte** paksuse vähenemine ja vastava perioodi lühenemine;

- 1 • muutused **tuule** tugevuses;
- 2 • **ekstreemsete ilmastikunähtuste** sagenemine.

3

4 **3.4.1. Alavaldkond: suurjärved**

5 **3.4.1.1.Riskid ja haavatavus**

6 Suurjärvi mõjutavad enim prognoositav õhutemperatuuri ja sademete hulga tõus ning sellest
7 lähtuvad muutused järvede veetemperatuuri- ja hapnikurežiimis ning veetasemete ja ainete
8 sissekande osas. Kontrollperioodil (1971–2000) on täheldatud talvise jää- ja lumikatte
9 paksuse vähenemist ja vastava perioodi lühenemist ning selle trendi jätkumist on oodata ka
10 edaspidi. Prognoositakse muutusi tuule tugevuses ning ekstreemsete ilmastikunähtuste
11 sagenemist.

12

13 **Õhutemperatuuri mõju suurjärvedele**

14 Mõlemad kliimastenaariumid (Luhamaa *et al.*, 2015) prognoosivad Eesti alal märgatavat
15 aastakeskmise õhutemperatuuri tõusu käesoleva sajandi lõpuks võrreldes
16 kontrollperioodiga (RCP4.5 korral +2,7 °C ja RCP8.5 korral +4,3 °C), kusjuures suurimat
17 tõusu on oodata kevad-talvisel perioodil. Õhutemperatuuri tõus toob endaga kaasa ka
18 aastakeskmise veetemperatuuri tõusu veekogudes. Kuigi vee- ja õhutemperatuur ei ole
19 omavahel alati üksüheselt seotud, on korrelatsioon jäävabal ajal suurjärvede puhul siiski
20 suur ja eelmise sajandi teises pooles on veetemperatuuri tõusutrendi ka täheldatud (Nõges,
21 2009). On tehtud esimesi katseid jäänähtuste ja veetemperatuuride kliimatundlikkuse
22 modelleerimiseks Peipsi järves (Pärn, 2006). Muutusi veetemperatuuris ja veekogude
23 kliimaatilistes aastaegades ning nendest lähtuvaid mõjusid Eesti mageveeökosüsteemidele
24 on detailsemalt analüüsinud Nõges jt (2012).

25 **Peamine negatiivse mõjuga risk, mis suurjärvedes temperatuuri tõusuga kaasneb, on**
26 **sinivetikatest põhjustatud veeõitsengute sagenemine ja halvenev hapnikurežiim**
27 **suveperioodil (Tabel 12 mõju 3.01).**

28 Nagu eelnevalt (ptk 3.3) on välja toodud, tuleb temperatuuri muutuste suhtes Peipsi järve
29 Võrtsjärvest tundlikumaks pidada, kuna sealsesse elustikku kuulub mitmeid põhjapoolsema
30 levikuga liike. Samuti on lühiajalised kihistumised Peipsi järves tugevamad (Jaani, 2001),
31 mis tuulevaiksete perioodide ja kuumalainete koosmõjul võivad sajandi lõpuks sageneda,
32 tuues endaga muuhulgas kaasa toitainete sisekoormuse kasvu ja põhjaelustiku vaesumise
33 (Tabel 12 mõju 3.01). Kergelt negatiivse mõjuna suurjärvede seisundile on ette näha
34 vegetatsiooniperioodi pikenemist ning produktsiooni ja settimiskiiruse kasvu (mõju 3.06).
35 Selgelt negatiivse mõjuga on veetemperatuuri tõusuga kaasnev kasvuhoonegaaside
36 emissiooni kasv, mis omakorda võib anda positiivse tagasiside edasisele kliima
37 soojenemisele (mõju 3.03).

38 Keskmise õhutemperatuuri tõus toob endaga kaasa jääkatteperioodi lühenemise 1–2 kuu
39 võrra (Nõges *et al.*, 2012), kusjuures Peipsi järve jääkatte kestus on oluliselt
40 temperatuuritundlikum Võrtsjärve omast (Nõges ja Nõges, 2014). See nähtus avaldab
41 positiivset mõju järvede kevad-talvisele seisundile vee suurema hapnikusisalduse ja
42 väiksema pH languse kaudu (mõju 3.05). Samas avab jääkatteperioodi lühenemine
43 veesamba kevad-talviste tormide mõjule ja selle negatiivseks tulemuseks võib olla kasvav
44 kallaste erosioonioht ning setete suurem resuspensioon ja sellega kaasnev toitainete

1 sisekoormuse kasv (mõju 3.12). Talvise lumevaru vähenemine põhjustab väiksemaid
2 kevadisi vooluhulkasid suurjärvede sissevooludes ja järvede ühtlasemat veemahtu (mõju
3 3.07 ja 3.08).

4 Veetemperatuuri tõusu positiivse sotsiaal-majandusliku mõjuna saab välja tuua paremad
5 suplusvõimalused (**Tabel 12** mõju 3.02), kuid selle potentsiaali kasutamist võib halvendada
6 veekvaliteedi langus suveperioodil (mõjud 3.01 ja 3.09).

7 **Üldine järeldus on, et aastakeskmise veetemperatuuri tõus suurendab eutrofeerumise**
8 **ilminguid (Tabel 12 mõju 3.01) ning avaldab seeläbi suurjärvede vee kvaliteedile**
9 **negatiivset mõju.**

10

11 **Sademetega mõju suurjärvedele**

12 Vastavalt Luhamaa et al. (2015) poolt koostatud kliimastenaariumitele suureneb Eesti alal
13 aastakeskmiste sademete hulk sajandi lõpuks võrreldes kontrollperioodiga 16% ja 19%
14 (RCP4.5 ja 8.5 vastavalt), kusjuures, sarnaselt temperatuuriga on ka sademete kasv suurim
15 talve- ja kevadperioodidel. Täpselt ei ole teada kõrgemast õhutemperatuurist tingitud
16 aurumise kasvu/sublimatsiooni mõju veebilansile ja nendele prognoosidele vastavaid
17 modelleerimisi suurjärvede veetasemete ja ainete ärakande osas senini tehtud ei ole (ibid.)

18 Rohked sademed ja maapinna tagasihoidlikum külmumine toob eriti talveperioodil kaasa
19 suurema huumusainete ja toitainete ärakande valgalalt (**Tabel 12** mõju 3.09). Seda mõju
20 aitavad vähemalt osaliselt tasakaalustada suuremad vooluhulgad sissevooludes ja kõrgem
21 veetase järvedes (mõju 3.08). Jätkuv, peamiselt huumusainetest põhjustatud, järvede vee
22 pruunistumine vähendab vee läbipaistvust ja ahendab eufootilise kihi ulatust, mis võib kaasa
23 tuua raskesti prognoositavaid nihkeid järvede primaarproduktioonis, ökoloogias ja
24 toiduahelates (mõjud 3.06 ja 3.09). Samuti toovad huumusainete kõrge kontsentratsioonid
25 vees endaga kaasa kasvavaid kulutusi ja tehnoloogilisi probleeme pinnavee kasutamisel
26 joogiveena ning vähendavad järvede rekreatsioonilist atraktiivsust (mõju 3.09).

27 **Üldiselt saab järeldada, et kui tegemist ei ole ekstreemsete ilmastikunähtustega, siis**
28 **muutub suurjärvede veetase sesoonselt ühtlasemaks, mis aitab kaasa veekogude**
29 **stabiilse seisundi säilimisele (Tabel 12 mõju 3.08), mis on eriti määrava tähtsusega**
30 **Võrtsjärve puhul. Suurjärvede vee läbipaistvus sajandi lõpuks väheneb (mõjud 3.01**
31 **ja 3.09).**

32

33 **Tuule kiiruse ja ekstreemsete ilmastikunähtuste mõju suurjärvedele**

34 Keskmete tuulekiiruste prognoosimisel on kliimamudelid üsna ebakindlad (Luhamaa *et al.*,
35 2015). Üldiselt nähakse Läänemere kohal ette keskmise talvise tuulekiiruse kasvu kuni 20%
36 ja suvise keskmise kiiruse vähenemist. Maismaa kohal on need muutused
37 tagasihoidlikumad, kuid tuleb siiski arvestada, et koosmõjus lühenenud jääkateperioodiga
38 võivad kevad-talvised tormid avaldada arvestatavat mõju suurjärvede kallaste erosioonile
39 ja setete liikuvusele (**Tabel 12** mõju 3.12) ning kasvuhoonegaaside emissiooni
40 suurenemisele (mõju 3.03). Suvise keskmise tuulekiiruse vähenemine koos kõrgema
41 veetemperatuuriga soodustab kihistumise ja veeõitsengute teket (mõju 3.01).

42 Sajandi lõpuks on ette näha ka ekstreemsete ilmastikunähtuste (temperatuuri ja sademete
43 äärmusväärtuste ning tormide intensiivsuse) kasvu. Veekogude jaoks on eriti oluline
44 maksimaalse õhutemperatuuri tõus ja väiksemat mõju omab minimaalse temperatuuri tõus.
45 Maksimaalsed temperatuurid tõusevad kohati rohkem kui keskmised temperatuurid ja tõus

1 ulatub Luhamaa et al. (2015) prognoosides RCP4.5 stsenaariumi puhul +4,0 °C ja RCP8.5
2 puhul +6,6 °C-ni. Suur on temperatuuri tõusu kuuline varieeruvus ja eriti oluliseks tuleks
3 pidada maksimaalsete temperatuuride tõusu suveperioodil, juunist kuni augustini, mis koos
4 tuuletu perioodiga mõjub eriti soodsalt veeõitsengute tekkele ja Peipsi järve ajutisele
5 kihistumisele ning sellega kaasnevatele negatiivsetele mõjudele (ammoniaagi teke, kalade
6 suremine, fosfori leke settest jt.) (mõju 3.01).

7 Sademete äärmusväärtuste (ööpäevas 30mm ületavad sademed) esinemise sagedus kasvab
8 sama allika kohaselt sajandi lõpuks kevad-talvisel perioodil RCP4.5 puhul 207% ja RCP8.5
9 puhul 435%. Suurte sadude põhjustatud tulvaveed kannavad suurjärvedesse toitaineid ning
10 mineraalset ja orgaanilist ainet. Sellise sündmuse täpset mõju veekogu seisundile ja
11 ökoloogiale on võimatu prognoosida, kuid oodata on vähemalt lühiajalist vee kvaliteedi
12 halvenemist.

13 Ekstreemsete ilmastikunähtuste sagenemine suurendab ka avariide tõenäosust veekäitlus-,
14 põllumajandus- ja tööstusettevõtetes (heitvete puhastamine, tööstuskemikaalide, sönniku ja
15 väetise käitlemine jne.) ning reoainete jõudmise tõenäosust veekogudesse (mõju 3.11).

16 **Kokkuvõtvalt saab järeldada, et talvise keskmise tuulekiiruse kasv koos**
17 **jääkateperioodi lühenemisega mõjub hästi suurjärvede hapnikurežiimile (Tabel 12**
18 **mõju 3.05), kuid suureneb kallaste erosiooni ja setete resuspensiooni oht (mõju 3.12).**
19 **Raskesti prognoositavad on ekstreemsete ilmastikunähtuste mõjud suurjärvedele,**
20 **kuid väga tõenäoliselt toovad need kaasa vähemalt lühiajalise vee kvaliteedi**
21 **halvenemise ja reostusohu suurenemise (mõju 3.11).**

22

23 **3.4.1.2. Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud**

24 **a) kuni aastani 2020**

25 Mõlema eespool viidatud kliimastsenaariumi rakendumise korral pole käesoleval ajal kuni
26 aastani 2020 ette näha suurjärvedes toimuvaid drastilisi muutusi, kuid tõenäoliselt jätkuvad
27 senised trendid, jäädes enamasti kontrollperioodil esinenud loodusliku varieeruvuse
28 piiridesse. Kliima muutumise mõjud avalduvad vähesel määral. Ei ole ette näha suure
29 sotsiaal-majandusliku mõjuga riske, mis vajaksid kiireid sekkumismeetmeid või avaldaksid
30 alavaldkonnale märkimisväärset positiivset mõju.

31 **b) kuni aastani 2030**

32 Mõlema eespool viidatud kliimastsenaariumi rakendumise korral pole käesoleval ajal kuni
33 aastani 2030 ette näha suurjärvedes toimuvaid drastilisi muutusi, kuid tõenäoliselt jätkuvad
34 senised trendid, jäädes enamasti kontrollperioodil esinenud loodusliku varieeruvuse
35 piiridesse. Kontrollperioodist sagedamini võib esineda ekstreemseid aastaid. Kliima
36 muutumise mõjud avalduvad vähesel või keskmisel määral. Ei ole ette näha suure sotsiaal-
37 majandusliku mõjuga riske, mis vajaksid kiireid sekkumismeetmeid või avaldaksid
38 alavaldkonnale märkimisväärset positiivset mõju.

39 **c) 2021–2050**

40 Mõlema kliimastsenaariumi rakendumise korra ületavad muutused suurjärvedes
41 kontrollperioodil esinenud looduslikku varieeruvust. Avalduvad senised trendid keskmisel
42 määral, RCP8.5 stsenaariumi korral osaliselt ka suurel määral. On keskmiselt tõenäoline kuid

1 raskesti prognoositav, et võivad toimuda nihked ja üleminekud suurjärvede
2 ökosüsteemides.

3 **Negatiivsed mõjud:**

- 4 • veeõitsengud sagenevad kogu vegetatsiooniperioodi jooksul;
- 5 • suureneb suvine termiline kihistumine ja hapnikudefitsiit põhjakihis, mis põhjustab
6 põhjaelustiku vaesumist ning fosfori sisekoormust setetest, eriti Peipsi järves;
- 7 • sissevooludest tulev orgaanilise ja mineraalse aine koormus suureneb;
- 8 • võib toimuda soojalembeste liikide laiem levik suurjärvedes ja jätkub külmaveeliste
9 liikide edasine hääbumine;
- 10 • väheneb aastakeskmise vee läbipaistvus, aheneb eufootiline tsoon ja halveneb vee
11 kvaliteet, eriti suviti;
- 12 • sagenevad prognoosimatud ekstreemsed ilmastikunähtused (tormid, tulvad, põuad ja
13 kuumalained);
- 14 • toimuvad ökoloogilised muutused ja muutused toiduahelates;
- 15 • suureneb kasvuhoonegaaside emissioon, mis võib anda positiivse tagasiside kliima
16 edasiseks soojenemiseks;
- 17 • järved muutuvad heterotroofsemaks ja seovad vähem maismaalt tulevat süsinikku.

18

19 **Positiivsed mõjud:**

- 20 • jääkatteperioodi lühenemisest ja talvise keskmise tuulekiiruse kasvamisest tingitud
21 veesamba hea segunemine ja hapnikuga varustus talvel;
- 22 • suuremad ja ühtlasemad sissevoolude vooluhulgad hoiavad järvede veetaset
23 sesoonselt ühtlasemana;
- 24 • suvise suplushooaja pikenemine, kui seda ei takista sagenevad veeõitsengud ja vee
25 kvaliteedi langus sel perioodil.

26

27 **Teadmata suunaga mõjud:**

- 28 • olenevalt muutustest vee läbipaistvuses, vegetatsiooniperioodi pikkuses ja toitainete
29 sissekandes võib suureneda veekogu produktsioon

30

31 **d) 2051–2100**

32 Mõlema kliimastenaariumi rakendumise korral on muutused suurjärvedes selgesti
33 jälgitavad, eriti drastiliselt avalduvad need RCP 8.5 puhul. RCP4.5 stsenaariumi muutused
34 sellel perioodil on sarnased eelmise perioodi RCP8.5 stsenaariumi rakendumise korral
35 toimuvate muutustega. On väga tõenäoline, et toimuvad kliima poolt käivitatud olulised
36 muutused suurjärvede ökosüsteemides. Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud
37 on samad kui eelmisel perioodil, kuid suurenenud on nende avaldumise tõenäosus ning
38 määr.

39

1 3.4.2. Alavaldkond: väikejärved

2 3.4.2.1. Riskid ja haavatavus

3 Väikejärvi mõjutavad samad kliimategurid, mis suurjärvi ning ka tuule mõju võib suurema
4 pindalaga ja avatud kaldaalaga väikejärvede puhul olla arvestatav. Mõjude hindamise ja
5 üldistamise teeb raskeks väikejärvede kirev tüpologia ja individuaalsed morfoomeetrised,
6 hüdroloogilised ning veekeemilised iseärasused. Oluline on arvestada ka valgla pinna
7 iseloomu ja maakasutust. Suurjärvedest olulisema kaalu ja mõjuga on väikese
8 pindala/sügavuse suhtega järvede jaoks muutused veesamba kihistumise ja segunemise
9 režiimis, mis sageli määravad järve seisundi ja vee kvaliteedi. Enamasti on väikejärvede
10 seisundi muutumisel lokaalne sotsiaal-majanduslik mõju ja regionaalselt laiem summaarne
11 mõju avaldub toitainete ärakande, süsinikuringe ja kasvuhoonegaaside emissiooni üldistes
12 suundumustes ja bilansis.

13 Õhutemperatuuri mõju väikejärvedele

14 Samaselt suurjärvedele toob ka väikejärvedes õhutemperatuuri tõus endaga kaasa
15 aastakeskmise vee temperatuuri tõusu (**Tabel 12** mõju 3.01). Sügavamatele väikejärvedele
16 iseloomulikud kihistumise ja veesamba segunemise protsessid avaldavad mõju kliima
17 muutumisest tingitud veetemperatuuri tõusu suurusele pinnakihi. Uuringud on tõestanud,
18 et kihistunud järvedes võib kliima muutumisest põhjustatud kevad-suvine keskmine
19 veetemperatuuri tõus märkimisväärselt ületada keskmine õhutemperatuuri tõusu (Austin &
20 Colman, 2007). Varasemad analüüsid (Nõges *et al.*, 2012) on näidanud, et kliima
21 muutumine on viimastel aastakümnetel kaasa toonud ka muutusi väikejärvede kihistumise
22 režiimis (mõju 3.04). Seni Eestis valdavaks olnud kevadel ja sügisel toimuv (dimiktiline)
23 segunemine võib kiire kevadise vee soojenemise tõttu jääda mittetäielikuks ja järjest enam
24 asenduda madalamatele laiuskraadidele iseloomuliku monomiktilise segunemistüübiga.
25 Oodata on, et veesamba termiline kihistumine muutub tugevamaks ja vastupidavamaks
26 tuulte mõjudele (mõju 3.04), mis toob endaga muuhulgas kaasa toitainete sisekoormuse
27 kasvu ja põhjaelustiku vaesumise (mõju 3.01). Kergelt negatiivse mõjuna väikejärvede
28 seisundile on ette näha vegetatsiooniperioodi pikenemist ning produktsiooni ja
29 settimiskiiruse kasvu (mõju 3.06). Negatiivse mõjuga on ka veetemperatuuri tõusuga
30 kaasnev kasvuhoonegaaside emissiooni kasv, mis omakorda annab positiivse tagasiside
31 edasisele kliima soojenemisele (mõju 3.03), kuid seda võib mõõduka ja suure karbonaatide
32 sisaldusega (VPRD tüübid I, II, III ja VIII) väikejärvedes osaliselt tasakaalustada
33 aastakeskmise pH tõus.

34 Veetemperatuuri tõusu positiivse sotsiaal-majandusliku mõjuna saab välja tuua paremad
35 suplusvõimalused (mõju 3.02), kuid selle potentsiaali kasutamist võib halvendada
36 veekvaliteedi langus suveperioodil (mõjud 3.01 ja 3.09).

37 **Üldise järeldusena saab välja tuua, et aastakeskmise veetemperatuuri tõus suurendab**
38 **termilise kihistumise ja eutrofeerumise ilminguid ning avaldab seeläbi väikejärvede**
39 **ökosüsteemidele negatiivset mõju (Tabel 12 mõju 3.01). Samas teravam kevad-suvine**
40 **kihistumine võib nihutada veeõitsengud sügisese segunemise perioodile ja suvine vee**
41 **kvaliteet ei pruugi tingimata halveneda (mõju 3.04).**

42

43 Sademete mõju väikejärvedele

44 Aastakeskmise sademete hulga suurenemise mõju väikejärvedele on väga järve ja valgala
45 spetsiifiline ning universaalseid üldistusi on siin raske teha. Üldiselt mõjub kõrgem veetase

1 järvede seisundile soodsalt, kuid siin tuleb arvestada kaldavööndis olevate toitainete
2 võimaliku jõudmisega pelagiaali. Samuti toovad sademed ja eriti tulvaveed valgalalt sisse
3 mineraalseid ja orgaanilisi aineid. Väikejärvede vee kvaliteedi languse ja kõrgete
4 huumusainete kontsentratsioonidega kaasnevad kasvavad kulutused ja tehnoloogilised
5 probleemid pinnavee (nt Ülemiste järv) kasutamisel joogiveena ning need vähendavad
6 järvede rekreatsiionilist atraktiivsust (mõju 3.09). Sademete hulga suurenemisega kaasneb
7 toitainete, eriti lämmastiku, hajukoormuse suurenemine, kuid seda osaliselt tasakaalustab
8 suurenenud veehulgast tingitud lahjendusefekt (mõju 3.08). Suureneb erosioon ja setete
9 akumulatsioon järvedes (mõju 3.09).

10 **Üldiselt saab järeldada, et kui tegemist ei ole ekstreemsete ilmastikunähtustega, siis**
11 **muutub väikejärvede veetase sesoonselt ühtlasemaks, mis aitab kaasa veekogude**
12 **stabiilse seisundi säilimisele (Tabel 12 mõju 3.08). Väikejärvede vee läbipaistvus**
13 **sajandi lõpuks väheneb (mõjud 3.01 ja 3.09).**

14

15 **Tuule kiiruse ja erakorraliste ilmasünduste mõju väikejärvedele**

16 Samaselt suurjärvedele mõjutab tuule kiirus ka väikejärves toimuvaid protsesse, seda
17 peamiselt veesamba segunemise ja setete resuspensiooni kaudu. Tugevad tuuled ja tormid
18 toovad põhjakihtidest üles toitaineid, mis panevad aluse primaarproduktioonile pinnakihis
19 ning määravad ära järvede vee kvaliteedi ja ökoloogilise seisundi. Kliimastenaariumid
20 näevad ette keskmise tuulekiiruse kasvu peamiselt talveperioodil ja see mõju koos
21 jääkatteperioodi lühenemisega mõjub soodsalt väikejärvede kevad-talvisele
22 hapnikurežiimile, kõrgemale vee pH-le ja kasvuhoonegaaside emissioonile (**Tabel 12**
23 **mõjud 3.03 ja 3.05**). Pole ette näha, et muutused suveperioodi keskmises tuulekiiruses
24 tasandaksid teravamalt termilist kihistumist väikejärvedes (mõju 3.04).

25 Intensiivsetest sadudest põhjustatud tulvaveed kannavad väikejärvedesse mineraalset ja
26 orgaanilist ainet. Selle sündmuse täpset mõju veekogu seisundile ja ökoloogiale on võimatu
27 prognoosida, kuid oodata on vähemalt lühiajalist vee kvaliteedi halvenemist. Ekstreemsete
28 ilmastikunähtuste sagenemine suurendab ka avariide tõenäosust veekäitlus-,
29 põllumajandus- ja tööstusettevõtetes (heitvete puhastamine, tööstuskemikaalide, sõnniku ja
30 väetise käitlemine jne.) ning reoainete jõudmise tõenäosust veekogudesse (mõju 3.11).

31 **Kokkuvõtvalt saab järeldada, et talvise keskmise tuulekiiruse kasv koos**
32 **jääkatteperioodi lühenemisega mõjub hästi väikejärvede hapnikurežiimile (Tabel 12**
33 **mõju 3.05), kuid suureneb kallaste erosiooni ja setete resuspensiooni oht (mõju 3.12).**
34 **Ei ole ette näha, et muutused suvises keskmises tuulekiiruses tasandaksid tugevamat**
35 **termilist kihistumist väikejärvedes (mõju 3.04). Raskesti prognoositavad on**
36 **ekstreemsete ilmastikunähtuste mõjud, kuid väga tõenäoliselt toovad need kaasa**
37 **vähemalt lühiajalise vee kvaliteedi halvenemise ja reostusohu suurenemise**
38 **väikejärvedes (mõju 3.11).**

39

40 **3.4.2.2. Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud**

41 **a) kuni aastani 2020**

42 Mõlema eespool viidatud kliimastenaariumi rakendumise korral pole käesoleval ajal kuni
43 aastani 2020 väikejärvedes ette näha drastilisi muutusi. Tõenäoliselt jätkuvad senised
44 trendid, mis jäävad enamasti kontrollperioodil esinenud loodusliku varieeruvuse piiridesse.
45 Kliima muutumise mõjud avalduvad vähesel määral. Ei ole ette näha suure sotsiaal-

1 majandusliku mõjuga riske, mis vajaksid kiireid sekkumismeetmeid või avaldaksid
2 alavaldkonnale märkimisväärset positiivset mõju.

3 **b) kuni aastani 2030**

4 Mõlema eespool viidatud kliimastenaariumi rakendumise korral pole käesoleval ajal kuni
5 aastani 2030 ette näha väikejärvedes toimuvaid drastilisi muutusi, kuid tõenäoliselt jätkuvad
6 senised trendid, jäädes enamasti kontrollperioodil esinenud loodusliku varieeruvuse
7 piiridesse. Kontrollperioodist sagedamini võib esineda ekstreemseid aastaid. Kliima
8 muutumise mõjud avalduvad vähesel või keskmisel määral. Ei ole ette näha suure sotsiaal-
9 majandusliku mõjuga riske, mis vajaksid kiireid sekkumismeetmeid või avaldaksid
10 alavaldkonnale märkimisväärset positiivset mõju.

11 **c) 2021–2050**

12 Mõlema kliimastenaariumi rakendumise korra ületavad muutused väikejärvedes
13 kontrollperioodil esinenud looduslikku varieeruvust. Senised trendid avalduvad keskmisel
14 määral, RCP8.5 stenaariumi korral osaliselt ka suurel määral. On keskmiselt tõenäoline kuid
15 raskesti prognoositav, et võivad toimuda nihked ja üleminekud väikejärvede
16 ökosüsteemides.

17 On keskmiselt tõenäoline, et osades rekreatsioonilise tähtsusega väikejärvedes esineb
18 suveperioodil probleeme suplusvee kvaliteediga.

19 **Negatiivsed mõjud:**

- 20 • veeõitsengud sagenevad kogu vegetatsiooniperioodi jooksul, termiliselt tugavasti
21 kihistunud järvedes nihkuvad need vee sügise segunemise perioodile;
- 22 • suureneb suvine hapnikudefitsiit põhjakihis ja see omakorda suurendab
23 põhjaelustiku vaesumist ning fosfori sisekoormust setetest;
- 24 • sissevooludest ja kogu valgalalt tulev orgaanilise ja mineraalse aine koormus
25 suureneb;
- 26 • võib toimuda soojalembeste liikide laiem levik väikejärvedes ja jätkub
27 külmaveeliste liikide edasine hääbumine;
- 28 • aastakeskmise vee läbipaistvus väheneb, aheneb eufootiline tsoon ja halveneb vee
29 kvaliteet, eriti suviti;
- 30 • sagenevad prognoosimatud ekstreemsed ilmastikunähtused (tormid, tulvad, põuad ja
31 kuumalained);
- 32 • võivad toimuda ökoloogilised muutused ja muutused toiduahelates;
- 33 • suureneb kasvuhoonegaaside emissioon, mis võib anda positiivse tagasiside kliima
34 edasiseks soojenemiseks;
- 35 • järved muutuvad heterotroofsemaks ja seovad vähem maismaalt tulevat süsinikku.

36

37 **Positiivsed mõjud:**

- 38 • jääkateperioodi lühenemisest ja talvise keskmise tuulekiiruse kasvamisest tingitud
39 veesamba hea segunemine ja hapnikuga varustatus talvel;
- 40 • suuremad ja ühtlasemad sissevoolude vooluhulgad hoiavad järvede veetaset
41 sesoonselt ühtlasemana;

- 1 • suvise suplushooaja pikenemine, kui seda ei takista sagenevad veeõitsengud ja vee
2 kvaliteedi langus sel perioodil.

3

4 **Teadmata suunaga mõjud:**

- 5 • olenevalt muutustest vee läbipaistvuses, vegetatsiooniperioodi pikkuses ja toitainete
6 sissekandes võib suureneda veekogu produktioon.

7

8 **d) 2051–2100**

9 Mõlema kliimastenaariumi rakendumise korral on muutused väikejärvedes selgesti
10 jälgitavad, eriti drastiliselt avalduvad need RCP 8.5 puhul. RCP4.5 stsenaariumi muutused
11 sellel perioodil on sarnased eelmise perioodi RCP8.5 stsenaariumi rakendumise korral
12 toimivate muutustega. On väga tõenäoline, et toimuvad kliima poolt käivitatud olulised
13 muutused väikejärvede ökosüsteemides ja paljudes rekreatsioonilise tähtsusega
14 väikejärvedes esineb suveperioodil probleeme suplusvee kvaliteediga. Positiivsed,
15 negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud on samad kui eelmisel perioodil, kuid suurenenud
16 on nende avaldumise tõenäosus ning määr.

17

18 **3.4.3. Alavaldkond: vooluveekogud**

19 **3.4.3.1. Riskid ja haavatavus**

20 Vooluveekogusid mõjutavad kõige enam prognoositavast õhutemperatuuri ja sademete
21 hulga tõusust tulenevad muutused jõgede hüdroloogilises-, veetemperatuuri- ja
22 hapnikurežiimis. On täheldatud ning ka edaspidi on oodata talvise jääkatte ja
23 miinimumvooluhulga perioodi lühenemist ning üldist sademetehulga suurenemist.
24 Mudelite abil pole siiski võimalik prognoosida täpseid muutusi vooluhulkades, eriti, kui
25 lisanduvad inimtekkelised veekulud (Nohara *et al.*, 2006)

26

27 **Õhutemperatuuri mõju vooluveekogudele**

28 Temperatuuri tõusuga (**Tabel 12** mõjud 3.01 ja 3.06) kaasneva veetemperatuuri tõusu
29 suurimaks mõjuks on veekogude jääkattega perioodi lühenemine, elupaikade tüübi muutus
30 ning eutrofeerumise intensiivistumine. Veetemperatuur on parameeter, mis määrab kogu
31 vee-ökosüsteemi seisundi kuna paljudel veeorganismidel on elutegevuseks sobilik
32 iseloomulik temperatuurivahemik. Veetemperatuuri tõusuga kaasnevad kaudsed mõjud
33 vooluveekogudele on intensiivistunud eutrofeerumisest tingitud veeõitsengute sagenemine
34 eriti järvedest algavates jõgedes (Emajõgi ja Narva jõgi) ning allpool (eutrofeerunud)
35 paisjärvi paiknevates jõgedes/jõelõikudes. Teiseks oluliseks mõjuks on jahedaveeliste
36 elupaikade vähenemine, mis mõjutab eelkõige hapnikulembeseid kala- ning
37 põhjaloomastikuliike. Need on temperatuuri tõusu negatiivsed mõjud. Võimalikest
38 positiivsetest mõjudest (mõju 3.02) tuleb nimetada inimese puhul suplemiseks sobiva
39 perioodi pikenemist ning looduse puhul soojaveelembeste liikide elupaikade hulga
40 suurenemist. Vooluveekogudes ei ole suvine õhu- ja veetemperatuur alati väga otseselt
41 seotud. Põuastel ja keskmisest soojematel suvedel võib mõnes vooluveekogus
42 veetemperatuur hoopis langeda, kuna veekogu toitub siis peamiselt jahedast põhjaveest.

1 Seetõttu on veetemperatuuri tõusuga seotud mõjud vooluveekogude puhul pigem nõrgad.
2 Tugevaks mõjuks on vegetatsiooniperioodi pikenemine, mis võib mõnedes jõelõikudes
3 kaasa aidata eutrofeerumisele ning isegi kinnikasvamisele.

4

5 **Sademetes mõju vooluveekogudele**

6 Sademete hulga suurenemisega kaasnevaks väga oluliseks mõjuks vooluveekogudele on
7 üldine vooluhulkade suurenemine (**Tabel 12** mõju 3.08). Sellest tulenevaks negatiivseks
8 mõjuks (mõju 3.10) on toitesoolade ärakande suurenemine, mis ei pruugi mõjutada
9 vooluveekogusid endid, kuid mõjutab negatiivselt veekogusid (järved, meri), kuhu
10 vooluveed suubuvad. Tõenäoliselt suureneb ka erosioonioht ning settekoormus, mida tuleb
11 samuti lugeda negatiivseks mõjuks. Negatiivseks mõjuks on veel teetruupide
12 ummistumisohu suurenemine ning ekstreemsete sündmuste puhul (paduvihmad, mõju 3.11)
13 üleujutusohu, eriti õgvendatud vooluveekogudes. Suurenenud vooluhulgad võivad olla
14 probleemiks ka vooluveekogudele rajatud paisudele (mõju 3.13). Teisalt, kuna lumeperiood
15 lüheneb, siis kevadised suurveemaksimumid samuti vähenevad ning suurte kevadiste
16 üleujutuste oht peaks vähenema (mõju 3.07). Kokkuvõttes on vooluveekogude
17 hüdroloogiline režiim ühtlasem (mõju 3.08), mida tuleks lugeda positiivseks mõjuks.
18 Kevadel kudevate kalade jaoks võib olla kevadise suurvee vähenemine negatiivseks
19 mõjuks, kuna seetõttu on vähem ka potentsiaalseid kudemiseks sobivaid alasid. Ühenduse
20 halvenemine vanajõgedega võib seada ohtu seal kudenud kalade vastsete pääsu peajõkke.
21 Sügise kudeajaga kaladele on sügistalvine kõrgem veeseis vooluveltes aga positiivseks
22 mõjuks, kuna nende kudemistingimused paranevad.

23

24 **Ekstreemsete ilmastikunähtuste mõju vooluveekogudele**

25 Prognoositud tormide intensiivsuse kasv ei tohiks vooluveekogusid oluliselt mõjutada.
26 Kõne alla võivad tulla tormidest tingitud vooluveekogude tõkestused puude langemisel
27 vette, kuid selliseid sündmusi ei saa otseselt negatiivset mõjuna vaadelda. Paduvihmade
28 võimalikku mõju on kirjeldatud eespool sademete mõju all. Ekstreemseteks
29 ilmastikunähtusteks võivad veel olla põuad ning vooluveekogude puhul on olulise mõjuga
30 just pikemaajalised põuad, mil vooluhulk jõgedes võib oluliselt väheneda ning seeläbi
31 elustiku seisund halveneda. Varasemast ajast on selliseks näiteks 2002.a. põuane suvi, kui
32 isegi mitmed põhjaveetoitega jõed jäid ülemjooksudel kuivaks. Selline olukord võib mõjuda
33 soodsalt võõr- ja invasiivsete liikide laiemale levimisele. Näiteks on hea põuataluvusega
34 signaalvähk, *Pacifastacus leniusculus* (Dana, 1852), võrreldes jõevähiga (Ojaveer *et al.*,
35 2011).

36

37 **3.4.3.2. Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud**

38 **a) kuni aastani 2020**

39 Kuni aastani 2020 tuntavaid muutusi ette näha ei ole.

40

41 **b) kuni aastani 2030**

42 Vooluveekogude puhul on ka kuni aastani 2030 toimuvad muutused varjutatud tavapärasest
43 aastatevahelisest erinevusest. Kõige tõenäolisemaks tajutavaks muutuseks on jääperioodi
44 lühenemine ning sellega seoses ka kevadise suurvee vähenemine.

1

2 **c) 2021–2050**

3 Antud perioodil võib lisanduda olulise mõjuna vegetatsiooniperioodi pikenemine, mis on
4 pigem teadmata suunaga mõjuks. Kui sademete hulga suurenemise prognoosid
5 realiseeruvad, on selle perioodi negatiivseks mõjuks toitesoolade ja lahustunud orgaanilise
6 aine ärakande suurenemine. Positiivseks mõjuks on jõgede vooluhulkade sesoonne
7 ühtlustumine.

8

9 **d) 2051–2100**

10 Aastateks 2051-2100 on tõenäoline, et kliimamuutustega kaasnevad protsessid, eelkõige
11 vegetatsiooniperioodi pikenemine, vooluhulkade mõningane ühtlustumine ning suurvee
12 vähenemine, on intensiivsemad ja ulatuslikumad võrreldes perioodiga 2021-2050.

13

14 **3.4.4. Mõjude kokkuvõte**

15 Töö aluseks olevate kliimastenaariumite põhjal saab väga üldise järeldusena välja tuua, et
16 prognoositavad muutused kliimas töötavad enamasti vastu VPRD suunistele veekogude hea
17 seisundi saavutamiseks ning süvendavad eutrofeerumise ilminguid mageveekogudes
18 vaatamata pingutustele toitainete haju- ja punktreostuse vähendamiseks. Järved muutuvad
19 tulevikus heterotroofsemaks ning emiteeritavate kasvuhoonegaaside mõju atmosfäärile
20 suureneb, mis võib raskendada emissiooni piiramiseks seatud eesmärkide täitmist ja anda
21 positiivse tagasiside edasistele kliimamuutustele. Oodata on vee läbipaistvuse vähenemist
22 ja sagedamaid veeõitsenguid kogu vegetatsiooniperioodi jooksul. Kliimast lähtuvad
23 muutused mõjuvad soodsalt soojalembelisele ja hapnikuvaegust taluvatele võõr- ja
24 invasiivsetele liikidele ning oodata on külmalembeste ja hapniku vaeguse suhtes tundlike
25 liikide edasist häbumist. Neid mõjusid võib osaliselt tasakaalustada sesoonselt ühtlasem
26 veerežiim, kõrgemad veetasemed järvedes ja vooluhulgad vooluveekogudes. Käesoleval
27 hetkel puuduvad täpsemad prognoosid võimalike muutuste kohta mageveekogude
28 ökosüsteemides ja toiduahelates. Soodsa sotsiaal-majandusliku mõjuga on kevadiste
29 üleujutuste ja järvede kevad-talvise hapnikuvaeguse ulatuse ja esinemissageduse
30 vähenemine ning pikenev rekreatsiooniperiood.

31

32 **3.4.5. Piiriülesed aspektid**

33 Lähtuvalt VPRD ja Üleujutuste Direktiivile (2007/60/EÜ) on kehtestatud Euroopa Liidus
34 ühtne raamistik vee kaitse ja kasutamise korraldamiseks liikmesriikides. Üks osa sellisest
35 ühistegevusest hõlmab ka kliimast lähtuvate muutuste prognoosimist ja nende
36 integreerimist veekaitset ja -kasutust kavandatavatesse dokumentidesse, nagu näiteks
37 veemajanduskavad, üleujutusohlike alade määratlemine jt. Koordineeritud riikideülest
38 tegevust vajab ka võõr- ja invasiivsete liikide edasist levikut takistavate regulatsioonide
39 väljatöötamine ja järelevalve.

40

41

Tabel 12. Kliimamuutuste mõju **mageveeökosüsteemidele** (suur- ja väikejärved ning vooluveekogud).

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Alavaldkond	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
Kuni 2020	Mõlemad stsenaariumid	Aastakeskmine õhutemperatuur tõuseb, suvine veetemperatuur tõuseb	Suur- ja väikejärved, vooluveekogud	3.01	Veeõitsengud sagenevad, suvine hapnikurežiim halveneb, jahedaveeliste liikide elupaigad vähenevad, tekivad soodsad elutingimused lõunapoolsetele võõr- ja invasiivsetele liikidele	-	Väike	Väike	Väike	Otsene	Kogu Eesti
	Mõlemad stsenaariumid	Aastakeskmine õhutemperatuur tõuseb, suvine veetemperatuur tõuseb	Suur- ja väikejärved, vooluveekogud	3.02	Kui seda ei hakka piirama veekvaliteedi langus, siis suplemisvõimalused paranevad ja suplushooaeg pikeneb	+	Väike	Väike	Väike	Otsene	Kogu Eesti
	Mõlemad stsenaariumid	Aastakeskmine õhutemperatuur tõuseb, suvine veetemperatuur tõuseb, talvine jääkateperiood lüheneb	Suur- ja väikejärved	3.03	Kasvuhoonegaaside emissioon järvedest suureneb	-	Väike	Väike	Väike	Otsene	Kogu Eesti
	Mõlemad stsenaariumid	Aastakeskmine õhutemperatuur tõuseb, suvine veetemperatuur tõuseb	Väikejärved	3.04	Võimalik vee segunemistüübi muutumine sügavamates järvedes (dimiktilised muutuvad monomiktilisteks), kihistunud periood pikeneb, hapnikuvaene tsoon laieneb, sisereostus setetest (sh. fosfori leke) suureneb	-	Väike	Väike	Väike	Otsene	Kogu Eesti
	Mõlemad stsenaariumid	Talvine keskmine õhutemperatuur tõuseb, jääkateperiood lüheneb, tuulekiirus kasvab	Suur- ja väikejärved	3.05	Kevad-talvise hapnikupuuduse oht väheneb, vee pH tõuseb	+	Väike	Väike	Väike	Otsene	Kogu Eesti
	Mõlemad stsenaariumid	Aastakeskmine õhutemperatuur tõuseb, vegetatsiooniperiood pikeneb	Suur- ja väikejärved, vooluveekogud	3.06	Veekogude produktsioon ja settimiskiirus suurenevad	0/-	Väike	Väike	Väike	Otsene	Kogu Eesti

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Alavaldkond	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	Mõlemad stsenaariumid	Talvine õhutemperatuur tõuseb, valgala lumevaru ja kevadised suurveemaksimumid vähenevad	Vooluveekogud	3.07	Kevadiste üleujutuste oht väheneb	+	Keskmine	Keskmine	Väike	Otsene	Kogu Eesti
	Mõlemad stsenaariumid	Sademetes hulk suureneb	Suur- ja väikejärved, vooluveekogud	3.08	Veekogud on veerikkamad ja ühtlasema hüdroloogilise režiimiga, veetasemed ja vooluhulgad suurenevad	+	Väike	Väike	Väike	Otsene	Kogu Eesti
	Mõlemad stsenaariumid	Sademetes hulk suureneb	Suur- ja väikejärved	3.09	Olenevalt valgla iseloomust ja veetaseme muutustest võivad ainekoormused kasvada ning järvede seisund halveneda (järvede heterotrofeerumine, eutrofeerumine, huumusainete suurem sissekanne ja hapnikutarbe tõus) produktsioon ja settimiskiirus suurenevad, kiireneb järvede kinnikasvamine	-	Väike	Väike	Väike	Otsene	Kogu Eesti
	Mõlemad stsenaariumid	Sademetes hulk suureneb	Vooluveekogud	3.10	Suureneb toitesoolade ja lahustunud orgaanilise aine ärakanne valgalt	-	Väike	Väike	Väike	Otsene	Kogu Eesti
	Mõlemad stsenaariumid	Ekstreemsed ilmastikunähtused sagedanevad	Suur- ja väikejärved, vooluveekogud	3.11	Tormide ja intensiivsete sademete sagedanemise korral suureneb erakorraliste sündmuste ja avariide toimumise tõenäosus veekäitlus-, põllumajandus- ja tööstussektoris ja võimalus veekogude reostumiseks	-	Väike	Väike	Väike	Otsene	Kogu Eesti
	Mõlemad stsenaariumid	Talvise keskmise tuulekiiruse kasv, jääkatteperioodi lühenemine	Suurjärved	3.12	Kallaste erosiooni oht ja järvesetete resuspensioon suurenevad	-	Väike	Väike	Väike	Otsene	Võrtsjärvi ja Peipsi järv, eriti idaosas

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Alavaldkond	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	Mõlemad stsenaariumid	Sademete hulk suureneb	Vooluveekogud	3.13	Paisud ja truupid võivad mitte toime tulla püsivalt suurenenud vooluhulkadega ja intensiivsetest sadudest tingitud lühiajaliste tulvavetega	-	Väike	Väike	Väike	Otsene	Kogu Eesti
Kuni 2030	Mõlemad stsenaariumid	Aastakeskmise õhutemperatuur tõuseb, suvine veetemperatuur tõuseb	Suur- ja väikejärved, vooluveekogud	3.01	Veeõitsengud sagenevad, suvine hapnikurežiim halveneb, jahedaveeliste liikide elupaigad vähenevad, tekivad soodsad elutingimused lõunapoolsetele võõr- ja invasiivsetele liikidele	-	Väike	Väike	Väike	Otsene	Kogu Eesti
	Mõlemad stsenaariumid	Aastakeskmise õhutemperatuur tõuseb, suvine veetemperatuur tõuseb	Suur- ja väikejärved, vooluveekogud	3.02	Kui seda ei hakka piirama veekvaliteedi langus, siis suplemisvõimalused paranevad ja suplushooaeg pikeneb	+	Väike	Väike	Väike	Otsene	Kogu Eesti
	Mõlemad stsenaariumid	Aastakeskmise õhutemperatuur tõuseb, suvine veetemperatuur tõuseb, talvine jääkatteperiood lüheneb	Suur- ja väikejärved	3.03	Kasvuhoonegaaside emissioon järvedest suureneb	-	Väike	Väike	Väike	Otsene	Kogu Eesti
	Mõlemad stsenaariumid	Aastakeskmise õhutemperatuur tõuseb, suvine veetemperatuur tõuseb	Väikejärved	3.04	Võimalik vee segunemistüübi muutumine sügavamates järvedes (dimiktilised muutuvad monomiktilisteks), kihistunud periood pikeneb, hapnikuvaene tsoon laieneb, siseroostus setetest (sh. fosfori leke) suureneb	-	Väike	Väike	Väike	Otsene	Kogu Eesti
	Mõlemad stsenaariumid	Talvine keskmine õhutemperatuur tõuseb, jääkatteperiood lüheneb, tuulekiirus kasvab	Suur- ja väikejärved	3.05	Kevad-talvise hapnikupuuduse oht väheneb, vee pH tõuseb	+	Väike	Väike	Väike	Otsene	Kogu Eesti
	Mõlemad stsenaariumid	Aastakeskmise õhutemperatuur tõuseb, vegetatsiooniperiood pikeneb	Suur- ja väikejärved, vooluveekogud	3.06	Veekogude produktioon ja settimiskiirus suurenevad	0/-	Väike	Väike	Väike	Otsene	Kogu Eesti

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Alavaldkond	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	Mõlemad stsenaariumid	Talvine õhutemperatuur tõuseb, valgala lumevaru ja kevadised suurveemaksimumid vähenevad	Vooluveekogud	3.07	Kevadiste üleujutuste oht väheneb	+	Keskmine	Keskmine	Keskmine	Otsene	Kogu Eesti
	Mõlemad stsenaariumid	Sademetes hulk suureneb	Suur- ja väikejärved, vooluveekogud	3.08	Veekogud on veerikkamad ja ühtlasema hüdrooloogilise režiimiga, veetasemed ja vooluhulgad suurenevad	+	Väike	Väike	Väike	Otsene	Kogu Eesti
	Mõlemad stsenaariumid	Sademetes hulk suureneb	Suur- ja väikejärved	3.09	Olenevalt valgla iseloomust ja veetaseme muutustest võivad ainekoormused kasvada ning järvede seisund halveneda (järvede heterotrofeerumine, eutrofeerumine, huumusainete suurem sissekanne ja hapnikutarbe tõus) produktioon ja settimiskiirus suurenevad, kiireneb järvede kinnikasvamine	-	Väike	Väike	Väike	Otsene	Kogu Eesti
	Mõlemad stsenaariumid	Sademetes hulk suureneb	Vooluveekogud	3.10	Suureneb toitesoolade ja lahustunud orgaanilise aine ärakanne valgalt	-	Väike	Väike	Väike	Otsene	Kogu Eesti
	Mõlemad stsenaariumid	Ekstreemsed ilmastikunähtused sagedanevad	Suur- ja väikejärved, vooluveekogud	3.11	Tormide ja intensiivsete sademete sagedanemise korral suureneb erakorraliste sündmuste ja avariide toimumise tõenäosus veekäitlus-, põllumajandus- ja tööstussektoris ja võimalus veekogude reostumiseks	-	Väike	Väike	Väike	Otsene	Kogu Eesti
	Mõlemad stsenaariumid	Talvise keskmise tuulekiiruse kasv, jääkatteperioodi lühenemine	Suurjärved	3.12	Kallaste erosioonioht ja järvesetete resuspensioon suurenevad	-	Väike	Väike	Väike	Otsene	Võrtsjärv ja Peipsi järv, eriti idaosas
	Mõlemad stsenaariumid	Sademetes hulk suureneb	Vooluveekogud	3.13	Paisud ja truubid võivad mitte toime tulla püsivalt suurenenud vooluhulkadega ja intensiivsetest sadudest tingitud lühiajaliste tulvavetega	-	Keskmine	Keskmine	Väike	Otsene	Kogu Eesti

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Alavaldkond	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
2021–2050	RCP4.5	Aastakeskmine õhutemperatuuri tõuseb 2 °C, suvine veetemperatuur tõuseb	Suur- ja väikejärved, vooluveekogud	3.01	Veeõitsengud sagenevad, suvine hapnikurežiim halveneb, jahedaveeliste liikide elupaigad vähenevad, tekivad soodsad elutingimused lõunapoolsetele võõr- ja invasiivsetele liikidele	-	Väike	Väike	Keskmine	Otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5	Aastakeskmine õhutemperatuur tõuseb 2 °C, suvine veetemperatuur tõuseb	Suur- ja väikejärved, vooluveekogud	3.02	Kui seda ei hakka piirama veekvaliteedi langus, siis suplemisvõimalused paranevad ja suplushooaeg pikeneb	+	Väike	Väike	Keskmine	Otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5	Aastakeskmine õhutemperatuur tõuseb 2 °C, suvine veetemperatuur tõuseb, talvine jääkateperiood lüheneb	Suur- ja väikejärved	3.03	Kasvuhooaegade emissioon järvedest suureneb	-	Väike	Väike	Keskmine	Otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5	Aastakeskmine õhutemperatuur tõuseb 2 °C, suvine veetemperatuur tõuseb	Väikejärved	3.04	Võimalik vee segunemistüübi muutumine sügavamates järvedes (dimiktilised muutuvad monomiktilisteks), kihistunud periood pikeneb, hapnikuvaene tsoon laieneb, sisereostus setetest (sh. fosfori leke) suureneb	-	Väike	Väike	Keskmine	Otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5	Aastakeskmine õhutemperatuur tõuseb 2 °C, jääkateperiood lüheneb, tuulekiirus kasvab	Suur- ja väikejärved	3.05	Kevad-talvise hapnikupuuduse oht väheneb, vee pH tõuseb	+	Väike	Väike	Keskmine	Otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5	Aastakeskmine õhutemperatuur tõuseb 2 °C, vegetatsiooniperiood pikeneb	Suur- ja väikejärved, vooluveekogud	3.06	Veekogude produktsioon ja settimiskiirus suurenevad	0/-	Väike	Väike	Keskmine	Otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5	Talvine õhutemperatuur tõuseb, valgala lumevaru ja kevadised suurveemaksimumid vähenevad	Vooluveekogud	3.07	Kevadiste üleujutuste oht väheneb	+	Keskmine	Keskmine	Keskmine	Otsene	Kogu Eesti

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Alavaldkond	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP4.5	Sademetes hulk suureneb 10%	Suur- ja väikejärved, vooluveekogud	3.08	Veekogud on veerikkamad ja ühtlasema hüdroloogilise režiimiga, veetasemed ja vooluhulgad suurenevad	+	Väike	Väike	Väike	Otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5	Sademetes hulk suureneb 10%	Suur- ja väikejärved	3.09	Olenevalt valgla iseloomust ja veetaseme muutustest võivad ainekoormused kasvada ning järvede seisund halveneda (järvede heterotrofeerumine, eutrofeerumine, huumusainete suurem sissekanne ja hapnikutarbe tõus) produktsioon ja settimiskiirus suurenevad, kiireneb järvede kinnikasvamine	-	Väike	Väike	Keskmine	Otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5	Sademetes hulk suureneb 10%	Vooluveekogud	3.10	Suureneb toitesoolade ja lahustunud orgaanilise aine ärakanne valgalt	-	Keskmine	Keskmine	Keskmine	Otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5	Ekstreemsete ilmastikunähtused sagedanevad, ööpäevas 30mm ületavate sademete esinemissagedus kasvab olenevalt aastaajast 124- 201%	Suur- ja väikejärved, vooluveekogud	3.11	Tormide ja intensiivsete sademete sagedanemise korral suureneb erakorraliste sündmuste ja avariide toimumise tõenäosus veekäitlus-, põllumajandus- ja tööstussektoris ja võimalus veekogude reostumiseks	-	Suur	Suur	Keskmine	Otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5	Talvine jääkateperiood lüheneb, tuulte keskmine kiirus kasvab	Suurjärved	3.12	Kallaste erosiooni- ja järvesetete resuspensioon suurenevad	-	Väike	Väike	Keskmine	Otsene	Võrtsjärv ja Peipsi järv, eriti idaosas
	RCP4.5	Sademetes hulk suureneb 10%	Vooluveekogud	3.13	Paisud ja trübid võivad mitte toime tulla püsivalt suurenenud vooluhulkadega ja intensiivsetest sadudest tingitud lühiajaliste tulvavetega	-	Keskmine	Keskmine	Väike	Otsene	Kogu Eesti
2021–2050	RCP8.5	Aastakeskmise õhutemperatuuri tõuseb 2,6°C, suvine veetemperatuur tõuseb	Suur- ja väikejärved, vooluveekogud	3.01	Veeõitsengud sagedanevad, suvine hapnikurežiim halveneb, jahedaveeliste liikide elupaigad vähenevad, tekivad soodsad elutingimused lõunapoolsetele võõr- ja invasiivsetele liikidele	-	Väike	Väike	Keskmine	Otsene	Kogu Eesti

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Alavaldkond	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP8.5	Aastakeskmine õhutemperatuur tõuseb 2,6 °C, suvine veetemperatuur tõuseb	Suur- ja väikejärved, vooluveekogud	3.02	Kui seda ei hakka piirama veekvaliteedi langus, siis suplemisvõimalused paranevad ja suplushooaeg pikeneb	+	Väike	Väike	Keskmine	Otsene	Kogu Eesti
	RCP8.5	Aastakeskmine õhutemperatuur tõuseb 2,6 °C, suvine veetemperatuur tõuseb, talvine jääkatteperiood lüheneb	Suur- ja väikejärved	3.03	Kasvuhoonegaaside emissioon järvedest suureneb	-	Väike	Väike	Keskmine	Otsene	Kogu Eesti
	RCP8.5	Aastakeskmine õhutemperatuur tõuseb 2,6 °C, suvine veetemperatuur tõuseb	Väikejärved	3.04	Võimalik vee segunemistüübi muutumine sügavamates järvedes (dimiktilised muutuvad monomiktilisteks), kihistunud periood pikeneb, hapnikuvaene tsoon laieneb, sisereostus setetest (sh. fosfori leke) suureneb	-	Väike	Väike	Keskmine	Otsene	Kogu Eesti
	RCP8.5	Aastakeskmine õhutemperatuur tõuseb 2,6 °C, jääkatteperiood lüheneb, tuulekiirus kasvab	Suur- ja väikejärved	3.05	Kevad-talvise hapnikupuuduse oht väheneb, vee pH tõuseb	+	Väike	Väike	Keskmine	Otsene	Kogu Eesti
	RCP8.5	Aastakeskmine õhutemperatuur tõuseb 2,6 °C, vegetatsiooniperiood pikeneb	Suur- ja väikejärved, vooluveekogud	3.06	Veekogude produktioon ja settimiskiirus suurenevad	0/-	Väike	Väike	Keskmine	Otsene	Kogu Eesti
	RCP8.5	Talvine õhutemperatuur tõuseb, valgala lumevaru ja kevadised suurveemaksimumid vähenevad	Vooluveekogud	3.07	Kevadiste üleujutuste oht väheneb	+	Keskmine	Keskmine	Keskmine	Otsene	Kogu Eesti
	RCP8.5	Sademetes hulk suureneb 14%	Suur- ja väikejärved, vooluveekogud	3.08	Veekogud on veerikkamad ja ühtlasema hüdrooloogilise režiimiga, veetasemed ja vooluhulgad suurenevad	+	Väike	Väike	Keskmine	Otsene	Kogu Eesti

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Alavaldkond	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP8.5	Sademetes hulk suureneb 14%	Suur- ja väikejärved	3.09	Olenevalt valgla iseloomust ja veetaseme muutustest võivad ainekoormused kasvada ning järvede seisund halveneda (järvede heterotrofeerumine, eutrofeerumine, huumusainete suurem sissekanne ja hapnikutarbe tõus) produktsioon ja settimiskiirus suurenevad, kiireneb järvede kinnikasvamine	-	Väike	Väike	Keskmine	Otsene	Kogu Eesti
	RCP8.5	Sademetes hulk suureneb 14%	Vooluveekogud	3.10	Suureneb toitesoolade ja lahustunud orgaanilise aine ärakanne valglat	-	Keskmine	Keskmine	Keskmine	Otsene	Kogu Eesti
	RCP8.5	Ekstreemsete ilmastikunähtused sagenevad, ööpäevas 30mm ületavate sademete esinemissagedus kasvab olenevalt aastaajast 139- 231%	Suur- ja väikejärved, vooluveekogud	3.11	Tormide ja intensiivsete sademete sagedenemise korral suureneb erakorraliste sündmuste ja avariide toimumise tõenäosus veekäitlus-, põllumajandus- ja tööstussektoris ja võimalus veekogude reostumiseks	-	Suur	Suur	Keskmine	Otsene	Kogu Eesti
	RCP8.5	Talvine jääkateperiood lüheneb, tuulte keskmine kiirus kasvab	Suurjärved	3.12	Kallaste erosioonihoht ja järvesetete resuspensioon suurenevad	-	Väike	Väike	Keskmine	Otsene	Võrtsjärv ja Peipsi järv, eriti idaosas
	RCP8.5	Sademetes hulk suureneb 14%	Vooluveekogud	3.13	Paisud ja truubid võivad mitte toime tulla püsivalt suurenenud vooluhulkadega ja intensiivsetest sadudest tingitud lühiajaliste tulvavetega	-	Keskmine	Keskmine	Keskmine	Otsene	Kogu Eesti
2051-2100	RCP4.5	Aastakeskmise õhutemperatuuri tõuseb 2,7°C, suvine veetemperatuur tõuseb	Suur- ja väikejärved, vooluveekogud	3.01	Veeõitsengud sagenevad, suvine hapnikurežiim halveneb, jahedaveeliste liikide elupaigad vähenevad, tekivad soodsad elutingimused lõunapoolsetele võõr- ja invasiivsetele liikidele	-	Väike	Väike	Suur	Otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5	Aastakeskmise õhutemperatuur tõuseb 2,7 °C, suvine veetemperatuur tõuseb	Suur- ja väikejärved, vooluveekogud	3.02	Kui seda ei hakka piirama veekvaliteedi langus, siis suplemisvõimalused paranevad ja suplushooaeg pikeneb	+	Väike	Väike	Suur	Otsene	Kogu Eesti

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Alavaldkond	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP4.5	Aastakeskmine õhutemperatuur tõuseb 2,7 °C, suvine veetemperatuur tõuseb, talvine jääkatteperiood lüheneb	Suur- ja väikejärved	3.03	Kasvuhoonegaaside emissioon järvedest suureneb	-	Väike	Väike	Suur	Otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5	Aastakeskmine õhutemperatuur tõuseb 2,7 °C, suvine veetemperatuur tõuseb	Väikejärved	3.04	Võimalik vee segunemistüübi muutumine sügavamates järvedes (dimiktilised muutuvad monomiktilisteks), kihistunud periood pikeneb, hapnikuvaene tsoon laieneb, sisereostus setetest (sh. fosfori leke) suureneb	-	Väike	Väike	Suur	Otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5	Aastakeskmine õhutemperatuur tõuseb 2,7 °C, jääkatteperiood lüheneb, tuulekiirus kasvab	Suur- ja väikejärved	3.05	Kevad-talvise hapnikupuuduse oht väheneb, vee pH tõuseb	+	Väike	Väike	Suur	Otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5	Aastakeskmine õhutemperatuur tõuseb 2,7 °C, vegetatsiooniperiood pikeneb	Suur- ja väikejärved, vooluveekogud	3.06	Veekogude produktsioon ja settimiskiirus suurenevad	0/-	Väike	Väike	Suur	Otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5	Talvine õhutemperatuur tõuseb, valgala lumevaru ja kevadised suurveemaksimumid vähenevad	Vooluveekogud	3.07	Kevadiste ülejutuste oht väheneb	+	Keskmine	Keskmine	Keskmine	Otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5	Sademetes hulk suureneb 16%	Suur- ja väikejärved, vooluveekogud	3.08	Veekogud on veerikkamad ja ühtlasema hüdrooloogilise režiimiga, veetasemed ja vooluhulgad suurenevad	+	Väike	Väike	Keskmine	Otsene	Kogu Eesti

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Alavaldkond	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP4.5	Sademetes hulk suureneb 16%	Suur- ja väikejärved	3.09	Olenevalt valgla iseloomust ja veetaseme muutustest võivad ainekoormused kasvada ning järvede seisund halveneda (järvede heterotrofeerumine, eutrofeerumine, huumusainete suurem sissekanne ja hapnikutarbe tõus) produktsioon ja settimiskiirus suurenevad, kiireneb järvede kinnikasvamine	-	Väike	Väike	Suur	Otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5	Sademetes hulk suureneb 16%	Vooluveekogud	3.10	Suureneb toitesoolade ja lahustunud orgaanilise aine ärakanne valglat	-	Keskmine	Keskmine	Keskmine	Otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5	Ekstreemsete ilmastikunähtused sagenevad, ööpäevas 30mm ületavate sademete esinemissagedus kasvab olenevalt aastaajast 137- 207%	Suur- ja väikejärved, vooluveekogud	3.11	Tormide ja intensiivsete sademete sagenemise korral suureneb erakorraliste sündmuste ja avariide toimumise tõenäosus veekäitlus-, põllumajandus- ja tööstussektoris ja võimalus veekogude reostumiseks	-	Suur	Suur	Keskmine	Otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5	Talvine jääkateperiood lüheneb, tuulte keskmine kiirus kasvab	Suurjärved	3.12	Kallaste erosioonihoht ja järvesetete resuspensioon suurenevad	-	Väike	Väike	Keskmine	Otsene	Võrtsjärv ja Peipsi järv, eriti idaosas
	RCP4.5	Sademetes hulk suureneb 16%	Vooluveekogud	3.13	Paisud ja truubid võivad mitte toime tulla püsivalt suurenenud vooluhulkadega ja intensiivsetest sadudest tingitud lühiajaliste tulvavetega	-	Keskmine	Keskmine	Keskmine	Otsene	Kogu Eesti
2051-2100	RCP8.5	Aastakeskmine õhutemperatuuri tõuseb 4,3°C, suvine veetemperatuur tõuseb	Suur- ja väikejärved, vooluveekogud	3.01	Veeõitsengud sagenevad, suvine hapnikurežiim halveneb, jahedaveeliste liikide elupaigad vähenevad, tekivad soodsad elutingimused lõunapoolsetele võõr- ja invasiivsetele liikidele	-	Keskmine	Keskmine	Suur	Otsene	Kogu Eesti

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Alavaldkond	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP8.5	Aastakeskmine õhutemperatuur tõuseb 4,3 °C, suvine veetemperatuur tõuseb	Suur- ja väikejärved, vooluveekogud	3.02	Kui seda ei hakka piirama veekvaliteedi langus, siis suplemisvõimalused paranevad ja suplushooaeg pikeneb	+	Väike	Väike	Suur	Otsene	Kogu Eesti
	RCP8.5	Aastakeskmine õhutemperatuur tõuseb 4,3 °C, suvine veetemperatuur tõuseb, talvine jääkatteperiood lüheneb	Suur- ja väikejärved	3.03	Kasvuhoonegaaside emissioon järvedest suureneb	-	Väike	Väike	Suur	Otsene	Kogu Eesti
	RCP8.5	Aastakeskmine õhutemperatuur tõuseb 4,3 °C, suvine veetemperatuur tõuseb	Väikejärved	3.04	Võimalik vee segunemistüübi muutumine sügavamates järvedes (dimiktilised muutuvad monomiktilisteks), kihistunud periood pikeneb, hapnikuvaene tsoon laieneb, siseroostus setetest (sh. fosfori leke) suureneb	-	Väike	Väike	Suur	Otsene	Kogu Eesti
	RCP8.5	Aastakeskmine õhutemperatuur tõuseb 4,3 °C, jääkatteperiood lüheneb, tuulekiirus kasvab	Suur- ja väikejärved	3.05	Kevad-talvise hapnikupuuduse oht väheneb, vee pH tõuseb	+	Väike	Väike	Suur	Otsene	Kogu Eesti
	RCP8.5	Aastakeskmine õhutemperatuur tõuseb 4,3 °C, vegetatsiooniperiood pikeneb	Suur- ja väikejärved, vooluveekogud	3.06	Veekogude produktioon ja settimiskiirus suurenevad	0/-	Väike	Väike	Suur	Otsene	Kogu Eesti
	RCP8.5	Talvine õhutemperatuur tõuseb, valgala lumevaru ja kevadised suurveemaksimumid vähenevad	Vooluveekogud	3.07	Kevadiste üleujutuste oht väheneb	+	Keskmine	Keskmine	Suur	Otsene	Kogu Eesti
	RCP8.5	Sademetes hulk suureneb 19%	Suur- ja väikejärved, vooluveekogud	3.08	Veekogud on veerikkamad ja ühtlasema hüdrooloogilise režiimiga, veetasemed ja vooluhulgad suurenevad	+	Väike	Väike	Suur	Otsene	Kogu Eesti

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Alavaldkond	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP8.5	Sademetes hulk suureneb 19%	Suur- ja väikejärved	3.09	Olenevalt valgla iseloomust ja veetaseme muutustest võivad ainekoormused kasvada ning järvede seisund halveneda (järvede heterotrofeerumine, eutrofeerumine, huumusainete suurem sissekanne ja hapnikutarbe tõus) produktioon ja settimiskiirus suurenevad, kiireneb järvede kinnikasvamine	-	Väike	Väike	Suur	Otsene	Kogu Eesti
	RCP8.5	Sademetes hulk suureneb 19%	Vooluveekogud	3.10	Suureneb toitesoolade ja lahustunud orgaanilise aine ärakanne valgalt	-	Suur	Suur	Suur	Otsene	Kogu Eesti
	RCP8.5	Ekstreemsete nähtused sagenevad, ööpäevas 30mm ületavate sademete esinemissagedus kasvab olenevalt aastaajast 165- 435%	Suur- ja väikejärved, vooluveekogud	3.11	Tormide ja intensiivsete sademete saenemise korral suureneb erakorraliste sündmuste ja avariide toimumise tõenäosus veekäitlus-, põllumajandus- ja tööstussektoris ja võimalus veekogude reostumiseks	-	Suur	Suur	Suur	Otsene	Kogu Eesti
	RCP8.5	Talvine jääkateperiood lüheneb, tuulte keskmine kiirus kasvab	Suurjärved	3.12	Kallaste erosioonihoht ja järvesetete resuspensioon suurenevad	-	Väike	Väike	Keskmine	Otsene	Võrtsjärvi ja Peipsi järvi, eriti idaosas
	RCP8.5	Sademetes hulk suureneb 19%	Vooluveekogud	3.13	Paisud ja truubid võivad mitte toime tulla püsivalt suurenenud vooluhulkadega ja intensiivsetest sadudest tingitud lühiajaliste tulvavetega	-	Suur	Suur	Keskmine	Otsene	Kogu Eesti

1 3.5. Edasised uuringusuunad

2 Mõjude täpsemaks kvantifitseerimiseks on vajalik esmalt analüüsida ja võimalusel
3 modelleerida erinevate kliimaparameetrite (kõrgem vee-temperatuur, suurem sademete
4 hulk, muutused keskmises tuulekiiruses ja ekstreemsete ilmastikunähtuste sagenemine)
5 mõjusid pinnavee hüdroloogiale. Näiteks, et saada täpseid väärtusi muutuste kohta järvede
6 veetasemetes või vooluveekogude vooluhulkades on vaja välja töötada mudelid, mis lisaks
7 sademete mõjule arvestaksid ka muutusi infiltratsioonis, aurumises ja sublimatsioonis.
8 Täpsemat modelleerimist vajavad ka sügavamate järvede aastakeskmise temperatuuri
9 tõusuga kaasnevad muutused kihistumises ning toitainete sisekoormustes, mis määravad
10 tihti ära järve seisundi ja vee kvaliteedi. Olemasolevate aegridade analüüs ja
11 ekstrapoleerimine ei paku nendele küsimustele lahendusi, kuna võib arvata, et
12 kliimaprotsessid käivitavad sedavõrd ulatuslikke muutusi, mis toovad endaga kaasa
13 suuremat sorti kvalitatiivseid režiimihkeid, millede puhul muutuvad ka olemasolevad
14 seosed ökosüsteemi elementide vahel. Peale vajalike hüdroloogiliste ja -keemiliste
15 parameetrite modelleerimist saab teha täpsemaid järeldusi ka võimalike muutuste kohta
16 ökosüsteemides ja toiduahelates. Paraku jääb ka sellisel juhul meie prognoosidesse palju
17 määramatust, sest tänapäevane teadmiste tase ei võimalda arvesse võtta kõikide veekogu
18 seisundit määravate otseste ja kaudsete tegurite koos- ning vastasmõjusid. Rakendades
19 uuemaid modelleerimistehnikaid (nt Bayes) saame hinnata, kui suur on meie teadmatuse ning
20 analüüsida uurimissuundi, millede kohta saaksime teadustööga andmeid koguda ja millede
21 puhul pole see käesolevate teadmiste tuginedes võimalik. Kliima muutumisest
22 põhjustatud survetegurid veekogudele vajavad ka senisest paremaid jälgimis- ja
23 seiremeetodeid, sh. automaatjaamade abil teostatav pidevseire ning kaugseire. Paljud
24 veekogude seisundi klassifitseerimisel kasutatavad ökoloogilised indikaatorid on
25 kliimatundlikud ja selle mõjuga tuleb järelduste tegemisel järjest rohkem arvestada. Ka
26 sagenevate veeõitsengute sotsiaal-majanduslikku mõju saab vähendada, kui on olemas
27 tiheda ajalis-ruumilise sammuga ja operatiivselt kättesaadavad seiretulemused ning
28 tulevikus ehk ka meteoroloogilisel prognoosil põhinev eelhoiatussüsteem.

29

30

1 4. Läänemeri ja merekeskkond

2 Pärnoja, Merli; Nurkse, Kristiina; Kotta, Jonne; Lokko, Külli
3 Tartu Ülikooli Eesti Mereinstituut

4 4.1. Sissejuhatus

5 Merekeskkond on tugevalt seotud atmosfääris toimuvate protsessidega. Suuremad, sh
6 kliimamuutustest tingitud muutused atmosfääriprotsessides avalduvad otseselt merevee
7 tsirkulatsioonis, temperatuuri- ja soolsusrežiimis. Pidev kasvuhoonegaaside emissioon viib
8 merekeskkonna hapestumiseni (Zeebe *et al.*, 2008; Meier *et al.*, 2012). Suured muutused
9 vee füüsikalistes ja keemilistes omadustes põhjustavad ka režiimihkeid elustikus.
10 Erinevalt maismaa ökosüsteemidest on kliimamuutustest tingitud protsessid meres suurema
11 viibeajaga (Alheit *et al.*, 2005), kuid kui süsteem on tasakaalust välja viidud, on mõju
12 ulatuslikum ning endise olukorra taastumine vähetõenäoline. Muutunud kliimatingimused
13 Läänemeres, sh jääkatteperioodi pikkus, ulatus ja paksus, veetemperatuuri muutused
14 mõjutavad kõiki elusorganisme planktonist kalastiku ja teiste selgroogseteni (Alheit *et al.*,
15 2005; Kotta *et al.*, 2009; Meier *et al.*, 2012; Strandmark *et al.*, 2015). Põhjaeluviisiliste ja
16 pelagiaali taime- ja loomakoosluste levikumustrid ja sesoonsus on muutuva kliima
17 tingimustes juba oluliselt paigast nihkunud (Kotta *et al.*, 2009; Kovtun *et al.*, 2009). See
18 muudab Läänemere süsteemi ebastabiilseks ning vastuvõtlikuks teistele surveteguritele, sh
19 mere eutrofeerumisele, laevandusele ja kalandusele. Merevee soojenedes jäävad
20 Läänemeres paremini ellu siia toodud võõrliigid (Leppäkoski ja Olenin, 2000; Rahel ja
21 Olden 2008), kes juba praegu on võimelised täielikult reorganiseerima kohaliku
22 ökosüsteemi toimimist (Kotta *et al.*, 2013; Ojaveer ja Kotta, 2014). Kui 30 aastat tagasi
23 suurenes Läänemere põhjaeluviisiliste võõrliikide arv paari liigi võrra kümnendi jooksul,
24 siis viimastel aastatel on sama palju liike lisandunud aastaga (Kotta *et al.*, 2013; Galil *et al.*,
25 2014). Teisalt peitub veekogudes fütoplanktoni ja põhjataimestiku näol ressursid CO₂
26 sidumiseks (Worm *et al.*, 2000; Riebesell, 2004). Seepärast tuleb analüüsida
27 kliimamuutustest tulenevate võõrliikide mõju eraldi ja ka vastastikmõjusid, uurida
28 süsinikuringe ja energiavoo erinevaid aspekte, rannikumere osa globaalses süsinikuringes
29 ning muutusi aine- ja energiaringetest muutuva kliima ning maakasutuse tingimustes, ja
30 hinnata kliimamuutuste mõju merevee eutrofeerumisele ning toiduvõrgustike toimimisele.

31 Valdikkonna alavaldkondade valikul on lähtutud EL MSR D 2008/56/EÜ, EL LD
32 92/43/EMÜ ja EL VPRD 2000/60/EÜ kvalitatiivsetest tunnustest, mis piiritlevad veekogu
33 hea keskkonnaseisundi.

34 Valdikkond on jaotatud järgmisteks alateemadeks:

- 35 • **mere eutrofeerumine** (eraldi ja koosmõjud muutuva kliima tingimustes);
- 36 • **võõrliigid ja bioloogiline mitmekesisus**;
- 37 • **toiduahelad** (mere toiduvõrkude elementide eksisteerimine tavapärase arvukuse ja
38 mitmekesisuse tasemel, tagamaks pikaajalist liikide rohkest ja nende täielikku
39 paljunemissuutlikkust).

40

1 **4.2. Metoodika**

2 **Hetkeolukorra analüüs**

3 Merekeskkonna valdkonnapõhiste alavaldkondade valikul on lähtutud EL MSR
4 (2008/56/EÜ), EL LD ja EL VPRD (2000/60/EÜ) nõuetest. EL LD ja EL VPRD on seadnud
5 eesmärgiks liikide ja elupaikade soodsa seisundi ning kõikide vete hea seisundi
6 saavutamise. MSR Lisa I põhjal piiritlevad hea keskkonnaseisundi kvalitatiivsed
7 tunnused, millest lähtuvalt bioloogiline eutrofeerumine on minimeeritud, mitmekesisus on
8 säilinud ja võõrliikidel ei ole negatiivset mõju ökosüsteemile ning toiduvõrkude elemendid
9 eksisteerivad tavapärase arvukuse ja mitmekesisuse tasemel. Merekeskkonna
10 alavaldkondade kliimamuutustest tingitud probleemide, võimaluste ja ohtude analüüsil,
11 mineviku ilmastikunähtuste mõju hinnangul ning meetmete ülevaates põhinetakse
12 varasematel teadusuuringutel ja ekspertarvamustel.

13

14 **Mõjude analüüs**

15 Kliimamuutuste mõjude analüüsil ja meetmete väljatöötamisel põhinetakse peamiselt
16 varasematel teadusuuringutel ja ekspertarvamustel. Võimalusel kasutatakse
17 eksperimentaaltööde ja/või modelleerimise käigus välja töötatud eri ökosüsteemi
18 elementide vaheliste vastastikmõjude mudeleid. Samuti kasutatakse käesoleva projekti
19 modelleerimistöode käigus ja ekspertarvamuse kujundamisel lõppeva KESTA programmi
20 teadus-, rakendus- ja arendustegevuste alategevuse projekti „Eesti kliima ja
21 keskkonnaseisundi võimalike muutuste hindamine atmosfääri-, mere- ja jõgede äravoolu
22 dünaamiliste mudelite tulemuste põhjal (EstKliima)“ tulemusi. EstKliima projekti käigus
23 hinnati atmosfääriprotsesside mõju rannikumere hüdrofüüsikaliste tingimustele ning
24 analüüsiti, milliseks kujunevad mere füüsikalised omadused muutuva kliima tingimustes.
25 Lisaks lähtutakse projekti töös erinevatest kliimamuutusi reguleerivate ja
26 kohanemismeetmeid arvestatavatest dokumentidest nagu MSR, Euroopa
27 tegevusraamistik kliimamuutustega kohanemiseks, Keskkonnaministeeriumi arengukava
28 2015–2018, globaalne elurikkuse strateegia aastateks 2011–2020, Euroopa Liidu elurikkuse
29 strateegia aastani 2020, Eesti Keskkonnastrateegia aastani 2030, Eesti looduskaitse
30 arengukava aastani 2020 kui ka Eesti Vabariigi Veeseaduse § 3^s punkt 1 (EV Veeseadus,
31 1994).

32 Positiivsete mõjude korral aitavad kliimamuutused kaasa eelpoolnimetatud
33 suunisdokumentides püstitatud eesmärkide täimisele ja negatiivsete korral takistavad
34 nendeni jõudmist. Eraldi on kirjeldatud ka võimalikku majandusliku ja sotsiaalse mõju
35 suurust ning avaldumise tõenäosust.

36 Tekstis (pkt 4.4) on viidatud merekeskkonna mõjude ülevaattetabelites (**Tabel 13, Tabel 14**
37 ja **Tabel 15**) vastavate mõjude numbritele (mõju 4.XX).

38 **4.3. Alavaldkondlik hetkeolukorra analüüs**

39 **4.3.1. Mere eutrofeerumine**

40 **Probleemid, võimalused ja ohud**

41 Läänemere üheks oluliseimaks ökoloogiliseks probleemiks võib pidada mere
42 eutrofeerumist (Lundberg, 2013). Merede eutrofeerumise põhjuseks on suurenenud

1 toitainete hulk ökosüsteemis. Toitainete hulga suurenemine soodustab taimse hõljumi ning
2 oportunistlike suurtaimede liikide vohamist. Seevastu pikaajalised ja elupaika pakkuvad
3 liigid on hävimisohus (Kraufvelin ja Salovius, 2004; Kraufvelin *et al.*, 2006; Fox *et al.*,
4 2009; Kotta ja Möller, 2014). Eutrofeerunud elukeskkondadele on iseloomulikud
5 keskkonnatingimuste suur muutlikkus sh vees lahustunud hapniku vähenemine sellise
6 tasemeni, kus elustiku esinemine pole võimalik (Cloern, 2001). Mere eutrofeerumise
7 tagajärjel kannatavad põhjataimestik ja -loomastik, pelaagilised kalad ning üldine
8 bioloogiline mitmekesisus väheneb (Pitkänen *et al.*, 2001; Lundberg, 2013). Suuremad, sh
9 kliimamuutustest tingitud muutused atmosfääriprotsessides, avalduvad otseselt merevee
10 tsirkulatsioonis, temperatuuri- ja soolsusrežiimis. Kõrgemad veetemperatuurid
11 suurendavad primaarproduktide aktiivsust, mistõttu mere eutrofeerumine intensiivistub.
12 Veelgi enam, soojemad ilmad, eriti päikeselised ja tuulevaiksed, soodustavad toksiliste
13 tsüanobakterite massvohamisi merevees (Mazur-Marzec *et al.*, 2006). Toksiliste
14 tsüanobakterite levik on dokumenteeritud kogu Läänemere ulatuses (Karjalainen *et al.*,
15 2007) ning prognoositakse nende esinemissageduse ja intensiivsuse kasvu (Mazur-Marzec
16 *et al.*, 2006).

17

18 **Mineviku ilmastikunähtuste mõju**

19 Eutrofeerumise intensiivistumine, aga ka merevee pidev soojenemine suurendab (eriti just
20 lõunameredest pärit) võõrliikide osakaalu ökosüsteemis (Lyons *et al.*, 2014; Ojaveer ja
21 Kotta, 2014). Tähtsateks merekeskkonna vee kvaliteedi hindamise indikaatoriteks vastavalt
22 VPRD nõuetele on põisadru (*Fucus vesiculosus*) ja agariku (*Furcellaria lumbricalis*)
23 levialad. Läänemere mitmes piirkonnas on täheldatud eutrofeerumisest või kasvukohtade
24 hävitamisest põhjustatud põisadru levikuala vähenemist (Vogt ja Schramm, 1991;
25 Ruuskanen, 2000; Nilsson *et al.*, 2004), mis võib kaasneda ka kliimatingimuste muutustega.
26 Toitainete üleküllusest tingitud niitjate vetkate vohamine varjutab põisadru eest valguse
27 ning soodustab herbivoorsete selgrootute (nt lehtsarved) massilisemat esinemist
28 (Ruuskanen, 2000; Berger *et al.*, 2004; Nilsson *et al.*, 2004). Lisaks takistab suurem
29 toitainete kontsentratsioon põisadru spooride kinnitumist ja arenemist (Bergström *et al.*,
30 2003). Väinameres paiknev agariku kooslus on oma leviala suuruse tõttu unikaalne, mis on
31 varieerunud erinevatel aastatel 60–210 km² vahel (Martin *et al.*, 2006; TÜ Eesti
32 Mereinstituut, 2006; Paalme *et al.*, 2011). Mitmed teadusuuringud on näidanud, et
33 punevetikakooslused on enam mõjutatud vee läbipaistvusest kui toitainete sisaldusest
34 (Martin *et al.*, 2006; Kotta *et al.*, 2008). Samuti mõjutab punavetika kasvu ja arengut
35 veetemperatuur, optimaalne temperatuur kasvuks on 15 °C (Bird *et al.*, 1979).

36

37 **Ülevaade meetmetest**

38 Mitu veevaldkonda käsitlevat ELi poliitikameedet toetavad kliimamuutustega kohanemist.
39 Eelkõige MSR (2008/56/EÜ) rakendamine aitab suurendada merekeskkonna
40 vastupanuvõimet ja lihtsustada kliimamuutustega kohanemist. Lisaks on VPRD
41 (2000/60/EÜ) kehtestatud õigusraamistik, et kaitsta vett ning tagada pinnaveekogumite hea
42 seisund. Samas ei arvesta VPRD võimalikke kliimamuutustest tingitud mõjusid. Nii nt on
43 hiljuti näidatud, et kliimaatilised protsessid on võimelised mõjutama merevee seisundiklasse
44 mitme ühiku ulatuses eriti just inimõigustest eemal olevates elupaikades (Lauringson *et al.*,
45 2012). Siit tulenevalt tuleb kliimamuutusi nõuetekohaselt arvesse võtta ka kõnealuse
46 direktiivi suhtes. Lisaks tuleb kliimamuutuste valdkonda võtta nõuetekohaselt arvesse ka
47 ülejütuste direktiivi (2007/60/EÜ) rakendamisel. Kõnealuse direktiivi täielik rakendamine
48 ELi liikmesriikides aitab suurendada vastupanuvõimet ja hõlbustada kliimamuutustega

1 kohanemist. Erinevate survetegurite mõju merede ökosüsteemidele on kumulatiivne ja/või
2 interaktiivne. Siit tulenevalt avaldavad kliimast tulenevad muutused mõju ka merevee
3 eutrofeerumisele, võõrliikide sissetungile ja paljudele muudele protsessidele. Teiselt poolt
4 aitab eutrofeerumisilmingute leevendamine oluliselt vähendada ka kliimamuutuste mõju
5 merekeskkonnale. Seniste andmete põhjal on merealade ja mereökosüsteemide kohanemise
6 võimalused kliimamuutustele piiratud ning sellest lähtuvalt on alternatiiviks suurendada
7 merekeskkonna vastupanuvõimet (KOM (2009) 147) ja vähendada teiste antropogeensete
8 survetegurite mõju (Bonn *et al.*, 2014).

9

10 **4.3.2. Võõrliigid ja bioloogiline mitmekesisus**

11 **Probleemid, võimalused ja ohud**

12 Võõrliikide arv Läänemeres suureneb pidevalt ning nende mõju kohalikule elustikule on
13 järjest kasvav. Võõrliikide mõju kohalikule elukeskkonnale on kontekstispetsiifiline, mis
14 sõltub eluta ja elusa keskkonna näitajatest (nt. soolsus, temperatuur, elupaiga iseloom,
15 toidubaasi rohkus, kisklus, liikide bioloogilised tunnused jne) (Strayer *et al.*, 2006;
16 Thomsen *et al.*, 2011; Ricciardi *et al.*, 2013). Tihtipeale avaldavad võõrliigid kohalikule
17 ökosüsteemile negatiivset mõju läbi kisklussurve, konkurentsi ja/või parasitismi.
18 Alternatiivselt võivad osad nõ. ökosüsteemi insenerid mõjutada keskkonna keemilisi-
19 füüsikalisi näitajaid (Mack *et al.*, 2000; Manchester ja Bullock, 2000). Läänemere põhjaosa
20 on viimaste aastakümnedite vältel kogenud suurenevat invasiivsete võõrliikidel liikide
21 pealetungi, mida seostatakse laevatranspordi intensiivistumisega Läänemeres.
22 Olulisemateks invasioonivektoriteks on laevade ballastivesi ning laevakeredele kinnituvad
23 elusolendid (Galil *et al.*, 2014). Viimase aja sissetungijatest väärivad
24 äramärkimist kirpvähiline *Gammarus tigrinus*, rändkrabi *Rhithropanopeus harrisi* ja
25 ümarmudil *Neogobius melanostomus*, kes oluliselt mõjutavad rannikumere liigilist ja
26 funktsionaalset mitmekesisust ning selle läbi muudavad kogu ökosüsteemi toimimist (Kotta
27 *et al.*, 2011; Fowler *et al.*, 2013; Guellard *et al.*, 2014).

28 Suurenevast kasvuhooonegaaside emissioonist tingitud kliimamuutused, suurenev merevee
29 keskmine temperatuur ja merevee tase ning merekeskkonna hapestumine põhjustavad
30 muutusi nii vee füüsikalistes ja keemilistes omadustes kui ka ökosüsteemi tasakaalus (IPCC
31 2013). Läänemere elustikkku iseloomustatakse madala geneetilise varieeruvusega (Reusch
32 *et al.*, 1999) ning sellest tingituna on kogu mere ökosüsteem tundlik häiringutele ning
33 madala geneetilise adaptatsiooni võimekusega (Lasker ja Coffroth, 1999; Santamaría,
34 2002). Samas moodustavad suurema osa Läänemere elustikust plastilised liigid, kes on
35 vastupidavad pidevalt muutuvatele keemilistele ja füüsikalistele keskkonnatingimustele
36 nagu soolsus, jääkatte paksus ning suurenenud eutrofeerumine (Kotta *et al.*, 2014). Seevastu
37 veetemperatuuri suurenemine soodustab tormidele suletud merelahtede põhjataimestiku
38 koosluste vohamist ning seeläbi ka kaudselt seal elavate suurselgrootute ja kalade hulka.
39 Samuti on oodata lõunapoolsetest meredest pärinevate liikide osakaalu suurenemist
40 Läänemere põhjaosas. Muutused atmosfääriprotsessides suurendavad sademete hulka ja
41 selle kaudu ka merevee soolsuse vähenemist. See omakorda võib kaasa tuua merelise
42 päritoluga liikide kadumist kooslustest ja mageveeliste organismide suurenenud arvukust
43 rannikumere ökosüsteemides.

44

45 **Mineviku ilmastikunähtuste mõju**

1 Muutunud kliimatingimused Läänemerel, sh jääkatteperioodi pikkus, ulatus ja paksus,
2 veetemperatuuri muutused mõjutavad koosluste struktuuri, arengut, bioloogilist
3 mitmekesisust ja liigilist koosseisu (Hawkins *et al.*, 2013; Kotta *et al.*, 2014).
4 Kliimamuutustest tingitud merevee hapestumise tagajärjel muutub planktonkoosluste
5 tasakaal ning merekarpide ja tigude kojad muutuvad pehmemaks (Fabry *et al.*, 2008). Samas
6 on alust arvata, et lühike jääkatteperiood Läänemeres suurendab koosluste ebastabiilsust,
7 kuna sügis-talviste tormide mõju ulatub merepõhjani (Omstedt *et al.*, 2004). Lisaks
8 mõjutavad kliimamuutustest tingitud äärmuslike ilmastikunähtuste sagedus väga tugevalt
9 merekeskkonna bioloogilist mitmekesisust ja tasakaalu. Viimastel aastatel on 38%
10 suurenenud rannikumere veetemperatuuri anomaaliad (Lima ja Wethey, 2012). Nt 2011. a
11 tabas Lääne-Austraalia rannikut kuumalaine, mis mõjutas nii otseselt kui ka kaudselt
12 rannikumere kooslusi, vähendades märkimisväärselt elupaiku moodustavate makrovetikate
13 levikut ja koosluste struktuuri ning mitmekesisust (Wernberg *et al.*, 2013).

14 Vt lisaks eelmine alapeatükk.

15

16 **Ülevaade meetmetest**

17 Nii bioloogilise mitmekesisuse konventsioon (CBD) kui ka Rahvusvahelise
18 Merendusorganisatsiooni IMO laevade ballastvee ja setete kontrolli ning käitlemise
19 konventsioon (CBD, 1992; IMO, 2004) hõlmavad võõrliikide invasiooni temaatikat.
20 Mitmed rahvusvahelised organisatsioonid nagu Läänemere keskkonnakaitse komisjoni
21 HELCOM ja rahvusvahelise mereuurimise nõukogu ICES on kirjutanud võõrliikide
22 temaatika oma tegevuskavasse (HELCOM, 2007) ja teadusprogrammi (ICES, 2009a).
23 Regulaarne info kogumine juba olemasolevatest kui ka uutest võõrliikidest, nende arvukuse
24 muutustest ja leviku mustritest võimaldab täpsemalt kavandada meetmeid võõrliikide
25 arvukuse ja leviku õigeaegseks piiramiseks ning nende keskkonnamõju leevendamiseks.

26 Vt eelmine alapeatükk.

27

28 **4.3.3. Toiduahelad**

29 **Probleemid, võimalused ja ohud**

30 Toiduahelate jätkusuutlik toimimine võimaldab rannikumere koosluste püsimise. Nii on nt
31 Läänemere rannakarpide populatsioonid võimelised tagama merevee isepuhastusvõime
32 (Schiewer ja Schernewski, 2004) ning rohke toidubaasi näol ka põhjaeluviisiliste
33 kalapopulatsioonide (nt lest) jätkusuutlikkuse ja kaitsealuste lindude hea seisundi. Taimse-
34 ja loomse hõljumi vaheliste vastastikmõjude stabiilsus võimaldab aga oluliste töenduslike
35 kalade (nt räim) populatsiooni jätkusuutliku püsimise. Veekogudes esindavad fütoplankton,
36 makrovetikad ja kõrgemad taimed suurt ressursi CO₂ sidumiseks (Fourqurean *et al.*, 2012).
37 Seepärast tuleb analüüsida kliimamuutustest lähtuvalt süsinikuringe ja energiavoo erinevaid
38 aspekte, rannikumere osa globaalses süsinikuringes ning muutusi aine- ja energiaringluses
39 muutuva kliima ning maakasutuse tingimustes. Lisaks on vajalik hinnata kliimamuutuste
40 mõju merevee eutrofeerumise intensiivistumisele. Globaalsel tasandil on ookeanid olulised
41 süsiniku talletajad, mistõttu on need ühed võtmeökosüsteemid kliima regulatsioonis.
42 Parasvöötme veekogudes on CO₂ põhiliseks sidujaks fütoplankton ja ka kõrgemad taimed
43 ning makrovetikad. Nagu kõik teised taimed, eraldub ka veetaimede ja vetikate elutegevuse
44 käigus ka ise CO₂. Veekogudesse talletatud süsinik kajastub taimede juurdekasvus ehk
45 süsiniku suurenemises taimemassis. Fütoplankton seob suuremaid koguseid CO₂-te, kuid

1 pikaajalised kõrgemad taimed ja makrovetikad talletavad seda suuremates kogustes
2 (Fourqurean *et al.*, 2012).

3

4 **Mineviku ilmastikunähtuste mõju**

5 Vt eelmine ja üle-eelmine alapeatükk.

6

7 **Ülevaade meetmetest**

8 Vt üle-eelmine alapeatükk.

9

10 **4.4. Kliimamuutustega seonduvad riskid, haavatavus ja mõjud**

11 Kliimamuutuste mõjude hindamiseks tulevikus lähtuti kliimastenaariumitest RCP4.5 ja
12 RCP8.5 toodud põhilistest meteoroloogiliste parameetrite projitseeritud muutustest, mis
13 seostuvad enam merekeskkonnas toimivate muutustega. Keskkonnaagentuuri aruandele
14 „Eesti tuleviku kliimastenaariumid aastani 2100“ (2015) tuginedes kaasati kliimat
15 mõjutatavatest teguritest merevee ja õhutemperatuur, keskmiste sademete hulk,
16 siseveekogude äravoolu erinevused, muutused jääkatte ulatuses ja kestuses ning ilmastiku
17 ekstreemsed nähtused ja lisaks merevee soolsus, mida aruandes ei käsitleta, kuid mille mõju
18 on Läänemerele tugev. Eelkõige on soolsuse vähenemine oluline paljudele mereliikidele,
19 kes paiknevad oma madalaima taluvuspiiri juures ja isegi väiksema soolsuse vähenemine
20 võib nihutada liikide levikupiire Läänemere lääneosa suunas.

21 Mereökosüsteeme mõjutavad enim järgmised kliimategurid:

- 22 • keskmiste sademete hulga suurenemine ja muutused siseveekogude äravoolus, sh
- 23 muutused merevee soolsuses,
- 24 • merevee ja õhutemperatuuri tõus,
- 25 • muutused jääkatte ulatuses ja kestuses ning
- 26 • ekstreemsete ilmastikunähtuste sagenemine.

27

28 **4.4.1. Alavaldkond: eutrofeerumine**

29 **4.4.1.1. Riskid ja haavatavus**

30 Kliimamuutustel võib olla merekeskkonnale positiivseid, negatiivseid ja neutraalseid
31 mõjusid. Veelgi enam, esineb palju teadmata suunaga mõjusid eriti mis puudutab vastastik-
32 või kumulatiivseid mõjusid (Dippner *et al.*, 2008).

33 **Sademetes hulga ja siseveekogude äravoolu muutuste mõju eutrofeerumisele**

34 Suurenenud toitainete kontsentratsioonid merevees on tingitud nii otsesest inimtegevusest
35 (nt munitsipaalreostus, põllumajanduslik hajureostus) kui ka kliimamuutustest tingitud
36 sademete suurenemisest, mille tagajärjel suureneb toitainete sissekanne jõgedesse ning
37 magevee äravool merre. Teadustööd näitavad, et jõgede vooluhulga suurenemine suurendab

1 lämmastikuühendite kontsentratsiooni merevees (Nausch *et al.*, 1999) (**Tabel 13** mõju
2 4.02). Tänu lumikatte kestuse lühenemisele prognoositakse aastaks 2100 võrreldes
3 baasperioodiga (1961–1990) kevadise suurvee hulga vähenemist ja saabumist umbes kuu
4 varem. Lumikatte puudumise tõttu toimub kevadine äravool külmumata pinnalt, mille tõttu
5 toimub kevadise suurvee rikastamine toitainetega (**Tabel 13** mõju 4.03). Samas
6 prognoositakse talvist jõgede äravoolu suurenemist ja ülddist sademete hulga tõusu.
7 Talvine suurem äravool tingib ka suurema humiainete kontsentratsiooni ning üldise vee
8 läbipaistvuse vähenemise (mõju 4.02). Seoses sademete koguhulga suuremisega suureneb
9 ka jõgedest tulenev aastane toitainete hulk. Suurem toitainete sisaldus, madalast vee
10 läbipaistvusest tingitud väiksem primaarproduksiooni ruumala ja varasem
11 vegetatsiooniperioodi algus põhjustab intensiivsemad eutrofeerumisilmingud (mõju 4.02).

12 **Õhu- ja merevee temperatuuri mõju eutrofeerumisele**

13 Kliimastenaariumite RCP4.5 ja RCP8.5 põhjal suurenevad 21. sajandil nii õhu- kui ka
14 merevee temperatuurid ja sademete hulk märgatavalt, kuid samas väheneb Läänemere
15 jääkatte ulatus. Õhutemperatuuri suurenemisega muutub jõgede jääkatteperiood lühemaks
16 või enamikel jõgedel jääkatet Eestis enam ei teki (BACC, 2008; Nõges *et al.*, 2012). Selle
17 tulemusena prognoositakse suurenenud jõgede talvist äravoolu, sest sademed ei akumuleeru
18 enam lumena. Ühtlasi tingivad kõrgemad talvised temperatuurid ja suurem magevee hulk
19 termilise kihistumise, mille tulemusel ei toimu enam veesamba täielikku segunemist ja
20 sellest tulenevalt toitainete transporti mere sügavamatest veekihtidest veesamba
21 produktiivsesse kihti (Dippner *et al.*, 2008) (**Tabel 13** mõju 4.06). Sellega väheneb ka
22 põhjakihtide hapnikusisaldus. Põhjakihtide toitainerikas ja hapnikuvaene vesi põhjustab
23 rannikutel veekerke aladel intensiivseid vetikaõitsenguid (mõju 4.01). Jääkatte vähenemine
24 suurendab omakorda primaarproduksiooni (Arrigo ja Thomas, 2004), mis on tingitud
25 produtsentide varasemast produtseerimise algusajast. Varasem hõljumvetikate areng
26 pidurdab mitmeaastaste (nt *Chara* sp.) vetikate arengut ja soodustab kiirekasvuliste niitjate
27 vetikate vohamist (Rönnberg ja Bonsdorff, 2004) (mõju 4.07).

28 **Jääkatte ulatuse ja kestuse mõju eutrofeerumisele**

29 Vt ülal, „Õhu- ja merevee temperatuuri mõju eutrofeerumisele“.

30 **Ekstreemsete ilmastikunähtuste sagenemise mõju eutrofeerumisele**

31 Kliimastenaariumitest lähtuvalt sagenevad aastatega ka ekstreemsed ilmastikunähtused –
32 suureneb tuule keskmine kiirus ning kasvab Atlandilt Läänemere aladele liikuvate
33 tsüklonite arv. Sagenevate tormide tulemusel, mille mõju ulatub jääkatte puudumise tõttu
34 põhjakihtidesse, võivad vabaneda setettesse talletunud fosforiühendid (mis on intensiivsem
35 hapnikudefitsiidiga piirkondades). Suurenenud toitainete osakaal mõjutab märkimisväärselt
36 koosluste struktuuri (Bonsdorff *et al.*, 2002; Grall ja Chauvaud, 2002; Kotta ja Witman,
37 2009), kuid samaaegselt põhjustab ka eutrofeerumise intensiivistumist. Eutrofeerum
38 keskkond soodustab põhjataimestikus niitjate vetikate vohamist (**Tabel 13** mõju 4.07) ning
39 kaldaäärsetes piirkondades hakkavad domineerima kiirekasvulised üheaastased vetikad
40 (Valiela *et al.*, 1997; Kotta ja Möller, 2014). Ühtlasi suureneb toitainete lisandumisega
41 selgrootute toidubaas, kuid merevee liigne toitelisus võib omakorda põhjustada hüpoksiat
42 ning lõpuks viia põhjaloomastiku kadumiseni põhjakooslustest (Gray *et al.*, 2002; Kotta *et*
43 *al.*, 2007). Seni kui toitaineid on liiga palju suurendab eutrofeerumine üheaastaste vetikate
44 biomassi, vähendab mitmeaastaste vetikate biomassi ning suurendab põhjataimestiku ja -
45 loomastiku liigilist mitmekesisust, kuid seda teatud piirini (Kotta ja Möller, 2014). Ühel
46 hetkel hakkavad ökosüsteemi toimimist oluliselt mõjutama keemilised tegurid (suurenenud
47 vee toitelisusest põhjustatud anoksia) ning mereökosüsteem lakkab toimimast senistel
48 tingimustel. Selle tulemusel saavutab mereökosüsteem uue ökoloogilise seisundi, mida

1 iseloomustab madal liigiline mitmekesisus ja/või teatud liikide puudumine ning muutused
2 liigilises koosseisus (Dippner *et al.*, 2008). Ühtlasi suurendavad sagedasemad tormid
3 mehhaanilisi häiringuid põhjakooslustele ning rannikualad on rohkem tormide poolt
4 mõjutatud (**Tabel 13** mõju 4.05). Lisaks avaldavad tugevad tormid negatiivset mõju ka
5 kõvadele põhjadele kinnitunud selgrootutele loomadele, eelkõige karpidele (nt *Mytilus*
6 *trossulus*), vähendades vee isepuhastusvõimet ja sellega veeläbipaistvust (**Tabel 13** mõju
7 4.05). Lisaks sageneb talviste tormide mõjul toitainete liikumine veesambasse ja hapniku
8 transport põhjakihtidesse (mõju 4.04). Tagajärjeks on rannikumeres ebastabiilsemate ja
9 eutrofeerumise suhtes tundlikumate koosluste teke. Avamerekooslustes on täheldatud
10 soojemast kliimast tingitud rüsi jää liikumist, mis hävitab põhjakooslusi ka sügavamates
11 piirkondades ja soosib kiirekasvuliste pioneerkoosluste teket.

12

13 **4.4.1.2. Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud**

14 **a) kuni aastani 2020**

15 Hetkeseisuga pole kuni aastani 2020 ette näha toimuvaid drastilisi muutusi, kuid
16 tõenäoliselt toimub jätkuv merekeskkonna eutrofeerumine.

17 **b) kuni aastani 2030**

18 Merekeskkonda mõjutab positiivses suunas jääkatte ulatuse ja kestuse vähenemine ning
19 talviste tormide sagenemine, mille tõttu toimub toitainete liikumine veesambasse ja hapniku
20 transport põhjakihtidesse. Teisi positiivseid mõjusid ei prognoositud ning teadmata on
21 antud mõju koosmõju suund teiste teguritega. Samas liigeses koguses toitainete hulk
22 veesambas võib pöörduda ka negatiivseks mõjuks kui toitainete hulk ületab
23 mereveeorganismidele eluks vajaliku hulga.

24 Peamiselt toimuvad antud perioodil negatiivse suunaga mõjud.

- 25 • Sagenevad vetikaõitsengud, eriti tänu varasemale vegetatsiooniperioodi algusele.
- 26 • Suureneb toitainete kontsentratsioon merekeskkonnas ja humiainete sisaldus, mis
27 põhjustab väiksema vee läbipaistvuse ja eufootilise kihi produktsiooni ruumala
28 vähenemise.
- 29 • Suurenevad mehhaanilised häiringud põhjakooslustele, kaasaarvatud filtreerivatele
30 põhjakarpidele, mistõttu vee läbipaistvus väheneb veelgi.
- 31 • Vee segunemise sügavus ja aeg muutub merevee soojenemise tõttu, mis tekitab
32 hapnikuvaese ja toitainete rikka põhjakihi, suurenevad vetikaõitsengud veekerke
33 aladel ning toimuvad muutused Läänemere termilises kihistumises.
- 34 • Niitjate vetikate ja tsüanobakterite vohamine.

35

36 **c) 2021–2050**

37 Antud perioodi mõjud on analoogsed perioodile „kuni aastani 2030“, kuid mõõdukal määral
38 intensiivsemad ja ulatuslikumad.

39 **d) 2051–2100**

40 Aastateks 2051–2100 on tõenäoline, et kliimamuutustega seotud protsessid ja muutused on
41 juba äärmuslikumad.

1 Merekeskonda mõjutab positiivses suunas jääkatte ulatuse ja kestuse vähenemine ning
2 talviste tormide sagenemine, mille tõttu toimub toitainete liikumine veesambasse ja hapniku
3 transport põhjakihtidesse. Teisi positiivseid mõjusid ei prognoositud ning teadmata on
4 antud mõju koosmõju suund teiste teguritega.

5 Peamiselt toimuvad antud perioodil negatiivse suunaga mõjud:

- 6 • Seoses suurenenud temperatuuriga ja varasema vegetatsiooniperioodi algusega on
7 vetikaõitsengud sagedased ja ulatuslikud. Vee segunemise sügavus muutub merevee
8 soojenemise tõttu, mis tekitab hapnikuvaese ja toitainete rikka põhjakihi ning
9 intensiivsed vetikaõitsengud veekerke aladel.
- 10 • Olulisel määral on vähenenud kõrge humiainete sisalduse ja filtreerivate
11 põhjaloomade hävimise tõttu vee läbipaistvus, mis omakorda põhjustab väiksema
12 produktsiooni ruumala, kus toimub ebaproportsionaalselt suur primaar- ja
13 sekundaarproduktsioon.
- 14 • Madalas rannikumeres on suur hapnikudefitsiit (kõrgemate temperatuuride juures
15 on hapnikutarve suurem, hapniku lahustuvus vees väiksem, suurenenud orgaanilise
16 aine hulk ainult suurendab seda efekti), mille tagajärjel võib elustik suures osas
17 hävineda.
- 18 • Sagedasemate tormide tõttu suureneb meresetete resuspensioon.

19

20 **4.4.2. Alavaldkond: võõrliigid ja bioloogiline mitmekesisus**

21 **4.4.2.1. Riskid ja haavatavus**

22 **Sademetes hulga ja siseveekogude äravoolu muutuste mõju võõrliikidele ja** 23 **bioloogilisele mitmekesisusele**

24 Põhjaeluviisiliste ja pelaagiliste taime- ja loomakoosluste levikumustrid ning sesoonsus on
25 muutuva kliima tingimustes juba oluliselt muutunud (Kotta *et al.*, 2009; Kovtun *et al.*,
26 2009). Kõige enam mõjutab Läänemere liigilist mitmekesisust madal soolsus. Enamike
27 mereliikide jaoks on meie rannikumeri liiga mage ning paljude magevee liikide jaoks liiga
28 soolane. Riimveelisi liike on Läänemeres väga vähe. Seetõttu suurem osa siin elavatest
29 liikidest paiknevad soolsuse järgi oma leviku alumisel või ülemisel piiril ning isegi väikesed
30 muutused soolsuses toovad kaasa suured muudatused liigilises koosseisus (Zettler *et al.*,
31 2007). Soolsuse muutus on suureneva sademete hulga ja magevee sissevoolu tõttu ka
32 lähiajal prognoositav (Dippner *et al.*, 2008). Suurenev magevee sissevoolu hulk viib
33 Läänemere soolsuse vähenemiseni, mõjutades loomse hõljumi liigilist koosseisu veesambas
34 nii horisontaalselt kui ka vertikaalselt piki ranniku sügavusgradienti (**Tabel 14** mõju 4.10).

35 **Õhu- ja merevee temperatuuri mõju võõrliikidele ja bioloogilisele mitmekesisusele**

36 Kõrgem merevee temperatuur ja sesoonselt varasem fütoplanktoni areng mõjutab omakorda
37 zooplanktoni kasvu, arengut ja paljunemisevõimet. Temperatuurimuutused mõjutavad
38 peamiselt merevee pindmises kihis elutsevaid zooplanktoni rühmi, kuhu kuuluvad
39 aerjalgsete Copepoda, vesikirbuliste Cladocera ja keriloomade Rotifera esindajad (Viitasalo
40 *et al.*, 1995; Möllmann *et al.*, 2000, 2003, 2005). Kõrgem merevee temperatuur ja madalam
41 soolsus vähendavad mereliste liikide konkurentsivõimet ja soodustavad mageveeliikide
42 ning võõrliikide levikut (**Tabel 14** mõju 4.08 ja 4.10). Näiteks kliimamuutuste
43 intensiivistumisel Läänemeres võib rändkarp *Dreissena polymorpha* levida seni suuremate

1 looduslike filtreerijate poolt asustamata Botnia Laheni (Dippner *et al.*, 2008). Samas
2 väheneb temperatuuri ja soolsuse muutustega söödava rannakarbi (*Mytilus trossulus*) levila
3 (Pfeifer *et al.*, 2005), mis omakorda toob kaasa merevee isepuhastumisvõime vähenemise
4 (Schiewer ja Schernewski, 2004). Tegemist on liigiga, kes olulisel määral puhverdab
5 eutrofeerumisilminguid, filtreerides üleliigset (zooplanktonist järgi jäänud) taimset
6 hõljumit ja sidudes selle bentilisse süsteemi.

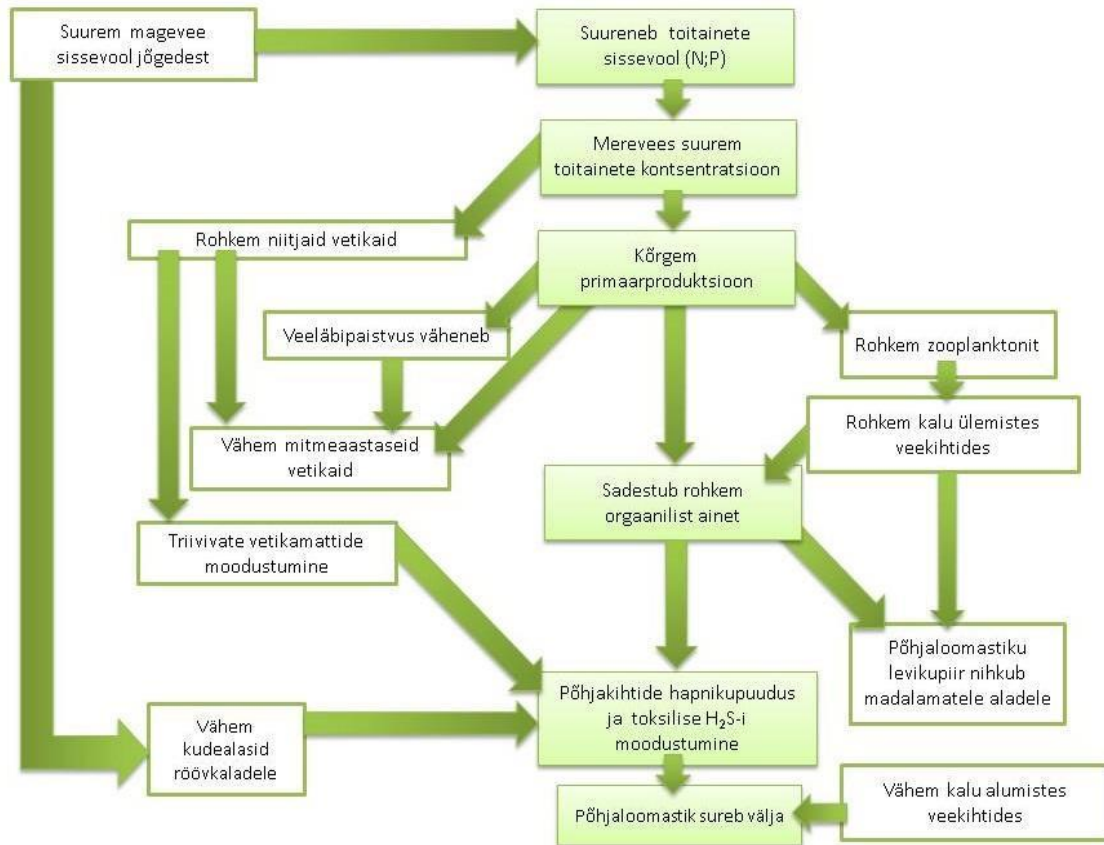
7 Suurema osa Läänemere põhjakooslustest moodustavad plastilised liigid, kes on
8 vastupidavad pidevalt muutuvatele keemilistele ja füüsikalistele keskkonnatingimustele
9 nagu soolsus, jääkate paksus ning suurenenud eutrofeerumine (Kotta *et al.*, 2014). Siiski
10 tuleviku kliimastenaariumitest oodatavad muutused soosivad lõunapoolsetest meredest
11 pärinevate võõrliikide osakaalu suurenemist Läänemere põhjaosas (mõju 4.08). Merevee
12 soojenemine tingib soodsama elupaiga võõrliikidele (Leppäkoski ja Olenin, 2000; Rahel ja
13 Olden 2008), kes juba praegu on võimelised reorganiseerima kohaliku ökosüsteemi
14 toimimist (Kotta *et al.*, 2013; Ojaveer ja Kotta, 2014). Kliimastenaariumitest lähtuvalt
15 suureneb võõrliikide osakaal, väheneb kohalike liikide konkurentsivõime ning
16 külmaveelisemad liigid asenduvad termotolerantsemate liikidega, kes on võimelised
17 edukamalt kohanema meso- ja oligohaliinses keskkonnas (Dippner *et al.*, 2008). Lisaks on
18 hetkel külmaveelised liigid (nt. *Fucus* sp.) elu-, toitumis-, varje- ja sigimispaigaks
19 mitmetele liikidele ja moodustavad mitmekesise koosluse, mille hävinemine vähendab
20 elurikkust (**Tabel 14** mõju 4.11). Kliimamuutustest tingitud ebastabiilsemas keskkonnas on
21 soositud võõrliikide invasioon bioloogiliste vastasmõjude tugevuse (kohalike liikide surve
22 võõrliikidele) olulisuse vähenemise tõttu.

23 Süsinikdioksiidimahtuvus meredes sõltub eelkõige vee temperatuurist ja olemasolevast
24 CO₂ hulgast ning temperatuuri tõusmisel CO₂ omistamisvõime väheneb (Gattuso ja
25 Hansson, 2011). Atmosfääri CO₂ osakaalu tõusust tulenev mõju võib ületada temperatuurist
26 tingitud mõju CO₂ lahustuvusele ja soolsuse prognoositud languse korral kokkuvõttes CO₂-
27 e sisaldus Läänemeres tõuseb. Hetkel on Läänemeres aluseline keskkond, kuid aastaks 2100
28 on prognoositud pH langust 0,5 ühiku võrra (Omstedt *et al.*, 2012). Läänemeres on tänaseks
29 suhteliselt vähe uuritud hapestumise mõju makrovetikatele, kuid seniste tulemuste põhjal
30 kiirendab kõrgem CO₂ tase eelkõige üheaastaste niitjate vetikate kasvu. Muutub ka
31 põhjaelustiku liigiline koosseis ning võivad kaduda stabiilsele ja mitmekesisele
32 keskkonnale omased mitmeaastased taimed (Pajusalu *et al.*, 2013). Intensiivsem
33 primaarproduktioon omakorda suurendab pH väärtust. Samas kui väliskeskkonna
34 hapestumise osakaal on suurem kui primaarproduktiooni mõju, siis toimub ikkagi
35 merekeskkonna hapestumine. Happelisemas keskkonnas on ränivetikad elujõulisemad
36 võrreldes näiteks tsüanobakteritega. Samas aeglustab soojem merekeskkond osade
37 ränivetikate vohamist, kuid soosib mitmete soojalembeliste toksiliste liikide levikut
38 (Dippner *et al.*, 2008).

39 Zooplanktoni kooslusi iseloomustab kõrgem liigiline mitmekesisus madalama arvukuse
40 korral. Suurte asustustiheduste korral on liigiline mitmekesisus väike ning domineerivad
41 üksikud r-strateegid. Samas ei ole zooplanktoni liigilist koosseisu ja arvukust seostatud
42 fütoplanktoni primaarproduktiooniga vaid pigem on see seotud abiootiliste tegurite
43 (temperatuur, hapnik) stohhastiliste (juhuslike) muutustega. Eksperimentaaltööd näitavad
44 selgelt, et zooplanktoni toitumisaktiivsus on positiivses korrelatsioonis fütoplanktoni
45 produktiooniga ehk nii palju kui toodetakse taimset vetikat, siis nii palju tarbitakse
46 zooplanktoni poolt ka ära, millest saab järeldada, et kliimamuutustest tingitud fütoplanktoni
47 produktiooni kasv suurendab oluliselt zooplanktoni produktiooni ja selle kaudu muutub
48 ka pelaagiliste kalade toidubaas (EMI mittepublitseeritud andmed).

1 Nii põhjaloomastiku kui ka põhjataimestiku liigiline koosseis ja funktsionaalne roll
 2 sõltuvad erinevatest keskkonnateguritest ning nende muutustest. Võtmeliike mõjutavad
 3 otseselt toitainete kättesaadavus, hapniku sisaldus ja bioturbatsioon. Tuginedes
 4 kliimastenaariumitele, mis ennustavad merevee temperatuuri tõusu ja sooluse vähenemist,
 5 on kliimamuutustel otsene laiaulatuslik mõju põhjaelustiku levikumustritele ja toimimisele
 6 (Joonis 5).

7



8

9 **Joonis 5.** Kliimamuutustega kaasnevad muutused Läänemeres (Rönnerberg ja Bonsdorff, 2004).

10

11

12 **Jääkatte ulatuse ja kestuse mõju võõrliikidele ja bioloogilisele mitmekesisusele**

13 Lähtudes Keskkonnaagentuuri aruandest, vastavalt stsenaariumile RCP4.5, väheneks
 14 võrreldes hetkeolukorraga 21. sajandi keskpaiga tüüpilisel talvel Läänemere ja Soome lahe
 15 rannikualade jääkate. Endiselt esineks jääkate Väinamerel ja Liivi lahes, kuid jää paksus
 16 kahaneb kaks kuni kolm korda. 21. sajandi teiseks pooleks on Läänemere jääga kaetus
 17 veelgi vähenenud. On alust arvata, et lühike jääkatteperiood Läänemeres suurendab
 18 koosluste ebastabiilsust, kuna sügis-talviste tormide mõju ulatub merepõhjani (Omstedt *et*
 19 *al.*, 2004) ning soositud on üheaastaste kiirekasvuliste pioneerkoosluste teke (**Tabel 14**
 20 mõju 4.09). Lisaks reguleerib soolase vee sissevool Atlandi ookeanist Läänemere soolust,
 21 merevee temperatuuri ja hapniku sisaldust, kuid kliimamuutustest lähtuvalt eeldatakse, et
 22 vähenevad merevee sissevoolust tingitud ilmingud (Lessin *et al.*, 2014). Samas leidis
 23 viimase 60 aasta suurim soolase merevee sissevool Läänemerele aset just 2014. aasta
 24 detsembris (Naumann *et al.*, 2015) ning sellest tulenevalt peaks toimuma merekeskkonna
 25 stabiliseerumine järgnevatel aastakümnetel.

1 Mereimetajatele on äärmiselt oluline jääkatte olemasolu ja selle kestus. Viigerhüljestele on
2 jääta või liiga lühikese jääkattega talved otseselt saatuslikud, sest jää on nende ainus
3 sigimispaiik ning poeg vajab koguni kuus nädalat ema hoolt, et kasvada elujõuliseks
4 hülgeks. Hallhülgele on jääväli eelistatud ja väärtuslikum sigimispaiik, kuna jääväljadel
5 arenenud isendite areng ja energiavarud on täisväärtuslikumad kui maismaal arenenud
6 isenditel. Vähene jääkate surub hülged rannikule, kus nad satuvad maismaal elavate kiskjate
7 saagiks. Lisaks käsitlevad täiendavalt merelise eluviisiga imetajaid **ökosüsteemiteenuste**
8 ning **ulukite ja jahinduse** valdkonnad (vt ptk-d **5.4** ja **9.4**).

9

10 **4.4.2.2. Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud**

11 **a) kuni aastani 2020**

12 Hetkeseisuga pole kuni aastani 2020 ette näha toimuvaid drastilisi muutusi, kuid
13 tõenäoliselt toimub jätkuv võõrliikide leviku suurenemine.

14 **b) kuni aastani 2030**

15 Võõrliikide ja bioloogilise mitmekesisuse alavaldkonnas pole prognoositud positiivseid ega
16 teadmata suunaga mõjusid, kuid negatiivsete mõjude koosmõjude suund on teadmata.

- 17 • Suureneb soojadest meredest pärit võõrliikide arvukus.
- 18 • Suurenenud sademete hulga tõttu on vähem merelise päritoluga liike.
- 19 • Mehhaaniliste häiringute kasv ja ekstreemsed temperatuurid hävitavad
20 külmalembelisi ja mitmeaastaseid võtmeliike, kes pakuvad elupaika ja kudealasid
21 mitmekesisele kooslusele
- 22 • Soositud on kiirekasvuliste üheaastaste pioneerkoosluste teke.

23

24 **c) 2021–2050**

25 Antud perioodi mõjud on analoogsed perioodile „kuni aastani 2030“, kuid mõõdukal määral
26 intensiivsemad ja ulatuslikumad.

27 **d) 2051–2100**

28 Aastateks 2051–2100 on tõenäoline, et kliimamuutustega seotud protsessid ja muutused on
29 juba äärmuslikumad.

30 Aastaks 2100 on prognoositud võõrliikide arvukuse kasvu suurel määral. Läänemere kui
31 noore mere jaoks on sellise muutuse mõju oletuslik, hetkel prognoositakse antud mõju
32 negatiivset suunda, kuid sõltuvalt liikide iseloomust ja funktsionaalsusest võib see suuresti
33 muutuda.

34 Negatiivselt mõjutavad bioloogilist mitmekesisust prognooside põhjal mitmed tegurid:

- 35 • Suurenenud temperatuurid ja hapnikupuudus põhjakihtides hävitavad oluliselt
36 külmalembeliste liikide arvukust. Sellised liigid on enamasti mitmekesises ja
37 liigirikkas mereökosüsteemis võtmeliigid. Seoses nende hävimisega on soositud
38 kiirekasvuliste üheaastaste liikide arvukuse tõus, kes ei paku stabiilset elukeskkonda
39 mitmetele teistele liikidele.

- 1 • Hõljumit keerutatakse põhjakihtidest üles, väheneb vee läbipaistvus, ellu jäävad
2 vastupidavamad liigid.
- 3 • Madalama soolsuse tõttu on välja surnud mitmed merelise päritoluga liigid.
4

5 **4.4.3. Alavaldkond: toiduahelad**

6 **4.4.3.1. Riskid ja haavatavus**

7 **Õhu- ja merevee temperatuuri mõju toiduahelatele**

8 Kliimastenaariumite projektsioonidele tuginedes mõjutab toiduahelate jätkusuutlikku
9 toimimist kõige enam merevee temperatuuri tõus (Dippner *et al.*, 2008). Koos suurenenud
10 toitainete sisaldusega tingib kõrgem temperatuur suurema primaarproduktiooni (**Tabel 15**
11 mõju 4.12), mis tänu lumikatte vähenemisele saabub ajaliselt varem. Seetõttu tekib ajaline
12 mittevastavus fütoplanktoni produktiooni ja zooplanktoni toiduvajaduse vahel ning
13 mõjutades seeläbi füto- ja zooplankterite elutsükleid (Dippner *et al.*, 2008). Lisaks suureneb
14 tänu merevee soojenemisele ja magestumisele pelaagilises toiduahelas väiksemate
15 zooplanktoni isendite arvukus, kes on toiduks nt kilule (Viitasalo *et al.*, 1995; Möllmann *et*
16 *al.*, 2000) ning seetõttu väheneb suuremate ja energiarikkamate rühmade osakaal, kes on
17 olulised kalapopulatsioonide (nt räim, tursk) jätkusuutlikuks arenguks (Flinkman *et al.*,
18 1998, Voss *et al.*, 2003, Casini *et al.*, 2004) (mõju 4.13). Erinevatel liikidel on seosed arengu
19 ja keskkonna temperatuuri vahel liigispetsiifilised ning nende arengutsüklid nihkuvad
20 kliima soojenemise tõttu erinevalt (Edwards ja Richardson, 2004). See viib troofiliste
21 tasemete ajalise mittekattuvuseni, mis võib tugevalt mõjutada kalapopulatsioone juhul kui
22 noorjärkudele sobivate zooplanktoniliikide arvukuse maksimumid nihkuvad sõltuvalt
23 fütoplanktoni maksimumide ajalistest muutustest (Platt *et al.*, 2003; Edwards ja Richardson,
24 2004). Režiimihetede pikaajalised mõjud kooslustele on vajalik uurimisteema kogu
25 Läänemere ökosüsteemi jätkusuutlikkusele.

26 Soojemad kevadised temperatuurid intensiivistavad niitjate ja epifüütsete vetikate varajast
27 arengut (**Tabel 15** mõju 4.13), mille kiire areng pärsib mitmeaastaste vetikate ja kõrgemate
28 taimede arengut, mis pakuvad mitmekesisest elu- ja sigimispaika erinevatele
29 toiduahelalülidele, sh. kalad. Merevee soojenemine võib kaasa tuua ka pikema
30 vegetatsiooniperioodi (mõju 4.15), mille mõju vajab täiendavat uurimist.

31 **Ekstreemsete ilmastikunähtuste sagenemise mõju toiduahelatele**

32 Sagenenud tugevad tormid põhjustavad otseselt koosluste reorganiseerumist. Tormide
33 tagajärjel kistakse lahti suur hulk mitmeaastasi suurvetikaid, soodustades niitjate
34 pioneerliikidest vetikate vohamist (**Tabel 15** mõju 4.11). Samuti soodustavad niitjate
35 vetikate arengut ekstreemsetest temperatuuridest tingitud häiringud mitmeaastastele
36 kooslustele. Ekstreemselt kõrgetest temperatuuridest põhjustatud häiringud on juba aastast
37 2012 põhjustanud külmalembelise söödava rannakarbi (*Mytilus trossulus*) populatsiooni
38 laialdast hävimist Eesti rannikumeres.

39 Tormidest põhjustatud häiringute intensiivistumisega kaasneb mitmeaastaste liikide
40 mehhaaniline hävimine, mis pakuvad mitmekesisest elu- ja sigimispaika erinevatele
41 toiduahelalülidele ning lisaks sellele väheneb ühtlasi kalade toidubaas (mõju 4.16).

42 **Jääkate ulatuse ja kestuse mõju toiduahelatele**

43 Vähesest jääkattest ja rüsi jää liikumisest põhjustatud häiringud võimaldavad
44 kiirekasvulistel vetikatel asustada häiritud kooslusi. Mõju Läänemere toiduahelate

1 toimimisele, mis on tingitud mitmeaastaste koosluste asendumisest üheaastastega, on
2 teadmata ja vajab täiendavaid uuringuid. Samas on teada mõju toiduahela kõrgematele
3 lülidele seoses hüljeste sigimiseefektiivsuse langemisega, mis on otseselt mõjutatud jää
4 olemasolust (**Tabel 15** mõju 4.14).

5 Globaalsel tasandil on ookeanid olulised süsiniku talletajad. Veekogudesse talletatud
6 süsinik kajastub taimede juurdekasvus ehk süsiniku suurenemises taimses biomassis.
7 Tingituna rannikumere koosluste suurtest biomassidest on need ühed võtmeökosüsteemid
8 kliima regulatsioonis. Parasvöötme rannikumere veekogudes on CO₂ põhiliseks sidujaks
9 fütoplankton, kõrgemad taimed ja makrovetikad (Fourqurean *et al.*, 2012). Fütoplankton
10 seob suuremaid koguseid CO₂-te, kuid pikaajalised kõrgemad taimed ja makrovetikad
11 talletavad seda suuremates kogustes (Fourqurean *et al.*, 2012). Inimtekkelise CO₂ sisalduse
12 kasv võib suurendada primaarproduktentide aktiivsust eriti toitelisemates piirkondades.
13 Ebaproportsionaalne primaarproduktiooni kasv võrreldes teiste toiduahela lülidega viib
14 üleüldise veeläbipaistvuse vähenemisele ja tarbimata jäänud füto- ja zooplankton
15 akumulereb põhjasetena. Mõlema teguri koosmõju vähendab kõrgemate taimede ja
16 makrovetikate võimet süsinikku talletada vähendades olulisel määral rannikumere süsiniku
17 akumulereimise võimekust. Primaarproduktentide kõrge aktiivsus suurendab merevee pH-
18 taset. Kuid kui inimtekkeline CO₂ hulk ületab primaarproduktentide poolt tarbitava koguse,
19 siis merevee pH-tase siiski langeb (Dippner *et al.*, 2008). Samas süsinikdioksiidimahtuvus
20 meredes sõltub eelkõige olemasolevast CO₂ hulgast ja merevee temperatuurist, mille
21 tõusmisel väheneb Läänemere CO₂ omastamisvõime. Kokkuvõttes prognoositakse 2100.
22 aastaks siiski Läänemere pH langust 0,5 ühiku võrra ning keskkonna muutumist
23 happelisemaks (Omstedt *et al.*, 2012), mille mõju Läänemere elustikule on teadmata.

24

25 **4.4.3.2. Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud**

26 **a) kuni aastani 2020**

27 Hetkeseisuga pole kuni aastani 2020 ette näha toimuvaid drastilisi muutusi, kuid
28 tõenäoliselt toimuvad kaudsed režiimihked toiduahelates.

29 **b) kuni aastani 2030**

30 Toiduahelate puhul on olulisel määral teadmata suunaga mõjusid. Samuti esineb
31 negatiivseid mõjusid, kuid positiivse suunaga mõjusid pole hetkel prognoositud.

32 Negatiivselt mõjutavad toiduahelate toimimist mitmed tegurid:

- 33 • Nii lumikatte perioodi kui jääkatte kestuse vähenemine põhjustab varasema
34 vegetatsiooniperioodi alguse, mis toob kaasa režiimihked kalade (nt räim)
35 kudemisaja ja vastsete toidubaasi maksimaalse suuruse vahel, mis omakorda
36 põhjustab nõrgemaid kala põlvkondi.
- 37 • Varasem vegetatsiooniperioodi algus põhjustab režiimihkeid erinevate toiduahela
38 lülide arengu vahel.
- 39 • Toimuvad koosluste liigilise koosseisu muutused, kus mitmeaastased liigid
40 asenduvad kiirekasvuliste üheaastaste niitjate vetikatega.

41 Teadmata suunaga tegurid mõjutavad toiduahelate toimimist:

- 42 • suurenenud primaar- ja sekundaarproduktioon;

- 1 • pikem vegetatsiooniperiood.

2

3 **c) 2021–2050**

4 Antud perioodi mõjud on analoogsed perioodile „kuni aastani 2030“, kuid mõõdukal määral
5 intensiivsemad ja ulatuslikumad.

6 **d) 2051–2100**

7 Aastateks 2051–2100 on tõenäoline, et kliimamuutustega seotud protsessid ja muutused on
8 juba äärmuslikumad.

9 Toiduahelate toimimises on aastaks 2100 endiselt mitmeid teadmata suunaga mõjusid.
10 Kõrgema veetemperatuuri ja toitainete sisalduse tõttu on prognoositud
11 ebaproportsionaalselt suurt primaar- ja sekundaarproduktiooni kasvu, mille mõju on
12 teadmata suunaga. Samuti ei ole teada, kuidas mõjutab prognoositud pikem
13 vegetatsiooniperiood pikas perspektiivis toiduahelaid.

14 Negatiivselt mõjutavad toiduahelate toimimist antud perioodil mitmed tegurid:

15 • Režiimihked on ulatuslikud. Varasem vegetatsiooniperioodi algus põhjustab
16 režiimihked kalade (nt räim) kudemisaja ja vastsete toidubaasi maksimaalse
17 suurusega, mis on põhjustanud nõrgemad kala põlvkonnad.

18 • Hävinud on mitmed elupaigad ja kudealad ning olulisel määral on vähenenud
19 hüljeste populatsioon, kuna jääkate on viigerhüljestele sigimispaiaks.

20

Tabel 13. Kliimamuutuste mõju **eutrofeerumisele**.

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõesus (kõrge, keskmine, madal, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
Kuni 2020	Senine ilmastik	Temperatuuri ja sademete hulga suurenemine	4.01	Vetikaõitsengud sagenevad	-	väike	väike	keskmine	kaudne	kogu Eesti
Kuni 2030	RCP4.5, RCP8.5	Keskmine õhutemperatuur suureneb	4.01	Vetikaõitsengud sagenevad	-	väike	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP8.5	Keskliste sademete hulk suureneb kevadel ja talvel maismaal	4.02	Toitainete kontsentratsioon suureneb. Rohkem humiinaid, väiksem veeläbipaistvus ja väheneb produktsiooni ruumala.	-	väike	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Jõgede üleujutused vähenevad kevadel	4.03	Üleujutuslavadelt kiirelt taanduv vesi rikastatakse toitainetega enne äravoolu merre	-	väike	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Jõgede suurem äravool talvel	4.02	Toitainete kontsentratsioon suureneb. Rohkem humiinaid, väiksem veeläbipaistvus ja väheneb produktsiooni ruumala.	-	väike	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Läänemere jääga kaetus vähenenud (Väinameri ja Liivi laht jääs)	4.04	Talviste tormide mõjul pääseb rohkem toitaineid veesambasse ja toimub hapniku transport põhjakihtidesse.	+	väike	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Läänemere jääga kaetus vähenenud (Väinameri ja Liivi laht jääs)	4.05	Suurenevad mehhaanilised häiringud põhjakooslustele, kaasaarvatud fitoreivatele põhjakarpidele, mistõttu veeläbipaistvus väheneb.	-	väike	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Merevesi soojeneb kevadel ja talvel	4.01	Vetikaõitsengud sagenevad	-	väike	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Merevesi soojeneb kevadel ja talvel	4.06	Vee segunemise sügavus ja aeg muutub, mis tekitab hapnikuvaese ja toitainete rikka põhjakihi ning suurenevad vetikaõitsengud veekerke aladel.	-	väike	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Merevesi soojeneb suvel ja sügisel	4.07	Niitjate vetikate vohamine; sinikute ulatuslikud õitsenguid	-	väike	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Kõrgemad maksimaalsed temperatuurid	4.01	Vetikaõitsengud sagenevad	-	väike	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Kõrgemad minimaalsed temperatuurid	4.01	Vetikaõitsengud sagenevad	-	väike	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõeäsus (kõrge, keskmine, madal, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP4.5, RCP8.5	Talviste keskmiste tuule kiiruste kasv	4.04	Talviste tormide mõjul pääseb rohkem toitaineid veesambasse ja toimub hapniku transport põhjakihtidesse.	+	väike	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Talviste keskmiste tuule kiiruste kasv	4.05	Suurenevad mehhaanilised häiringud põhjakooslustele, kaasaarvatud fitreerivatele põhjakarpidele, mistõttu veeläbipaistvus väheneb.	-	väike	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
2021-2050	RCP4.5, RCP8.5	Keskmine õhutemperatuur suureneb	4.01	Vetikaõitsengud sagenevad	-	väike	keskmine	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP8.5	Keskmiste sademete hulk suureneb kevadel ja talvel maismaal	4.02	Toitainete kontsentratsioon suureneb. Rohkem humiinaid, väiksem veeläbipaistvus ja väheneb produktiooni ruumala.	-	keskmine	keskmine	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Jõgede üleujutused vähenevad kevadel	4.03	Üleujutusosaladelt kiirelt taanduv vesi rikastatakse toitainetega enne äravoolu merre	-	keskmine	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Jõgede suurem äravool talvel	4.02	Toitainete kontsentratsioon suureneb. Rohkem humiinaid, väiksem veeläbipaistvus ja väheneb produktiooni ruumala.	-	keskmine	keskmine	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Läänemere jääga kaetus vähenenud (Väinameri ja Liivi laht jääs)	4.04	Talviste tormide mõjul pääseb rohkem toitaineid veesambasse ja toimub hapniku transport põhjakihtidesse.	+	väike	väike	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Läänemere jääga kaetus vähenenud (Väinameri ja Liivi laht jääs)	4.05	Suurenevad mehhaanilised häiringud põhjakooslustele, kaasaarvatud fitreerivatele põhjakarpidele, mistõttu veeläbipaistvus väheneb.	-	keskmine	keskmine	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Merevesi soojeneb kevadel ja talvel	4.01	Vetikaõitsengud sagenevad	-	väike	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Merevesi soojeneb kevadel ja talvel	4.06	Vee segunemise sügavus ja aeg muutub, mis tekitab hapnikuvaese ja toitainete rikka põhjakihi ning suurenevad vetikaõitsengud veekerke aladel.	-	väike	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Merevesi soojeneb suvel ja sügisel	4.07	Niitjate vetikate vohamine; sinikute ulatuslikud õitsenguid	-	keskmine	suur	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Kõrgemad maksimaalsed temperatuurid	4.01	Vetikaõitsengud sagenevad	-	väike	keskmine	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Kõrgemad minimaalsed temperatuurid	4.01	Vetikaõitsengud sagenevad	-	väike	keskmine	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Talviste keskmiste tuule kiiruste kasv	4.04	Talviste tormide mõjul pääseb rohkem toitaineid veesambasse ja toimub hapniku transport põhjakihtidesse.	+	väike	väike	keskmine	kaudne	kogu Eesti

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõeäosus (kõrge, keskmine, madal, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP4.5, RCP8.5	Talviste keskmiste tuule kiiruste kasv	4.05	Suurenevad mehhaanilised häiringud põhjakoosluste, kaasaarvatud fitreerivatele põhjakarpidele, mistõttu veeläbipaistvus väheneb.	-	keskmine	keskmine	suur	kaudne	kogu Eesti
2051-2100	RCP4.5, RCP8.5	Keskmine õhutemperatuur suureneb	4.01	Vetikaõitsengud sagenevad	-	keskmine	suur	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP8.5	Keskmete sademete hulk suureneb kevadel ja talvel maismaal	4.02	Toitainete kontsentratsioon suureneb. Rohkem humiinaid, väiksem veeläbipaistvus ja väheneb produktiooni ruumala.	-	suur	suur	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Jõgede suurem äravool talvel	4.02	Toitainete kontsentratsioon suureneb. Rohkem humiinaid, väiksem veeläbipaistvus ja väheneb produktiooni ruumala.	-	suur	suur	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Enamus Läänemerest jäävaba	4.04	Talviste tormide mõjul pääseb rohkem toitaineid veesambasse ja toimub hapniku transport põhjakihtidesse.	+	keskmine	keskmine	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Enamus Läänemerest jäävaba	4.05	Suurenevad mehhaanilised häiringud põhjakoosluste, kaasaarvatud fitreerivatele põhjakarpidele, mistõttu veeläbipaistvus väheneb.	-	suur	suur	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Merevesi soojeneb kevadel ja talvel	4.01	Vetikaõitsengud sagenevad	-	keskmine	suur	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Merevesi soojeneb kevadel ja talvel	4.06	Vee segunemise sügavus ja aeg muutub, mis tekitab hapnikuvaese ja toitainete rikka põhjakihi. Ulatuslikud vetikaõitsengud veekerke aladel.	-	keskmine	suur	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Merevesi soojeneb suvel ja sügisel	4.07	Niitjate vetikate vohamine; sinikute ulatuslikud õitsenguid	-	suur	suur	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Kõrgemad maksimaalsed temperatuurid	4.01	Vetikaõitsengud sagenevad	-	keskmine	suur	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Kõrgemad minimaalsed temperatuurid	4.01	Vetikaõitsengud sagenevad	-	keskmine	suur	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Talviste keskmiste tuule kiiruste kasv	4.04	Talviste tormide mõjul pääseb rohkem toitaineid veesambasse ja toimub hapniku transport põhjakihtidesse.	+	keskmine	keskmine	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Talviste keskmiste tuule kiiruste kasv	4.05	Suurenevad mehhaanilised häiringud põhjakoosluste, kaasaarvatud fitreerivatele põhjakarpidele, mistõttu veeläbipaistvus väheneb.	-	suur	suur	suur	kaudne	kogu Eesti

Tabel 14. Kliimamuutuste mõju mere võõrliikidele ja bioloogilisele mitmekesisusele.

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (kõrge, keskmine, madal, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
Kuni 2020	Senine ilmastik	Temperatuuri ja sademete hulga suuremine	4.08	Soojadest meredest pärit võõrliike rohkem	-	väike	väike	keskmine	kaudne	kogu Eesti
Kuni 2030	RCP4.5, RCP8.5	Keskmine õhutemperatuur suureneb	4.08	Soojadest meredest pärit võõrliike rohkem	-	keskmine	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP8.5	Keskmete sademete hulk suureneb kevadel ja talvel maismaal	4.09	Soositud on kiirekasvuliste üheaastaste pioneerkoosluste teke.	-	väike	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP8.5	Keskmete sademete hulk suureneb kevadel ja talvel maismaal	4.10	Madalama soolsuse tõttu vähem merelise päritoluga liike	-	väike	väike	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Läänemere jääga kaetus vähenenud (Väinameri ja Liivi laht jääs)	4.09	Soositud on kiirekasvuliste üheaastaste pioneerkoosluste teke	-	väike	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Läänemere jääga kaetus vähenenud (Väinameri ja Liivi laht jääs)	4.08	Soojadest meredest pärit võõrliike rohkem	-	keskmine	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Merevesi soojeneb kevadel ja talvel	4.08	Soojadest meredest pärit võõrliike rohkem	-	keskmine	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Merevesi soojeneb suvel ja sügisel	4.08	Soojadest meredest pärit võõrliike rohkem	-	keskmine	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Kõrgemad maksimaalsed temperatuurid	4.11	Külmalembeste ja mitmeaastaste liikide arvukus vähenenud	-	keskmine	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Kõrgemad maksimaalsed temperatuurid	4.09	Soositud on kiirekasvuliste üheaastaste pioneerkoosluste teke	-	väike	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Kõrgemad minimaalsed temperatuurid	4.08	Soojadest meredest pärit võõrliike rohkem	-	keskmine	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Talviste keskmiste tuule kiiruste kasv	4.08	Soojadest meredest pärit võõrliike rohkem	-	keskmine	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise töenäosus (kõrge, keskmine, madal, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP4.5, RCP8.5	Talviste keskmiste tuule kiiruste kasv	4.09	Soositud on kiirekasvuliste üheaastaste pioneerkoosluste teke	-	keskmine	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Talviste keskmiste tuule kiiruste kasv	4.11	Külmalembeste ja mitmeaastaste liikide arvukus vähenenud	-	keskmine	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
2020-2051	RCP4.5, RCP8.5	Keskmine õhutemperatuur suureneb	4.08	Soojadest meredest pärit võõrliike rohkem	-	keskmine	keskmine	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP8.5	Keskmete sademete hulk suureneb kevadest ja talvel maismaal	4.09	Soositud on kiirekasvuliste üheaastaste pioneerkoosluste teke	-	keskmine	suur	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP8.5	Keskmete sademete hulk suureneb kevadest ja talvel maismaal	4.10	Madalama soolsuse tõttu vähem merelise päritoluga liike	-	väike	väike	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Läänemere jääga kaetus vähenenud (Väinameri ja Liivi laht jääs)	4.09	Soositud on kiirekasvuliste üheaastaste pioneerkoosluste teke	-	keskmine	suur	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Läänemere jääga kaetus vähenenud (Väinameri ja Liivi laht jääs)	4.08	Soojadest meredest pärit võõrliike rohkem	-	keskmine	keskmine	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Merevesi soojeneb kevadel ja talvel	4.08	Soojadest meredest pärit võõrliike rohkem	-	keskmine	keskmine	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Merevesi soojeneb suvel ja sügisel	4.08	Soojadest meredest pärit võõrliike rohkem	-	keskmine	keskmine	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Kõrgemad maksimaalsed temperatuurid	4.11	Külmalembeste ja mitmeaastaste liikide arvukus vähenenud	-	suur	keskmine	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Kõrgemad maksimaalsed temperatuurid	4.09	Soositud on kiirekasvuliste üheaastaste pioneerkoosluste teke	-	keskmine	suur	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Kõrgemad minimaalsed temperatuurid	4.08	Soojadest meredest pärit võõrliike rohkem	-	keskmine	keskmine	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Talviste keskmiste tuule kiiruste kasv	4.08	Soojadest meredest pärit võõrliike rohkem	-	suur	keskmine	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Talviste keskmiste tuule kiiruste kasv	4.09	Soositud on kiirekasvuliste üheaastaste pioneerkoosluste teke	-	suur	keskmine	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Talviste keskmiste tuule kiiruste kasv	4.11	Külmalembeste ja mitmeaastaste liikide arvukus vähenenud	-	suur	keskmine	suur	kaudne	kogu Eesti
	205 1-	RCP4.5, RCP8.5	Keskmine õhutemperatuur suureneb	4.08	Soojadest meredest pärit võõrliike rohkem	-	suur	keskmine	suur	kaudne

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (kõrge, keskmine, madal, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP8.5	Keskliste sademete hulk suureneb kevadel ja talvel maismaal	4.09	Soositud on kiirekasvuliste üheaastaste pioneerkoosluste teke	-	suur	suur	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP8.5	Keskliste sademete hulk suureneb kevadel ja talvel maismaal	4.10	Madalama soolsuse tõttu vähem merelise päritoluga liike	-	keskmine	keskmine	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Enamus Läänemerest jäävaba	4.09	Soositud on kiirekasvuliste üheaastaste pioneerkoosluste teke	-	suur	suur	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Enamus Läänemerest jäävaba	4.08	Soojadest meredest pärit võõrliike rohkem	-	suur	suur	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Enamus Läänemerest jäävaba	4.11	Külmalembeste ja mitmeaastaste liikide arvukus vähenenud	-	suur	suur	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Merevesi soojeneb kevadel ja talvel	4.08	Soojadest meredest pärit võõrliike rohkem	-	suur	keskmine	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Merevesi soojeneb kevadel ja talvel	4.11	Külmalembeste ja mitmeaastaste liikide arvukus vähenenud	-	suur	suur	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Merevesi soojeneb kevadel ja talvel	4.08	Soojadest meredest pärit võõrliike rohkem	-	suur	keskmine	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Merevesi soojeneb kevadel ja talvel	4.11	Külmalembeste ja mitmeaastaste liikide arvukus vähenenud	-	suur	suur	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Kõrgemad maksimaalsed temperatuurid	4.09	Soositud on kiirekasvuliste üheaastaste pioneerkoosluste teke	-	suur	suur	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Kõrgemad maksimaalsed temperatuurid	4.11	Külmalembeste ja mitmeaastaste liikide arvukus vähenenud	-	suur	suur	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Kõrgemad minimaalsed temperatuurid	4.08	Soojadest meredest pärit võõrliike rohkem	-	suur	keskmine	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Talviste keskmiste tuule kiiruste kasv	4.08	Soojadest meredest pärit võõrliike rohkem	-	suur	suur	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Talviste keskmiste tuule kiiruste kasv	4.09	Soositud on kiirekasvuliste üheaastaste pioneerkoosluste teke	-	suur	suur	suur	kaudne	kogu Eesti

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (kõrge, keskmine, madal, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP4.5, RCP8.5	Talviste keskmiste tuule kiiruste kasv	4.11	Külmalembeste ja mitmeaastaste liikide arvukus vähenenud	-	suur	suur	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Talviste keskmiste tuule kiiruste kasv	4.09	Soositud on kiirekasvuliste üheaastaste pioneerkoosluste teke	-	suur	suur	suur	kaudne	kogu Eesti

Tabel 15. Kliimamuutuste mõju mere toiduahelatele.

Periood	Stsenarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõesus (kõrge, keskmine, madal, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
Kuni 2020	Senine ilmastik	Temperatuuri ja sademete hulga suurenemine	4.13	Varasem vegetatsiooniperioodi algus põhjustab režiimihkeid erinevate toiduahela lülide arengu vahel	-	väike	väike	keskmine	kaudne	kogu Eesti
Kuni 2030	RCP4.5, RCP8.5	Keskmine õhutemperatuur suureneb	4.12	Suurenenud primaar -ja sekundaarproduktioon	0	väike	väike	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP8.5	Keskmete sademete hulk suureneb kevadel ja talvel maismaal	4.12	Suurenenud primaar -ja sekundaarproduktioon	0	väike	väike	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Jõgede ülejutused vähenevad kevadel	4.12	Suurenenud primaar -ja sekundaarproduktioon	0	väike	väike	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Lumikatte periood väheneb	4.13	Varasem vegetatsiooniperioodi algus põhjustab režiimihkeid erinevate toiduahela lülide arengu vahel	-	keskmine	keskmine	väike	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Läänemere jääga kaetus vähenenud (Väinameri ja Liivi laht jääs)	4.13	Varasem vegetatsiooniperioodi algus põhjustab režiimihkeid erinevate toiduahela lülide arengu vahel	-	keskmine	keskmine	väike	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5	Jää paksus on kahanenud 2 - 3 korda	4.14	Mõju toiduahela kõrgematele lülidele seoses hüljeste sigimiseefektiivsuse langemisega	-	keskmine	keskmine	väike	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Merevesi soojeneb kevadel ja talvel	4.12	Suurenenud primaar -ja sekundaarproduktioon	-	keskmine	keskmine	väike	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Merevesi soojeneb kevadel ja talvel	4.13	Varasem vegetatsiooniperioodi algus põhjustab režiimihkeid erinevate toiduahela lülide arengu vahel	-	keskmine	keskmine	väike	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Merevesi soojeneb suvel ja sügisel	4.15	Pikem vegetatsiooniperiood	0	väike	väike	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Kõrgemad maksimaalsed temperatuurid	4.08	Soojadest meredest pärit võõrliike rohkem	-	keskmine	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Kõrgemad maksimaalsed temperatuurid	4.09	Soositud on kiirekasvuliste üheaastaste pioneerkoosluste teke	-	keskmine	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Kõrgemad maksimaalsed temperatuurid	4.11	Külmalebeste ja mitmeaastaste liikide arvukus vähenenud	-	keskmine	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõeäsus (kõrge, keskmine, madal, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP4.5, RCP8.5	Talviste keskmiste tuule kiiruste kasv	4.11	Külmalembeste ja mitmeaastaste liikide arvukus vähenenud	-	keskmine	keskmine	väike	kaudne	kogu Eesti
2021-2050	RCP4.5, RCP8.5	Keskmine õhutemperatuur suureneb	4.12	Suurenenud primaar -ja sekundaarproduktsoon	0	keskmine	väike	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP8.5	Keskmete sademete hulk suureneb kevadel ja talvel maismaal	4.12	Suurenenud primaar -ja sekundaarproduktsoon	0	keskmine	väike	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Jõgede ülejutused vähenevad kevadel	4.12	Suurenenud primaar -ja sekundaarproduktsoon	0	keskmine	väike	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Lumikatte periood väheneb	4.13	Varasem vegetatsiooniperioodi algus põhjustab režiimihkeid erinevate toiduahela lülide arengu vahel	-	suur	suur	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Läänemere jääga kaetus vähenenud (Väinameri ja Liivi laht jääs)	4.13	Varasem vegetatsiooniperioodi algus põhjustab režiimihkeid erinevate toiduahela lülide arengu vahel	-	suur	suur	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5	Jää paksus on kahanenud 2 - 3 korda	4.14	Mõju toiduahela kõrgematele lülidele seoses hüljeste sigimiseefektiivsuse langemisega	-	keskmine	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Merevesi soojeneb kevadel ja talvel	4.12	Suurenenud primaar -ja sekundaarproduktsoon	-	keskmine	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Merevesi soojeneb kevadel ja talvel	4.13	Varasem vegetatsiooniperioodi algus põhjustab režiimihkeid erinevate toiduahela lülide arengu vahel	-	keskmine	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Merevesi soojeneb suvel ja sügisel	4.15	Pikem vegetatsiooniperiood	0	keskmine	väike	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Kõrgemad maksimaalsed temperatuurid	4.09	Soositud on kiirekasvuliste üheaastaste pioneerkoosluste teke	-	suur	suur	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Kõrgemad maksimaalsed temperatuurid	4.08	Soojadest meredest pärit võõrliike rohkem	-	suur	suur	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Kõrgemad maksimaalsed temperatuurid	4.11	Külmalembeste ja mitmeaastaste liikide arvukus vähenenud	-	suur	suur	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Talviste keskmiste tuule kiiruste kasv	4.11	Külmalembeste ja mitmeaastaste liikide arvukus vähenenud	-	suur	suur	keskmine	kaudne	kogu Eesti
2051-2100	RCP4.5, RCP8.5	Keskmine õhutemperatuur suureneb	4.12	Suurenenud primaar -ja sekundaarproduktsoon	0	suur	keskmine	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP8.5	Keskmete sademete hulk suureneb kevadel ja talvel maismaal	4.12	Suurenenud primaar -ja sekundaarproduktsoon	0	suur	keskmine	suur	kaudne	kogu Eesti

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (kõrge, keskmine, madal, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP4.5, RCP8.5	Lumikatte periood väheneb	4.13	Varasem vegetatsiooniperioodi algus põhjustab režiimihikuid erinevate toiduahela lülide arengu vahel	-	suur	keskmine	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Enamus Läänemerest jäävaba	4.14	Mõju toiduahela kõrgematele lülidele seoses hüljeste sigimiseefektiivsuse langemisega	-	suur	suur	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Enamus Läänemerest jäävaba	4.16	Intensiivsed tormid hävitavad elupaiku ja kudealasi; kalamaimude ja -marja areng on häiritud	-	suur	suur	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Merevesi soojeneb kevadel ja talvel	4.12	Suurenenud primaar -ja sekundaarproduktioon	-	suur	suur	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Merevesi soojeneb kevadel ja talvel	4.13	Varasem vegetatsiooniperioodi algus põhjustab režiimihikuid erinevate toiduahela lülide arengu vahel	-	suur	suur	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Merevesi soojeneb suvel ja sügisel	4.15	Pikem vegetatsiooniperiood	0	suur	keskmine	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Merevesi soojeneb suvel ja sügisel	4.12	Suurenenud primaar -ja sekundaarproduktioon	0	suur	keskmine	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Kõrgemad maksimaalsed temperatuurid	4.11	Külmalembeste ja mitmeaastaste liikide arvukus vähenenud	-	suur	keskmine	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Talviste keskmiste tuule kiiruste kasv	4.16	Intensiivsed tormid hävitavad elupaiku ja kudealasi; kalamaimude ja -marja areng on häiritud	-	suur	suur	suur	kaudne	kogu Eesti

1

2 **4.4.4. Mõjude kokkuvõte**

3 Peamise negatiivse mõjuna eutrofeerumisele saab käsitleda suurenenud toitainete
4 kontsentratsiooni ja sellest tulenevalt sagenenud vetikaõitsenguid ning niitjate vetikate ja
5 tsüanobakterite vohamist, mis kõik vähendavad vee läbipaistvust. Positiivse mõjuna
6 eutrofeerumisele võib käsitleda toitainete liikumist veesambasse ja hapniku transporti
7 põhjakihtidesse. Teisi positiivseid mõjusid ei prognoositud ning teadmata on antud mõju
8 koosmõju suund teiste teguritega. Võõrliikide ja bioloogilise mitmekesisuse seisukohalt on
9 peamiseks negatiivseks mõjuks soojadest meredest pärit võõrliikide suurenenud arvukus
10 ning ühtlasi vähenenud merelise päritoluga külmalembeliste liikide arvukus. Võõrliikide ja
11 bioloogilise mitmekesisuse alavaldkonnas pole prognoositud positiivseid ega teadmata
12 suunaga mõjusid. Toiduahelate puhul on olulisel määral teadmata suunaga mõjusid nagu
13 suurenenud primaar- ja sekundaarproduktioon ning pikem vegetatsiooniperiood. Positiivse
14 suunaga mõjusid pole hetkel prognoositud, kuid olulisemateks negatiivseteks mõjudeks on
15 režiimihked erinevate toiduahela lülide arengute vahel ning kude- ja elupaikade hävimine.

16 Mõjude ülevaattetabelid on esitatud ülal **Tabel 13**, **Tabel 14** ja **Tabel 15**.

17

18 **4.4.5. Piiriülesed aspektid**

19 Lähtuvalt VPRD (2000/60/EÜ) ja üleujutuste direktiivile (2007/60/EÜ) on kehtestatud
20 Euroopa Liidus ühtne raamistik vee kaitse ja kasutamise korraldamiseks liikmesriikides,
21 millest tulenevalt juba mitmed riiklikud (nt EstKliima, jne) kui ka rahvusvahelised (nt.
22 RegioClima, jne) projektid arvestavad otseselt või kaudselt kliimamuutustest tingitud
23 mõjusid merekeskkonnale ja selle elustikule. Projektide iseloomust tulenevalt on tagatud
24 riikidevaheline koostöö, arvestamaks piiriüleseid aspekte. Euroopa Liidu Läänemere
25 strateegia (LMS) (KOM (2009) 248) on ELi esimene makroregionaalne strateegia, mille
26 üheks eesmärgiks on kaitsta Läänemerd tervikuna. Nii puhast merevett kui ka looduslike
27 liikide mitmekesisust ja head tervist käsitleva alleesmärgi puhul on kliimamuutustega
28 kohanemise meetmed äärmiselt olulised kehtestatud sihtmärkide täitmiseks. Ühtlasi on
29 võtnud vastu Baltadapt (EL poolt finantseeritav) ja Läänemere strateegia lipulaeva projektid
30 Läänemere kliimamuutustega kohanemisstrateegia ja tegevuskava, millega kaasatakse kõik
31 Läänemere regiooni liikmesriigid kliimamuutustega seotud tegevustesse.

32

33 **4.5. Edasised uuringusuunad**

34 Teadustöö lünkade täitmiseks on vajalik eksperimentaalselt hinnata eri kliimanäitajate
35 (tormid, suurenev merevee temperatuur, vähenev soolsus) eraldi- ja koosmõjusid
36 erinevatele mereökosüsteemi elementidele. Selliseid mõjusid ei saa hinnata olemasolevate
37 aegridade põhjal. Klassikaline mereseire on üles ehitatud staatilistele näitajatele (arvukus ja
38 biomass) ning need tunnused ei näita kliimast tulenevaid muutusi. Kliimaprotsessid
39 käivitavad ulatuslikke muutusi, mille põhjal on oodata suuri režiimihkeid, mille puhul
40 olemasolevad seosed ökosüsteemi elementide vahel ei toimi. Lisaks on vaja kasutada
41 uudseid modelleerimistehnikaid, nt Bayes (statistiliste otsustuste tegemiseks kasutatakse

1 vaatlusandmete kõrval ka eelteadmisi), mille abil oleks võimalik hinnata teadmislünki ning
2 selgitada välja täiendavate uuringute vajadused.

3

4 **4.5.1. Eutrofeerumine**

5 Kliimategurite muutustest tulenevaid muutusi eutrofeerumisprotsessile on kirjeldatud
6 põhiliselt seoses ühe teguri muutumisega, kuid edaspidi on vajalikud uuringud, mis
7 käsitleksid mitmete abiootiliste ja biootiliste tegurite koosmõju. Oluline on uurida
8 pikaajalisi muutusi ökosüsteemis, mis on põhjustatud kõrgeenenud temperatuurist ja
9 suurenenud toitainete sissevoolust. Ka merevee hapestumistest tingitud muutused
10 kooslustes vajavad täiendavaid uuringuid.

11 **4.5.2. Võõrliigid ja bioloogiline mitmekesisus**

12 Võõrliikide ja bioloogilise mitmekesisuse seisukohalt on oluline teostada koosluste levilate,
13 liigilise koosseisu ja populatsiooni suuruste uuringuid. Lisaks võõrliikide seirele on oluline
14 teostada eksperimentaaluuringuid, mis määratleks invasiivsete liikide põhjustatud muutusi
15 ja mõju ulatust põhjakooslustes. Võõrliikide uuringutega peaks selgitama välja nende
16 potentsiaalsed kasutamisevõimalused, nt ümarmudila (*Neogobius melanostomus*)
17 potentsiaali majandatava kalana. Lisaks on oluline välja selgitada võõrliikide osakaalu
18 olulisus kohalike liikide toidubaasis. Samuti oleks vajalik jälgida potentsiaalselt Eestisse
19 levivaid liike, millel võib olla oluline mõju kohalikele liikidele.

20

21 **4.5.3. Toiduahelad**

22 Muutuva kliima tõttu muutub ka meretoiduahelate toimimine, mille suund on hetkel
23 teadmata. Nii vegetatsiooniperioodi varasem algus kui ka vegetatsiooniperioodi üldine
24 pikenemine põhjustab merekeskkonnas potentsiaalselt suuri muutusi, mille jälgimine ja
25 kvantifitseerimine on prioriteetne. Kõrgeenenud temperatuur ja toitainete sisaldus tingib
26 suurenenud primaar- ja sekundaarproduktiooni, mille pikaajaline mõju mereökosüsteemile
27 on teadmata. Seetõttu on oluline uurida eksperimentaalselt nii bentiliste kui ka pelaagiliste
28 koosluste produktiooni muutusi, mis oluliselt mõjutab kalade toidubaasi. Klassikaline seire
29 käsitleb igat toiduahela lüli eraldi, kuid eksperimentaalsete töödega on võimalik vaadelda
30 kogu süsteemi toimumist samaaegselt. Lisaks on muutuvast kliimast oluline uurida kalade
31 kudealade ulatuse ja kvaliteedi muutusi Eesti rannikumeres, mis kirjeldaksid otseselt
32 kliimamuutuste mõju muutuvatele toiduahelatele.

33

34

1 5. Ökosüsteemiteenused

2 **Peterson, Kaja; Uustal, Meelis**
3 **Säästva Eesti Instituut, SEI Tallinn**

4 5.1. Sissejuhatus

5 Ökosüsteemiteenused on keskkonnakaitseks, sotsiaalsed ja majanduslikud hüved, mida
6 ökosüsteemid pakuvad inimestele (Millennium Ecosystem Assessment, 2005).
7 Ökosüsteemiteenuste kontseptsioonile on iseloomulik inimkeskne lähenemine, mistõttu
8 lähtutakse heaolust ja kasust, mida inimesed, ühiskond või majandus nendest teenustest
9 saavad.

10 Ökosüsteemiteenuste kontseptsiooni süsteemne uurimine ja arendamine sai alguse 1970.
11 aastatel (de Groot, 1992), mil alustati ka ökosüsteemiteenuste rahalise hindamise
12 põhimõtete väljatöötamist. Teadlaste ja poliitikakujundajate jaoks muutus teema eriti
13 aktuaalseks alates 2005. aastast seoses Aastatuhande ökosüsteemide hindamise aruande
14 valmimisega (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Aruandele eelnes üle 1300
15 teadlase mitme aasta pikkune ühistöö, mille käigus kirjeldati ökosüsteemide seisundit ning
16 nende poolt osutatavaid teenuseid. Aruande koostamise käigus loodi teaduslik alus
17 ökosüsteemide teenuste klassifitseerimiseks ja seeläbi nende tõhusamaks kaitseks.

18 Kuna inimese elukvaliteet ei sõltu ainult materiaalistest asjadest, vaid ka tervisest ja puhtast
19 elukeskkonnast, headest sotsiaalsetest suhetest, turvatundest, samuti vabadusest iseseisvalt
20 valikuid teha ja tegutseda, jagatakse ökosüsteemiteenused paljudeks hüvedeks, mis toetavad
21 inimkonna heaolu (Millennium Ecosystem Assessment, 2005).

22 Ökosüsteemide teenused on vastavalt Millennium Ecosystem Assessment (2005)
23 metoodikale jagatud nelja kategooriasse:

- 24 1. tugiteenused (*supporting services*) – teenused nagu aineringe, mullateke,
25 fotosüntees, elupaigad;
- 26 2. reguleerivad teenused (*regulating services*) – kliimat, vee-, õhu- ja mullakvaliteeti,
27 veevarusid ja üleujutusi mõjutavad teenused, samuti tolmeldamine ja mullaviljakuse
28 hoidmine;
- 29 3. varustusteenused (*provisioning services*) – teenused, mida inimene saab
30 ökosüsteemilt nt toidu, vee, puidu jm materjalidena;
- 31 4. kultuuriteenused (*cultural services*) – teenused, millega loodus pakub esteetilist ja
32 vaimset naudingut, on lõõgastumise kohaks ja uute teadmiste allikaks.

33 Sarnaselt klassifitseeritakse ökosüsteemiteenuseid ka TEEB (*The Economics of Ecosystems*
34 *and Biodiversity*) metoodikas (TEEB, 2015), kuid mõnevõrra erinevalt CICES (*Common*
35 *International Classification of Ecosystem Services*) metoodika järgi (Külvik, 2014). TEEB
36 ja CICES metoodikad ongi praegu kõige laialdasemalt kasutusel ökosüsteemiteenuste
37 määratlemisel ning nende väärtuste ja hindade arvutamisel.

38 Aastatuhande ökosüsteemiteenuste hindamise aruandes (2005) märgitakse, et ligi pool
39 ökosüsteemide poolt pakutavatest teenustest Maal on kas degradeerunud või neid tarbitakse
40 jätkusuutmatult. Ökosüsteemide (lihtsustatult „looduse“) poolt pakutavate
41 ökosüsteemiteenuste ulatusest ja kvaliteedist sõltuvad inimeste igapäevaelu ja
42 majandustegevus, kulutused toidule, transpordile, kommunaalteenustele ja tervishoiule.

1 Kõik need teenused on kas asendamatud tehislake alternatiivide poolt või osutuvad äärmiselt
2 kulukateks. Ökosüsteemiteenuste suurt majanduslikku väärtust hoomatakse tihti alles siis,
3 kui lõppeb looduslik tasuta teenuse osutamine ning inimene peab selle töö üle võtma. Seni
4 aga ei kajastu paljude ökosüsteemiteenuste tegelik väärtus nende toodete ja teenuste hinnas.
5 See asjaolu on osaliselt tinginudki vajaduse ökosüsteemiteenuste kontseptsiooni järele.

6 Eestis on ökosüsteemiteenuste teemasid uuritud ja analüüsitud kõigis neljas suuremas
7 ülikoolis ning Säästva Eesti Instituudis. Tegeletud on nii ökosüsteemiteenuste mahtude kui
8 ka nende rahalise väärtuse hinnangutega. Riiklikult koordineerib ökosüsteemiteenuste
9 kaardistamist ja hindamist Keskkonnaagentuur. Kõigi nimetatud kuue osapoole koostöös
10 on elluviimisel üks suuremaid ökosüsteemiteenuste teemalisi projekte – „Mere ja
11 siseveekogude ökosüsteemiteenuste määramise ja kaardistamise metodoloogia
12 väljatöötamine“.

13 Vajadus ökosüsteemiteenuste määratlemise ja hindamise järele tuleneb ka Euroopa Liidu
14 bioloogilise mitmekesisuse strateegiast (EU Biodiversity, 2012) ja Eesti looduskaitse
15 arengukavast aastani 2020 (Keskkonnaministeerium, 2012). Ökosüsteemiteenuste
16 hindamise olulisust rõhutatakse ka konkurentsivõime kavas „Eesti 2020“ (2014) ja selle
17 tegevuskavas ning Keskkonnaministeeriumi valitsemisala arengukavas aastateks 2015–
18 2018 (Keskkonnaministeeriumi, 2014).

19 Antud projektis on määratletud järgmised alavaldkonnad:

- 20 • **mereökosüsteemide** teenused
- 21 • **mageveeökosüsteemide** teenused;
- 22 • **metsaökosüsteemide** teenused;
- 23 • **soode** ökosüsteemide teenused;
- 24 • **tolmeldamise** teenus;
- 25 • **mullaökosüsteemide** teenus;
- 26 • **niiduökosüsteemide** teenused;
- 27 • **linnaökosüsteemide** teenused.

28

29 **5.2. Metoodika**

30 **5.2.1. Hetkeolukorra analüüs**

31 Ökosüsteemide teenused on vastavalt *Millennium Ecosystem Assessment* (2005)
32 metoodikale jagatud nelja kategooriasse: tugiteenused, reguleerivad teenused,
33 varustusteenused ja kultuuriteenused. Iga nelja käsitletava ökosüsteemi (meri, magevesi,
34 mets, soo) teenused moodustavad omaette peatüki, milles antakse esmalt kokkuvõtlik tabel
35 selle ökosüsteemiteenuste jagunemise kohta nelja kategooria vahel. Neljale peatükile
36 lisanduvad mullaökosüsteemi ja tolmeldamisteenuse peatükid. Eestis pole veel kasutusel
37 ühtset ÖST-ide klassifikaatorit. Antud töös on ökosüsteemiteenuste loetelu koostamisel
38 aluseks võetud Põhjamaades ökosüsteemiteenuste sotsiaalmajandusliku tähtsuse hindamise
39 aruanne, nn TEEB *Nordic* (Kettunen *et al.*, 2012), mis annab piisava üldistusastme. Töö
40 käigus on klassifikaatorit täiendatud. Mere- ja mageveeökosüsteemide teenuste puhul oli
41 oluliseks allikaks Euroopa Majanduspiirkonna Finantsmehhanismi 2009–2014 programmi
42 „Integreeritud sise- ja mereveekogude majandamine“ projektis „Mere ja siseveekogude
43 ökosüsteemiteenuste määramise ja kaardistamise metodoloogia väljatöötamine“ välja
44 toodud teenuserühmad. Detailne ülevaade mere ökosüsteemiteenustest on kättesaadav peale

1 eelnimetatud projekti lõppu 31.12.2015. Ülevaateks etteantud mahtu arvestades on loobutud
 2 tugiteenusrühmade kirjeldamisest, kuna see kujuneks ökoloogia põhitõdede kirjeldamiseks,
 3 mis aga kliimamuutustega kohanemise strateegia kontekstis ei annaks käesoleval juhul palju
 4 juurde. Seepärast on need tabelis toodud vaid informatiivse teabena.

5 Igas vastava ökosüsteemi peatükis iseloomustatakse ökosüsteemiteenuste alamkategoriaid
 6 kahest aspektist lähtuvalt. Esmalt antakse kirjeldav, allikatele toetuv teave probleemidest,
 7 võimalustest ja ohtudest antud alamkategorია kohta. Seejärel kirjeldatakse, kuidas
 8 ilmastikunähtused (nt üleujutused, ekstreemsed temperatuurid, tormid jne) on minevikus
 9 antud ökosüsteemiteenuse alamkategoriat mõjutanud. Kui asjakohane teave puudub, siis
 10 seda märgitakse. Eraldi peatükki on koondatud meetmed, mis aitavad kaasa
 11 kliimamuutustega kohanemisele. Seejuures tuuakse välja kliimamuutuste mõjudega
 12 kohanemise meetmed (edaspidi kohanemise meede), mida juba ka rakendatakse.

13

14 5.2.2. Mõjude analüüs

15 5.2.2.1.Sotsiaalmajandusliku mõjuga ja kliimamuutuste suhtes haavatavate 16 ökosüsteemiteenuste väljavalimine

17 Töös käsitletakse seitset ökosüsteemi (mere-, magevee-, metsa, soo-, mulla-, niidu- ja
 18 linnaökosüsteemid) ning üht eraldi ökosüsteemiteenust – tolmeldamist, mis pakuvad
 19 ühtekokku vähemalt 215 ökosüsteemiteenust. Viimased jagunevad ökosüsteemide ja kolme
 20 kategooria (varustusteenused, reguleerivad teenused ja kultuurilised teenused) vahel
 21 järgmiselt (vt **Tabel 16** mustas kirjas).

22

23 **Tabel 16.** Antud töös algselt kirjeldatud (mustas kirjas) ja hindamise tulemusena välja valitud (punases kirjas)
 24 ökosüsteemiteenused.

Ökosüsteemid	Varustusteenused	Reguleerivad teenused	Kultuuriteenused	Kokku:
1.Meri	17/2	6/4	11/2	34/8
2.Magevesi	17/2	10/5	9/2	36/9
3.Mets	17/5	13/5	7/1	37/11
4.Soo	14/3	12/5	11/1	37/9
5.Muld	2/1	7/6	4/0	13/7
6.Tolmeldamine	6/4	1/1	5/1	12/6
7.Niidud ja rohumaad	7/3	6/3	11/0	24/6
8.Linnaökosüsteemid	7/2	8/4	7/2	22/8
Kokku:	87/22 (25%)	63/33 (52%)	65/9 (14%)	215/64 (30%)

25

26 Selleks, et paremini mõista kirjeldatud ökosüsteemiteenuste sotsiaalmajanduslikku tähtsust
 27 ja selle haavatavust kliimamuutusele, paluti projekti ekspertidel valida välja viis nende
 28 hinnangul olulist ökosüsteemiteenust iga ökosüsteemi ja tolmeldamisteenuse kohta
 29 tervikuna nii varustus-, reguleerivate kui ka kultuuriteenuste lõikes. Igal eksperdil tuli
 30 näiteks mere ökosüsteemiteenuste (kokku 34 teenuse) lõikes valida välja viis ja anda skaalal
 31 1–5 (vähe oluline kuni väga oluline) hinnang teenuse sotsiaalmajanduslikule tähtsusele.
 32 Edasi tuli ekspertidel anda hinnang nende valitud viie teenuse haavatavusele
 33 kliimamuutuste suhtes skaalal 0–5 (mõju puudub kuni oluline mõju). Sellise hindamise
 34 tulemusena jäid sõelale 64 teenust ehk 30% algselt kirjeldatud ökosüsteemiteenustest
 35 (**Tabel 16** punases kirjas). Hindamise tulemustest lähtuvalt pidasid eksperdid olulisemateks
 36 reguleerivaid teenuseid, kuivõrd sõelale jäi 52% algselt kirjeldatud teenustest. Järgnesid

1 varustusteenused, millest sõelale jäi 25% algsetest teenustest. Kõige madalamalt hinnati
2 kultuuriteenuseid, mille algsest 65-st teenusest hinnati olulisteks 9 (14%). Kõigist 215-st
3 algselt kirjeldatud ökosüsteemiteenusest peeti sotsiaalmajanduslikult olulisteks ja
4 kliimamuutuste poolt haavatavateks 64 teenust (30%). Töörühma eksperdid andsid oma
5 hinnangud nii ühise koosoleku käigus (**Foto 1**) kui hiljem individuaalselt, täites selleks
6 vastavad tabelid. Kokku osales hinnangute andmises 25 eksperti.

7



8

9 **Foto 1.** Ökosüsteemiteenuste sotsiaalmajandusliku tähtsuse ja kliimahaavatavuse hindamine ekspertide poolt 9.03.2015.

10

11

12 **5.2.2.2. Kliimamuutuste mõju hindamine**

13 Keskkonnauuringute Keskuse pakutud metoodikat ja tulemuste vormistamise tabelit
14 kohandati nii, et mõjuhindamise aluseks võeti kaht tüüpi kriteeriume: a) neli ajalist perioodi
15 (2015–2020, 2021–2030, 2021–2050 ja 2051–2100) ja b) kaks kliimastenaariumi (RCP4.5
16 ja RCP8.5). Kahe kliimastenaariumi RCP4.5 ja RCP8.5 puhul on arvestatud seda, kuivõrd
17 sekkutakse poliitiliste ja regulatiivsete meetmetega emissioonide vähendamisse. Esimese
18 stsenaariumi (RCP4.5) puhul on sekkumise määr kõrgem kui teise stsenaariumi (RCP8.5)
19 puhul, mistõttu teise stsenaariumi korral on võimalikud kliimamuutused tänasega võrreldes
20 kõige äärmuslikumad.

21 Kliimariske, mille suhtes ökosüsteemiteenuste haavatavust hinnati, oli antud töös enamasti
22 14 (**Tabel 17**). Mageveeökosüsteemiteenuste puhul on lisatud 15. kliimarisik –
23 siseveekogude jääkatteperioodi lühenemine ja jääkatte ebapüsivuse suurenemine, kuivõrd
24 valdkonnaekspertide hinnangul on see siseveekogude puhul oluline. Kuivõrd
25 kliimastenaariumite perioodid (Luhamaa *et al.*, 2015) ühtivad käesolevas projektis
26 soovitatavate ajaperioodidega vaid ühes ajalisel punktil (2100. aastal), on mõjuhindamise
27 hõlbustamiseks tehtud iga kliimarisiki muutuse tuvastamiseks matemaatiline tagasiarvutus
28 aastani 2015 (**Tabel 17**). Tabelis esitatud numbrid näitavad iga perioodi lõpuks toimunud
29 indikatiivset muutust. Tuleb veel kord rõhutada, et tegemist on matemaatilise abivahendiga.

30

1 **Tabel 17.** Antud töös kasutatud kliimarisikide loetelu ökosüsteemiteenuste valdkonnas ja vastavate näitajate matemaatilisel lihtsustatud muutus iga stsenaariumi iga perioodi lõpuks.

	Kliimarisikid / Perioodid	RCP 4.5				RCP 8.5			
		kuni 2020	2021–2030	2021–2050	2051– 2100	kuni 2020	2021– 2030	2021–2050	2051–2100
1	Aastakeskmise temperatuuri tõus	+0,2 °C	+0,5 °C	+1 °C	+2,6 °C	+0,3 °C	+0,8 °C	+1,8 °C	+4,3 °C
2	Aastakeskmise sademete hulga kasv	+1%	+2%	+6%	+14%	+1%	+3%	+8%	+19%
3	Üle 30 mm/ööpäevas sademete esinemise tõenäosuse kasv	+11%	+33%	+77%	+188%	+16%	+48%	+112%	+272%
4	Aastakeskmise päikesekiirguse vähenemine	-0,2%	-0,5%	-1,2%	-3%	-0,3%	- 0,9%	-2.1%	-5%
5	Lumikattega päevade arv	94	89	80	56	93	86	72	37
6	Jäätapäevade arvu kasv	kasv				<5 päeva	<7 päeva	<9 päeva	<15 päeva
7	Merejää tekke ulatus talvel	Soome lahe rannikualadel, Väinameres ja Liivi lahes	Soome lahe rannikualadel, Väinameres ja Liivi lahes	Soome lahe rannikualadel, Väinameres ja Liivi lahes, kuid jää paksus 2-3x kahanenud	vaid Soome lahe rannikualadel	Soome lahe rannikualadel, Väinameres ja Liivi lahes	Soome lahe rannikualadel, Väinameres ja Liivi lahes	Soome lahe rannikualadel, Väinameres ja Liivi lahes, kuid jää paksus 2–3 × kahanenud	vaid Soome lahe kirdeosas
8	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel	+18%							
9	Merevee aastakeskmise temperatuuri tõus	+0,1 °C	+0,3 °C	+0,7 °C	+1,6 °C	+0,2 °C	+0,4 °C	+1 °C	+2,4 °C
10	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus	+0,1 °C	+0,3 °C	+0,7 °C	+2 °C	+0,2 °C	+0,4 °C	+1 °C	+7 °C
11	Mereveetaseme tõus	+3 cm	+8 cm	+20 cm	+48 cm	+4 cm	+11 cm	+26 cm	+64 cm
12	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	ühtlustumine ja vähenemine							
13	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	sagenemine							
14	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	tõus							
15	Siseveekogude jääkatte perioodi lühenemine ja jääkatte ebapüsivuse suurenemine (kasutatud ainult magevee ökosüsteemiteenuste puhul)	vähenemine							

2

3

1 Tabelid kaheksa valdkonna (mere-, magevee-, metsa, soo-, mulla-, niidu- ja
 2 linnaökosüsteemid ning tolmeldamine) ökosüsteemiteenustest ja neid mõjutavatest
 3 kliimariskidest on toodud käesoleva töö lisades 1–8 (vt **Lisa 1.** Kliimariskide mõju
 4 **mereökosüsteemi** teenustele; **Lisa 2.** Kliimariskide mõju **mageveeökosüsteemi** teenustele;
 5 **Lisa 3.** Kliimariskide mõju **metsaökosüsteemi** teenustele, **Lisa 4.** Kliimariskide mõju
 6 **sooökosüsteemi** teenustele; **Lisa 5.** Kliimariskide mõju **tolmeldamise** teenusele; **Lisa 6.**
 7 Kliimariskide mõju **mullaökosüsteemi** teenustele; **Lisa 7.** Kliimariskide mõju
 8 **niiduökosüsteemi** teenustele ja **Lisa 8.** Kliimariskide mõju **linnaökosüsteemi** teenustele).
 9

10 **5.3. Alavaldkondlik hetkeolukorra analüüs**

11 Igas järgnevas allpeatükis iseloomustatakse käesolevas projektis eristatud viit
 12 ökosüsteemiteenuste alavaldkonda kahest aspektist lähtuvalt. Esmalt antakse kirjeldav,
 13 allikatele toetuv teave probleemidest, võimalustest ja ohtudest antud alamkategoria kohta.
 14 Seejärel kirjeldatakse, kuidas ilmastikunähtused (nt üleujutused, ekstreemsed
 15 temperatuurid, tormid jne) on minevikus antud ökosüsteemiteenuse alamkategoriat
 16 mõjutanud. Kui asjakohane teave puudub, siis seda märgitakse.

17 Eraldi peatükki on koondatud meetmed, mis aitavad kaasa kliimamuutustega kohanemisele.
 18 Seejuures tuuakse välja kliimamuutuste mõjudega kohanemise meetmed (edaspidi
 19 kohanemise meede), mida juba ka rakendatakse.

20 Iga eristatud alavaldkonda kirjeldatakse nelja kategoria põhjal: **tugiteenused**,
 21 **reguleerivad** teenused, **varustusteenused** ja **kultuuriteenused** (vt ka ülevaattetabelid iga
 22 allpeatüki alguses, tabelid 18–25).

23

24 **5.3.1. Mere- ja rannikuökosüsteemid ja nende teenused**

25 **Tabel 18.** Mere- ja rannikuökosüsteemid ja nende teenused.

Tugiteenused:	Varustusteenused:
1. Aineringete toimimine	1. Looduslike merekalade ja mereandide saak
2. Mullateke	2. Merekalade ja mereandide kasvatus
3. Fotosüntees	3. Ulukid
4. Ökosüsteemide stabiilsuse ja vastupanuvõime hoidmine	4. Vetikate ja teiste veetaimede saak
5. Seemnete levitamine	5. Bioenergia allikad
6. Troofiliste tasemete toimimine	6. Loomasööt
7. Geneetiline mitmekesisus	7. Väetised
8. Liigiline mitmekesisus	8. Nahk, karusnahk ja linnusuled
9. Koosluste mitmekesisus	9. Muud materjalid
10. Elutsükli säilitamine	10. Looduslikud ravimid
11. Kasvukohtade, paljunemisalade ja geenivaramu säilitamine	11. Looduslikud toidulisandid
	12. Kosmeetika toorained
	13. Mittemeditsiinilised looduslikud biokemikaalid
	14. Looduslikud toonijad ja värvid
	15. Setted tööstusele ja meditsiinile

	16. Joogivesi
Reguleerivad teenused:	Kultuuriteenused:
1. Süsiniku hoidmine ja sidumine	1. Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused
2. Kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine	2. Harrastusjahipidamine
3. Üleujutuste ennetamine ja leevendamine	3. Harrastuskalapüük ja kalaturism
4. Haiguste ja patogeenide (taimedel, loomadel, inimesel) ohjeldamine	4. Muud loodusharrastused
5. Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumulatsioon	5. Arhitektuur ja disain
6. Vee bioloogiline filtratsioon	6. Kunst
	7. Rahvuslikud ja piirkondlikud väärtused ja identiteet, looduslikud sümbolid ja pühapaigad
	8. Traditsiooniline käsitöö
	9. Stressi ja sellega seotud probleemide ja haiguste vähendamine
	10. Hariduse ja teaduse edendamine

1

2 • **Varustusteenused**

3

4 **1. Looduslike merekalade ja mereandide saak**

5 **1.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

6 Kalad. 2007.–2012. a andmetel olid olulisemad Läänemerest toiduks püütud merekalad kilu
7 (27 000–51 000 t/a), räim (14 000–21 000 t/a), tursk (600–1100 t/a) ja lõhe
8 (Põllumajandusministeerium, 2013). Lisaks oli rannikumerest kutselise kalapüügi maht
9 2007.–2012. a 8000–14 000 t/a ning hõlmas üle 40 liigi. Olulisemad rannikumerest püütud
10 kalaliigid on 2012. aasta püügikoguste järgi räim, ahven, meritint, lest, koha, särg,
11 hõbekoger, vimb, kiisk, haug, nurg, tuulehaug ja merisiig. Harrastuspüügi hinnanguline
12 kogus Eesti rannikul oli 2010. a ligikaudu 500 tonni, mis on ligikaudu kümnendik nende
13 kogupüügist (Põllumajandusministeerium, 2013). Vesiviljeluse arengukava 2014-2020
14 andmetel ei ole Eesti meres sumbakasvatust, kuid arenguvõimalusi soovitakse läbi tõtada ja
15 katsetada (Vesiviljeluse arengukava 2014-2020)

16 **1.2. Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

17 Kalavarude seisundit mõjutavad tegurid, mis mõjutavad kalade põlvkondade arvukust, on
18 esiteks kudekarja arvukus ning teiseks abiootilised tingimused sigimisperioodil
19 (temperatuur, soolsus) (Kalavarude seisund, 2014) ning lühiajaliste ekstreemsete tingimuste
20 sagedasem esinemine. Keskkonnaministeeriumi hinnangul (Kalavarude seisund, 2014)
21 mängivad need kaks tegurit erinevate liikide puhul erinevat rolli. Kui keskkonnatingimused
22 pole soodsad, siis ei pruugi aidata ka suurearvuline kudekari. Kõrgem veetemperatuur
23 soodustab niitjate vetikate vohamist ning halvendab kudealade kvaliteeti.

24 Veetemperatuuri tõus võib soodustada võõrliiki kalade levikut. Nt hõbekogre (*Carassius*
25 *gibelio*) arvukuse hüppelise tõusu põhjustas 1990. aastate ebatavaliselt pikad ja soojad
26 suved (Vetemaa *et al.*, 2005). Samuti soodustab Läänemere veetemperatuuri soojenemine
27 ümarmudila (*Neogobius melanostomus*) levikut Eesti rannikumeres, mis võib omakorda
28 kaasa tuua olulisi muutusi kogu kalastiku liigilises koosseisus.

1

2. Merekalade ja mereandide kasvatus

2.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

- a) **Kalad.** Varem on kalasumpasid rajatud põhjarannikule Kolga lahte ning Saaremaale Tagamõisa lahte, kuid need tegutsesid lühiajaliselt (Sakkeus ja Lassur, 2014). Eestis ei ole 2014. a seisuga meres kalade sumbakasvandusi. Keskkonnast tingitud põhjused seisnevad selles, et Eesti rannikumeres on kalakasvatuseks sobilike tingimustega kohti vähe – mõnes kohas Soome lahes ja Saaremaa looderannikul. Praegu toimub vesiviljeluse alane teadus- ja arendustöö Eesti Maalikooli ja Tartu Ülikooli osalusel, mille käigus analüüsitakse muuhulgas ka mere-vesiviljeluseks sobilike keskkonnatingimustega alasid ja vesiviljelusvõtteid. Samuti on katsetamisel uue kalasumba rajamine Saaremaale.

Keskkonnatingimuste poolest sobivad kalasumpade paigutamiseks kohad, kus on hea looduslik veevahetus, piisav sügavus (üle 10 m), vesi ei soojene suvel liigselt, jääkatteperiood on lühike ning tagatud on kaitse tormide eest (väinades, saarte varjus või lahtedes) (Sakkeus ja Lassur, 2014). Suurimad ohud sumpadele on jääolud ja tormid. Ohuks merekeskkonnale on kalade toitmiseks kasutatav sööt, mis suurendab merekeskkonna toitelisust, kalade haiguste vältimiseks kasutatavad preparaadid ning kalade väljaheited, mis samuti kahjustavad merekeskkonda ja teisi liike.

- b) **Karbid** (*Mytilus trossulus*, *M. edulis*, *Dreissena polymorpha*). Karpe saab kasvatada vee puhastamiseks nt kalakasvatustes, inimtoiduks, loomasööda ja väetiste (Ca, mikrotoitained) valmistamiseks (Sakkeus ja Lassur, 2014). Praegu karpide kasvatamisega Eestis ei tegeleta. Põhjuseks on ebasoodsad looduslikud tingimused, kuivõrd vähesoolane ja külm vesi pidurdab karpide kasvu. Karpide kasvatamiseks Eestis on Tartu Ülikooli Eesti Mereinstituut teinud eeluuringuid Pärnu lahes. Kuna Eestis jäävad karbid kasvult pisikeseks, on teised kasutusviisid peale inimtoidu perspektiivikamad.

- c) **Vetikad** (agarik, *Furcellaria lumbricalis*). Lahtise agariku kultiveerimist suletud sumpades katsetas Vormsi Agar OÜ 2014. a projekti "Punavetika kasvatamise võimalikkuse ning kasvatamise mõju merekeskkonnale uurimine Väinameres" käigus. TÜ Eesti Mereinstituudi uuringutele toetudes on nimetatud majandustegevus võimalik.

2.2. Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud

Suurimad ohud sumpades kala- ja vetikakasvatamisele on jääolud ja tormid.

34

3. Ulukid

3.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

- a) **Hallhüljes.** Hallhülgest saab liha toiduks, rasva immutus- ja värvimisvahendiks ning nahka käsitööks (Hallhülge kaitse tegevuskava, 2011). Hallhülge küttimine taastati 2015. a kevadel. Püügimaht on 1% eelmise aasta populatsiooni suurusest, mis teeb hinnanguliselt 50 looma (KAUR, 2015).

- b) **Veelised jahilinnud** (haned, pardid). Veeliseid jahilinde kütitakse enamasti toiduks. Jahihooajal 2012/2013 kütiti Eestis üle 17 800 hane ja pardi, kuid see hõlmab ka sisemaa statistikat (Jahiulukite küttimine, 2014).

3.2. Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud

- a) Hallhüljes poegib avamerelisel triivjääl ja lahvandustes, kuid jää puudumisel võib ta poegida ka maismaal (Hallhülge tegevuskava, 2011). Sigimisedukus on olnud suurem jäälepoegijate seas. Seega võib kliima soojenemine, eriti jää puudumine poegimisajal veebruaris-märtsis, mõjutada otseselt hallhülge asurkonna suurust.

48

- 1 b) Kliimamuutused on osaliselt põhjustanud mõnede veelindudest jahiulukite arvukuse
2 muutusi Läänemeres – nt suurenenud on valgepõsk-lagle (*Branta leucopsis*) arvukus ja
3 vähenenud auli (*Clangula hyemalis*) arvukus (Skov *et al.*, 2011). Kõige negatiivsemalt
4 mõjutavad kliimamuutused mitmeid arktilises tundras pesitsevate ja Eestist
5 läbirändavate jahilindude seisundit.

7 4. Vetikate ja teiste veetaimede saak

8 4.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

- 9 a) Töenduslikult kogutakse Eesti merevetes punavetikaliiki **agarik** (*Furcellaria*
10 *lumbricalis*) Hiiumaa ja Saaremaa vahelisel merealal (Sakkeus ja Lassur, 2014).
11 Agarikust saadavat polüsahhariidi furtsellaraani kasutatakse Eestis toiduainetööstuses
12 marmelaadide ja sefiiri valmistamisel stabiliseeriva, paksendava ja geelistava ainenä.
13 Mujal maailmas kasutatakse furtsellaraani ka kosmeetika- ja farmaatsiatööstuses.
14 Kassari lahe kinnitumata punavetikakoosluse pindala on ca 180 km² ja varud 200 000 t
15 (märgkaalus 150 000 t). Agariku sealne püügilimiit on 3000 t/a, reaalne väljapüük on
16 olnud kuni 1800 t/a. Lisaks kogutakse ka agariku kinnitunud vormi, mis on
17 tormiheitmena rannale uhutud. Selle maht kõigub aastati hinnanguliselt vahemikus 50–
18 500 tonni. Tootmisjääke saaks teoreetiliselt kasutada väetisena, kuid praegu tehakse
19 seda väikeses mahus. Tartu Ülikool tegeleb punavetika kultiveerimise uurimise ja
20 katsetustega ning Tallinna Ülikool punavetika koostise uuringutega. Ohtudeks on vetika
21 hävimine ülepüügi ja reostuse tõttu.
- 22 b) **Põisadru** (*Fucus vesiculosus*) kasutatakse mõnel pool rannaaladel aianduses väetisena
23 (vt p 8). Kasutatavad kogused pole teada.

24 4.2. Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud

- 25 a) Agarik on epiliitne vetikas kasvades kivistel merepõhjal 3–9 m sügavusel ja erinevalt
26 teistest punavetikatest talub ta hästi merevee madalat soolsust, kuid on tundlik vee
27 läbipaistvuse suhtes. Seetõttu mõjutab teda merevee toitelus, mis vetikate paljunemise
28 tõttu vähendab vee läbipaistvust. Kliima soojenemise tõttu võib niitjate efemeersete
29 vetikate vohamine sageneda ning agariku levikut ja massi piirata. Agariku lahtist vormi
30 mõjutavad suured tormid, mis võivad konkreetsetel aastatel toodangut vähendada.

- 31 b) Põisadru leidub rannal suurte kogumitena pärast jääminekut ja torme.

33 5. Bioenergia allikad

34 5.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

- 35 a) **Pilliroogu** saab kasutada katusematerjalina aga ka otsepõletamiseks tahke
36 biokütusena, vääristada pelletiteks või brikettideks ja muundada vedelaks
37 biokütuseks (Miljan ja Kask, 2013). Vastavate uuringutega tegeletakse, kuid
38 realselt veel ei kasutata, sest pole suudetud lahendada liigse tuhasuse probleemi.
- 39 b) **Mikrovetikate liike**, mis on kiiresti kasvavad ja energiarikkad, saaks potentsiaalselt
40 kasutada biokütuste tootmiseks (Sakkeus ja Lassur, 2014). Neid on võimalik
41 kultiveerida lahtistes basseinides ja fotobioreaktorites. Eestis mikrovetikatest
42 biokütust ei toodeta. Mikrovetikatest biokütuste tootmise uuringuid teeb Tartu
43 Ülikool.

44 5.2. Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud

- 45 a) Külmad talved soodustavad roostiku lõikamist jää pealt. Roostike pindala võib
46 väheneda ebasoodsate jääolude, tugevate tuulte, karjatamise intensiivsuse ja pilliroo
47 lõikamise mahu suurenemise ning ökoloogiliste häirete, nagu põud või pakane,
48 tõttu. Rooalade laienemist soodustab loomade karjatamise intensiivsuse ja roo
49 lõikamise mahu vähenemine, kliima soojenemine ja vee eutrofeerumine.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46

6. Loomasööt

6.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

- a) **Kalajahu.** Kalajahu toodetakse tervest kalast ja/või luudest ning soolikatest ning kasutatakse loomasöödana (PRIA, 2010). Kalajahu toodab 2010. a seisuga Eestis vähemalt üks ettevõtte, kuid tootmise maht Eestis on teadmata.
- b) **Karbid** (*Mytilus trossulus*, *Mytilus edulis*, *Dreissena polymorpha*). Vt p 3.
- c) Rannaniidud pakuvad kariloomadele toitu. Kariloomade poolt aastane tarbitav kogus on teadmata. Vt ka p 1.

6.2. Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud

Teave puudub.

7. Väetised

7.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

- a) Rannikule uhutud vetikaid, nt **agarikku** (*F. lumbricalis*), **põisadru** (*Fucus vesiculosus*) ning erinevaid niitjate vetikate liike on kasutatud põldude väetamisel, kuid sellest on võimalik valmistada ka toidulisandeid, kosmeetika- ja meditsiinitooteid (Sakkeus ja Lassur, 2014). Praegune kasutusmaht Eestis on teadmata. Vetikate kasutusvõimaluste uuringutega ei tegeleta.
- b) **Karbid** (*Mytilus trossulus*, *Mytilus edulis*, *Dreissena polymorpha*). Vt p 3.

7.2. Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud

Tormidega uhutakse põisadru rannale, kust seda saab koguda ja väetisena kasutada.

8. Nahk, karusnahk ja linnusuled

8.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

- a) **Hallhüljes.** Hallhülge nahka saab kasutada rannarahva traditsioonilises käsitöös (Hallhülge kaitse tegevuskava, 2011). Praegu teadaolevalt ei kasutata. Vaatamata 2015. a kevadel antud 53 looma küttimise õigusele ei ole lubatud neid loomi ega nendest valmistatud tooteid müüa. Vt p 3.
- b) **Kalanahk.** Kalanahka kasutatakse käsitöös. Kasutusmaht on teadmata.
- c) **Linnusulgede** kasutamise kohta teave puudub.

8.2. Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud

Teave puudub.

9. Muud materjalid

9.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

- a) Pilliroogu kasutatakse katusekattematerjalina rannaaladel ja saartel. Samal eesmärgil on pillirool ka teatud eksporditur. (Sakkeus ja Lassur, 2014; Miljan ja Kask 2013). Roostike kogupindala on Eestis üle 26 000 ha, millest on võimalik lõigata aastas hinnanguliselt pool. Biomassi saak hektarilt on 3–10 t/a. Ajavahemikul 1996–2009 oli Eesti rannikualadel pilliroo juurdekasv keskmiselt 276 ha/a (Eesti riikliku... 2010, Miljan ja Kask 2013 järgi).
- b) **Meriheina** (*Zostera marina*) kasutatakse pehme mööbli valmistamisel ja remondil, samuti alternatiivse soojustusmaterjalina fassaadide ja katuste katmiseks, pragude tihendamiseks ja madratsite täitevahendina. Praegune kasutusmaht Eestis on teadmata. Meriheina ja põisadru kasutusvõimaluste uuringutega ei tegeleta.

9.2. Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud

Teave puudub.

10. Looduslikud ravimid

10.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Rannikul võib kasvada taimi, mida kasutatakse ravimtaimena, kuid täpsemad andmed puuduvad.

10.2. Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud

Teave puudub.

11. Looduslikud toidulisandid

11.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

a) Rannikule ujutud põisadrust (*Fucus vesiculosus*) on võimalik valmistada ka toidulisandeid (Sakkeus ja Lassur, 2014). Eestis neid ei toodeta, kuid läbi on viidud sellealaseid keemilisi uuringuid. Vt p 8.

b) Agarikku (*Furcellaria lumbricalis*) kasutatakse furtsellaraani tootmiseks, mida saab kasutada stabiliseeriva, paksendava ja geelistava ainenä toidu-, põllumajandus-, kosmeetika- ja farmaatsiatööstuses. Loodusliku värvaine ekstraheerimise allikas. Vt ka p 5.

11.2. Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud

Agarik on tundlik veeläbipaistvuse suhtes, siis mõjutab teda merevee toitelisus, mis vetikate paljunemise tõttu vähendab vee läbipaistvust. Kliima soojenemise tõttu võib vetikate vohamine sagedana ja agariku levikut ja massi piirata. Vt p 5.

12. Kosmeetika toorained

12.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

a) Ravimuda merelahtedes. Ravimuda on veekogude põhja ladestunud muda, mis on rikas mineraalainete ja/või humiainete poolest. Ravimuda kasutatakse terviseprotseduurides spaades ning kosmeetikatoodete (seebid, šampoonid, kreemid, maskid jm) koostisosana. Suurimad mereäärsed leiukohad Eestis on Mullutu-Suurlaht (919 t), Käina (274 t), Haapsalu laht (162 t) ja Voosi. 2011. aastal kaevandati Eesti merelahtedest 0,3 t meremuda ja 2012. aastal 0,2 t (Maa-amet, 2012, 2013) Perspektiivne on kasutada ravimuda lisaks veterinaarias terviseprotseduuridel ning põllumajanduses väetisena. Ravimuda uuringutega tegelevad Tallinna Ülikool ja Tartu Ülikool.

b) Agarik (vt p. 5)

c) Rannikule ujutud põisadru (*Fucus vesiculosus*) on võimalik valmistada kosmeetika- ja meditsiinitooteid (Sakkeus ja Lassur, 2014). Vt eestpoolt.

12.2. Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud

Teave puudub.

13. Mittemeditsiinilised looduslikud biokemikaalid

1 **13.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

2 Hallhülge rasvast saab immutus- ja värvimisvahendit (Hallhülge kaitse, 2011). Eestis
3 sellega ei tegeleta. Vt p 4.

4 **13.2. Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i**
5 **mõjutanud**

6 Teave puudub.

7

8 **14. Looduslikud toonijad ja värvid (sh värvitaimed)**

9 **14.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

10 Vetikatest on võimalik ekstraheerida värvaineid toiduaine- ja farmaatsiatööstusele.

11 **14.2. Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i**
12 **mõjutanud**

13 Teave puudub.

14

15 **15. Setted tööstusele ja meditsiinile**

16 **15.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

17 a) **Ravimuda** vt p. 13

18 b) **Liivamaardlad**. Merepõhja jäävaid liivamaardlaid kasutatakse eelkõige
19 ehitustegevuseks merekeskkonnas, nt. uued sadamad, olemasolevate ehitiste
20 rekonstrueerimine.

21 **15.2. Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i**
22 **mõjutanud**

23 Suured tormid võivad muuta liivamaardlate pindala, kanda materjali uude kohta,
24 vähendada liivakihi paksust settes. Kõik need muutused võivad vähendada võimalust
25 ehitusliiva kaevandamiseks maardlast.

26

27 **16. Joogivesi**

28 **16.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

29 Potentsiaalselt oleks võimalik merevett magestada ning kasutada nii joogi- kui ka
30 kastmisveena. Hetkel ei ole Eestis vastavat vajadust, kuna puhast magevett on piisavalt.

31 **16.2. Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i**
32 **mõjutanud**

33 Mõju puudub.

34

35

36 • **Reguleerivad teenused**

37 **1. Süsiniku hoidmine ja sidumine**

38 **1.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

39 Läänemere keskosa koos Soome ja Liivi lahtedega toimivad süsiniku talletajana, samas
40 terve Läänemere lõikes toimub tõenäoliselt süsiniku lekkimine atmosfääri CO₂-na (Kulinski
41 ja Pempkowiak, 2011). Keskmiselt lendub Läänemerest süsinikku atmosfääri 2,7 g/m²

1 aastas. Jõgedest saabub Läänemerre 10,9 gigatoni süsinikku aastas, mis on kõige suurem
2 süsiniku allikas Läänemerele.

3 **1.2. Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

4 Läänemere süsinikunäitajad pole konstantsed suurused, vaid sõltuvad kõige rohkem
5 muutustest jõgede sissevoolu hulgas – mida suurem sissevool ehk mida vihasem aasta,
6 seda rohkem kantakse Läänemerre süsinikku.

7

8 **2. Kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine**

9 **2.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

10 Läänemeri mõjutab oma veemassi temperatuuri kaudu kohalikke ilmastikuolusid,
11 ennekõike rannikualadel. Kevadel põhjustab maismaast aeglasemalt soojenev Läänemeri
12 rannikulähedastel aladel aeglasemat kevade kulgu ja jahedamaid temperatuure, samas kui
13 sügisel hoiab maismaast aeglasemalt jahtuv veemass rannikulähedastel aladel kõrgemat
14 temperatuuri ning lükkab edasi ja vähendab öökülmaohtu. Läänemere soojendav mõju
15 kestab kuni jääkatte tekkeni. Jääkatte olemasolu, ulatus ja kestvus Läänemerel mõjutavad
16 samuti Eesti ilma. Samuti mõjutab Läänemeri tuult ja sademete hulka. Läänemere otsene
17 mõju on tuntav kuni 50 km kaugusele rannikust, kaudne mõju kogu territooriumil.

18 **2.2. Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

19 Läänemere soojendav mõju kestab sügisel kauem.

20

21

22 **3. Üleujutuste ennetamine ja leevendamine**

23 **3.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

24 Mereökosüsteemi võime üleujutusi ennetada ja leevendada tähendab ennekõike seda,
25 kuidas toimivad omavahel rannaprotsessid, geoloogiline ehitus ja rannikukoosluste
26 taimestik (Garpe, 2008). Märjalad jm loodusliku taimkattega alad ning kõrgete kallastega
27 või kõvade põhjadega alad (kivid) aitavad rannikul tormiaegsest merevee tõusust tingitud
28 üleujutuste ulatust vähendada ja purustusjõudu leevendada. Üleujutuste ennetamine ja
29 leevendamine on esmatähtis rannikuäärsetes asulates, kus majanduslik kahju võib olla suur.

30 Eestis on üleujutusohuriskiga piirkondi 20, millest 11 asuvad rannikul
31 (Keskkonnaministeerium, 2011).

32 **3.2. Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

33 Kõrge mereveetase ja soodsast suunast puhuv tuul võivad seda üleujutusi soodustada, mitte
34 pärssida (nt jaanuaritorm 2005).

35

36

37 **4. Haiguste ja patogeenide (taimedel, loomadel, inimesel) ohjeldamine**

38 **4.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

39 a) Tsüanobakterid (sinivetikad) võivad veega alla neelates inimese organismi sattuda ning
40 tsüanobakterites sisalduvad toksiinid võivad tekitada allergianähtusid ja mürgistusi.
41 Sinivetikad võivad soodsatel tingimustel suvel massiliselt paljuneda ja põhjustada nn
42 veeõitsengut. Veeõitsengu tekke eeltingimusteks on vaba fosfori ja lämmastiku
43 olemasolu pinnavees, kõrge veetemperatuur ning pikaajaline päikesepaisteline ja nõrga
44 tuulega periood, mil pindmised veekihid ei segune (HELCOM, 2013).

1 b) Haigused ja patogeenid mõjutavad mereökosüsteemi poolt pakutavaid
2 varustusteenuseid ja kaupu vähe. Haiguste ja patogeenide arvukus ja mitmekesisus
3 Läänemere kalades on madal ning neid on vähem kui mageveekaladel. Läänemere
4 kaladel ja hüljestel esineb kuni 4 liiki parasiitseid nematoode, kuid puudub täpsem info
5 nende esinemissageduse kohta neis loomades ja inimtoidus (EFSA, 2010, 2011).

6 **4.2. Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

7 a) Läänemeres toimuvaid veeõitsenguid on jälgitud aastakümneid (helcom.fi). Eelpool
8 kirjeldatud keskkonnatingimused on eelduseks veeõitsengu tekkimiseks Läänemeres.

9 b) Pole teada, mil määral avaldub Läänemere puhul seos tema seisundi ja võime vahel
10 haigusi ja patogeene soodustada või levikut pidurdada.

11 Sinivetikatest eralduvad toksiidid jõuavad aineringses ka filtreerijate karpideni. Vt p. 3,
12 7 ja 8. Nende kasutamisel loomasöödaks ja inimtoiduks tuleb sinivetikate õitsengute
13 ulatusega arvestada.

16 **5. Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja** 17 **akumuleerimine**

18 **5.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

19 Läänemeri talletas 2010. aastal 977 000 tonni lämmastikku ja 38 300 tonni fosforit, mis oli
20 pärit õhust või maismaalt (<http://helcom.fi/>). 1995–2010 aasta võrdlus näitab, et
21 üldkokkuvõttes on Läänemereäärsetest riikidest pärit lämmastiku ja fosfori kogused
22 langustrendis, kuigi riigiti olukord erineb. Raskemetallid ja ajaloolised agrokemikaalide ja
23 tööstussaaste jäägid on talletatud põhjasetesse, kust need võivad jõuda tagasi ringesse
24 setete segunemisel veekihtidega, kas looduslike protsesside (tormid) või inimtegevuse
25 (kaevandamine) tagajärjel.

26 **5.2. Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

27 Teave puudub.

30 **6. Vee bioloogiline filtratsioon**

31 **6.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

32 Karbid filtreerivad veest endale toiduks fütoplanktonit ja detriiti, millega kaasneb vee
33 puhastamine orgaanilisest ainest. Karpide filtreerimisaktiivsus sõltub erinevatest
34 parameetritest – fütoplanktoni kontsentratsioonist vees, vee läbipaistvusest,
35 eutrofeerumisest, soolsusest, temperatuurist, hoovuste kiirusest ja vee liikumisest.
36 Filtratsiooniteenuste maht on uuringute alusel väga varieeruv olenevalt eelnimetatud
37 tingimustest. Filtreerivad karbid suudavad potentsiaalselt Läänemere keskosas eemaldada
38 päevas 5–200% fütoplanktoni varudest (Kotta ja Møhlenberg, 2002; Kotta *et al.*, 2005).

39 **6.2. Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

40 Ekstreemsed temperatuurid vähendavad filtreerimisaktiivsust, suured tormid hävitavad
41 substraati ja karbikooslusi.

43 • **Kultuurilised teenused**

45 **1. Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused**

46 **1.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

- 1 a) Rannikul asub arvukalt puhke- ja supluskohti. Supluskohad rannikul, kus Terviseamet
2 järelevalvet teostab, on Kakumäe, Stroomi, Pikakari, Pirita Tallinnas, Liivalauka,
3 Kärddla, Luidja, Kassari, Tõrvanina ja Mangu rannad Hiiumaal, Narva-Jõesuu ja Toila
4 rand Ida-Virumaal, Paralepa, Aafrika, Vasikaholmi ja Roosta rand Läänemaal, Võsu,
5 Karepa ja Kunda Lääne-Virumaal, Mai, Pärnu, Raeküla, Vana-Pärnu ja Kabli rand
6 Pärnumaal, Kuressaare ja Mändjala Saaremaal. Lisanduvad mitmed arvuka külastajate
7 arvuga mitteametlikud supluskohad (Vääna jmt). Täpsem ülevaade nende randade
8 külastajate arvu kohta puudub.
- 9 b) Peamised välitegevused on süsta- ja kanuuretked, lohesurf, purjetamine. Populaarsemad
10 süsta-ja kanuuretkede paigad on Lääne-Eesti ja Põhja-Eesti rannik ja saarestikud.
- 11 c) Rannikul asub arvukalt kaitsealasid koos matkaradadega. Täpne ülevaade
12 rannikuäärsete kaitsealade ja matkaradade külastatavuse kohta puudub.

13 **1.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

14 Mõjutab ennekõike vihmane ilm ja pikemad vihmarohked perioodid. Päikesepaistelise ja
15 kuiva ilmaga on külastajate arv tõenäoliselt suurem.

16

17 **2. Harrastusjahipidamine**

18 **2.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

19 Mererannikuga on seotud hülge- ja veelinnujaht. 2013. aastal oli jahipiirkondade kasutajate
20 andmetel arvel 13 415 jahimeest (stat.ee), kuid täpsemad andmed rannikul toimuva jahi
21 kohta puuduvad. Vt ka p 4.

22 **2.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

23 Teave puudub.

24

25 **3. Harrastuskalapüük ja kalaturism**

26 **3.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

27 Harrastuskalapüük rannikumeres. Eestis tervikuna puutus harrastuskalastusega kokku 2010.
28 aastal 292 000 inimest, kellest 70% olid mehed ja 30% naised (Põllumajandusministeerium,
29 2013). Harrastuskalastajate püütud saagi kogus rannikumeres oli hinnanguliselt 500 tonni
30 (10% kogupüügist).

31 **3.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

32 Teave puudub.

33

34 **4. Muud loodusharrastused**

35 **4.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

36 Linnuvaatlus rannikul. Suur osa linnuvaatlustest Eestis tehakse rannikulähedastel aladel,
37 kus kaks korda aastas lendab üle miljoneid rändlinde. Populaarsemad linnuvaatluspaigad
38 asuvad Lääne-Eestis. Eestis on linnuhuvilisi hinnanguliselt üle 1000, kellele lisanduvad
39 välisriikidest pärit linnuvaatlejad.

40 **4.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

41 Ilmastik ei mõjuta olulisel määral.

42

1 **5. Arhitektuur ja disain**

2 **5.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

3 Rannikuökosüsteemid on võimaldanud rannaküladele iseloomuliku arhitektuuri
4 kujunemist.

5 **5.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

6 Teave puudub.

7

8 **6. Kunst**

9 **6.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

10 Mere- ja rannikuökosüsteemid on olnud inspiratsiooniallikaks mereteemalistele
11 kirjandusteostele, meremaalidele, loodusfotograafias.

12 **6.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

13 Teave puudub.

14

15 **7. Rahvuslikud ja piirkondlikud väärtused ja identiteet, looduslikud sümbolid ja**
16 **pühapaigad**

17 **7.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

18 Piirkondlik identiteet on seotud iseloomulike rannaküladega. Samuti on teatud paigad
19 kuulsad oma kivise, liivase või pankranniku ja merevaadete järgi. Pankrannik on oluline
20 loodusmälestis.

21 **7.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

22 Rannamaastike ilmet mõjutavad mitmed rannikuprotsessid, mis toimuvad intensiivsemalt
23 tormide tõttu.

24

25 **8. Traditsiooniline käsitöö**

26 **8.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

27 Traditsioonilises käsitöös kasutatakse pilliroogu, hallhülge nahka, kalanahka ja karpe, kuid
28 mahud pole teada.

29 **8.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

30 Teave puudub.

31

32

33 **9. Stressi ja seotud probleemide ja haiguste vähendamine**

34 **9.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

35 Seotud harrastuste ja virgestustegevustega.

36 **9.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

37 Teave puudub.

38

39 **10. Hariduse ja teaduse edendamine**

40 **10.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

1 Loodusharidust võimaldavad anda loodusõpperajad ja infotahvlid. Mere- ja
 2 rannikuökosüsteemides toimub aktiivne teadustöö ja seal asuvad looduskeskkonna
 3 seirealad. Ülevaade nendest aladest ja kasutamisest puudub.

4 **10.2. Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i**
 5 **mõjutanud**

6 Teave puudub.

7

8 • **Ülevaade meetmetest, mis aitavad kaasa kliimamuutustega kohanemisele**
 9 Kliimamuutusega kohanemiseks eraldi meetmed puuduvad. Tinglikult võib
 10 kohanemismeetmena arvestada kalade püügikvoote ja ulukite küttimislimiite.
 11 Väljatöötamisel on üleujutusohuga seotud riskide maandamiskavad.

12

13

14 **5.3.2. Mageveeökosüsteemid ja nende teenused**

15 **Tabel 19.** Mageveeökosüsteemid ja nende teenused.

Tugiteenused:	Varustusteenused:
1. Aineringete toimimine	1. Looduslike mageveekalade ja vähi saak
2. Mullateke	2. Mageveekalade ja vähi kasvatus
3. Fotosüntees	3. Ulukid
4. Ökosüsteemide stabiilsuse ja vastupanuvõime hoidmine	4. Bioenergia allikad
5. Seemnete levitamine	5. Hüdroenergia allikas
	6. Loomasööt
6. Troofiliste tasemete toimimine	7. Väetised
7. Geneetiline mitmekesisus	8. Nahk, karusnahk ja linnusuled
8. Liigiline mitmekesisus	9. Muud materjalid
9. Koosluste mitmekesisus	10. Looduslikud ravimid
	11. Kosmeetika toorained
	12. Mudel- ja testorganismid
	13. Traditsiooniline käsitöö
	14. Looduslikud ilutaimed
	15. Joogivesi
	16. Niisutusvesi
Reguleerivad teenused:	Kultuurilised teenused:
1. Süsiniku hoidmine ja sidumine	1. Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused
2. Kohaliku ja piirkondliku ilmastiku reguleerimine	2. Harrastusjahipidamine
3. Üleujutuste ennetamine ja leevendamine	3. Harrastuskalapüük ja kalaturism
4. Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	4. Muud loodusharrastused
5. Põua leevendamine	5. Kunst
6. Põhjaveetaseme hoidmine	6. Rahvuslikud ja piirkondlikud väärtused ja identiteet, looduslikud sümbolid ja pühapaigad
7. Haiguste ja patogeenide (taimedel, loomadel, inimesel) ohjeldamine	7. Stressi ja seotud probleemide ja haiguste vähendamine

8. Õhukvaliteedi reguleerimine	8. Hariduse ja teaduse edendamine
9. Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumulatsioon	
10. Vee bioloogiline filtratsioon	

1
2
3 • **Varustusteenused**
4

5 **1. Looduslike mageveekalade ja vähi saak**

6 **1.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

- 7 a) Kalad. Olulisemad püügikalad siseveekogudes on ahven, latikas, koha, särg ja haug,
8 samuti jõesilm ja luts (Põllumajandusministeerium, 2013). Paikkonniti on oluline
9 tähtsus ka asustatud angerjal. Nt Võrtsjärvest püütakse aastas *ca* 12 tonni angerjat
10 (Järvalt *et al.*, 2014). 2007–2012. aastal oli kutseline kalapüük siseveekogudest
11 (ennekõike Peipsi järvest ja Võrtsjärvest) 2500–2960 t/a. Lisaks püüdsid
12 harrastuskalapüüdjad siseveekogudest 2010. aastal ligikaudu 4500 tonni kala, suurim
13 saak saadi Peipsi järvest (1800 t).
- 14 b) Jõevähk. 1950. aastatel peeti jõevähile sobilikuks 90% jõgedest ja 50% järvedest ning
15 jõevähi saagikuseks hinnati Eestis 200 t/a, tingimusel et toimub säästlik majandamine
16 (Laanetu, 2004). 2004. aastal hinnati jõevähile sobilikeks 15% jõgedest ja 30% järvedest
17 ning jõevähi aastaseks saagiks koos röövpüügiga 1,5–2 tonni. 2013. aastal püüti Eesti
18 vetest välja kokku 26 183 mõõdulist isendit, kellele lisanduvad alamõõdulised isendid,
19 kellest osa jäävad raporteerimata (Hurt ja Kivistik, 2014). 2013. a kogus oli oluliselt
20 suurem kui eelnevatel aastatel (2012. a 15 209 tk, 2011. a 13 384 tk, 2010. a 14 870 tk).
21 Peamised vähipüügi alad Eestis on Saaremaa ja Hiiumaa.

22 **1.2. Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

23 Peipsis ja Võrtsjärves elavad kõrvuti üsna erinevate ökoloogiliste nõudlustega
24 kalaliigid, kelle populatsiooni seisundile ja varude suurusele on ilmastikunähtused
25 avaldanud vastassuunalist mõju. Peipsi kalakoosluses on toimunud oluline nihe puhta-
26 ja külmaveelistelt kaladelt (rääbis, peipsi siig, luts, tint) sooja ja sogast vett eelistavate
27 koha ja latika domineerimise suunas (Kangur *et al.*, 2007b; 2008). Kolm äärmuslike
28 kliimatingimustega aastat (1988–1990) põhjustasid tõenäoliselt Peipsi järve rääbise
29 sigimise ebaõnnestumise ja populatsiooni arvukuse järsu languse, millest liik ei ole seni
30 taastunud (Kangur *et al.*, 2011; Kangur ja Kangur, 2014). Veekeskkonna soojenemine
31 (kõrgem veetemperatuur ja kuumaperioodi pikem kestus) koos sellega kaasnevate
32 muutustega ökosüsteemis (nt veeõitseng) on viinud tänapäevaks peipsi tindi (*Osmerus*
33 *eperlanus m. spirinchus*) arvukuse väga madalaks (Kangur *et al.*, 2007a).
34 Kliimamuutuse negatiivsed mõjud võivad suurenedada koosmõjus antropogeensete
35 teguritega (eutrofeerumine, ülepuük).

36 Jõevähi populatsiooni arvukust vähendas 20. sajandil vähikatk ja veekogude reostus
37 (Laanetu, 2004), samuti on põhjusteks maaparandus, eutrofeerumine ja kopra paisutus
38 (Hurt, 200x). Jõevähi arvukust mõjutavad ka põuaperioodid – nt 2002. ja 2003. aasta
39 põudadega kuivasid mitmed vähkide elupaigad. Eriti tugevasti kannatasid põua tõttu
40 Lääne-Eesti ja saarte vähiasurkonnad. Põuased suved soodustavad invasiivse
41 signaalvähi levikut, kuivõrd liik on põua suhtes vastupidavam kui jõevähk.

42
43 **2. Mageveekalade ja vähi kasvatus**

44 **2.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

- 1 a) Kalad. Eestis kasvatatakse kaubakalana vikerforelli ja karpkala, vähemal määral
2 angerjat, tuura, meriforelli, siiga ja haugi (Põllumajandusministeerium, 2013). Lisaks
3 kasvatatakse haugi, lõhet, meriforelli jmt kalu taasasustamise eesmärgil. Vikerforelli
4 toodang oli 2007–2011. aastal 580–780 tonni, teistel liikidel suurusjärgu võrra väiksem.
5 b) Jõevähk. Jõevähi toodang oli 2007–2011. a 2–10 t/a (Põllumajandusministeerium,
6 2013).

7 2.2. Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud

8 2010. aasta erakordselt kuum suvi põhjustas jahedalembeste vikerforellide hukkumise
9 mitmetes kasvandustes (Põllumajandusministeerium, 2013).

10

11 3. Ulukid

12 3.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

- 13 a) **Jahilinnud** (haned, pardid). Jahilinde kütiti Eestis 2012/2013 jahihooajal üle 17 800
14 isendi (hõlmab ka rannikuäärset statistikat) (Jahiulukite kütmine, 2014). Eraldi
15 siseveekogudel kütitud lindude üle arvet ei peeta.
16 b) **Poolvelised imetajad**. Saarmast kütiti kolmel jahihooajal (2010–2013) 8–12 isendit
17 aastas, ondatrat 1–20 isendit, minki 130–180 isendit ja kobrast 5700–6600 isendit aastas
18 (Jahiulukite kütmine, 2014).

19 3.2. Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud

20 Teave puudub.

21

22 4. Bioenergia allikad

23 4.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

- 24 a) Päideroogu saab kasvatada märgaladel (Värnik, 2011). Tema bioloogiline kuivainesaak
25 on 6–10 t/ha ning sobib koospõletamiseks segus turba, hakkpuidu, puukoore ja
26 saepuruga. Eestis kasvatati päideroogu energiakultuurina 2010. aastal 135 hektaril, kuid
27 seos märgaladega on teadmata (Eesti konjunktuuriinstituut, 2011).
28 b) Luhaheina kasutati 2009.a seisuga kütusena kahes kohas. Lihulas kasutatakse lisaks
29 pilliroole ja põhule ka Matsalu rahvusparki luhtadelt kogutud heina ning Nurmiko Hulgi
30 OÜ katlamajas. Teoreetiliselt saaks luhaheina kasutada ka biogaasi toorainena (Kask,
31 2010).
32 c) Energiapajust saadakse puiduhaket, mida kasutatakse biokütusena. Eestis kasvatatakse
33 energiapaju ligikaudu 100 hektaril (Valdaru, 2014), kuid puudub info, mil määral on
34 kasvupaigad seotud mageveekogudega.
35 d) Pilliroo kasutamine bioenergia allikana on alles katsetusjärgus. Miljan ja Kask (2013)
36 andmetel saaks pilliroogu varuda jaanuarist märtsini, kuivõrd suvise pilliroo keskmine
37 niiskussisaldus ulatub 56% kuni 69%. Pilliroo talvine varumine kütteks konkureeriks
38 aga katusekattematerjali kogumisega. Eestis läbiviidud uurimus näitas, et üks hektar
39 roostikku suudaks anda 23–27 MWh primaarenergiat, eeldusel et talvel kogutud pilliroo
40 saagis on 6–7 tonni hektari kohta ja 20% niiskusega roo kütteväärtus on 3,9 MWh/t
41 (Kask *et al.*, 2007).

42 4.2. Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud

43 Vihmastel suvedel on luhaheina koristamine raskendatud, samuti on siis heina
44 niiskusesisaldus suur. Viimase tõttu on heina kasutamine soojuse tootmisel raskendatud,
45 kuna katla tehnoloogia eeldab madala niiskuse sisaldusega biomassi. Pehmed ja lühikesed
46 talved raskendavad roostiku lõikust.

47

1 **5. Hüdroenergia allikas**

2 **5.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

3 Seisuga märts 2011 oli Eesti elektrivõrkudesse ühendatud 47 erinevat hüdroelektrijaama ja
4 elektrit tootvat vesiveskit võimsuste vahemikus 4 kW kuni 2 MW koguvõimsusega 8,09
5 MW (Hüdroenergia ressurs, 2015). Mõned neist (Kotka, Kunda) on praegu seisatud.
6 Aastatel 2011–2020 on oodata jaotusvõrkudesse 9 täiendava mini- ja
7 mikrohüdroelektrijaama liitumist koguvõimsusega 1,2 MW. Kõik nimetatud jaamad ja
8 veskid kujutavad endistest rajatistest taastatud üksusi. Eesti jõgedel leidub veel sobivaid
9 jõuastmeid täielikult uute jaamade rajamiseks, kuid selliste tasuvusaeg kujuneks praeguste
10 elektrihindade juures ebaotstarbekalt pikaks ja keskkonnamõju liialt suureks, mis ei lubaks
11 hüdroenergial konkureerida nt biomassi või tuuleenergiaga. Erandiks oleks Omuti
12 karestikud Narva jõel, kuhu oleks võimalik rajada jaam võimsusega kuni 30 MW. Täna
13 asub võimsaim hüdroelektrijaam, võimsusega 1152 kW, Linnamäel. Linnamäe HEJ kui üks
14 365 kW elektrijaam Keila-Joal kuuluvad Eesti Energiale (Hüdroenergia ressurs, 2015).
15 Looduskaitse seisukohast on oluline, et hüdrojaamad ei asuks läheliste jõgedel, kuivõrd
16 elektrijaama tammid takistavad siirdekaldade liikumist ülesvoolu. Keskkonnainvesteeringute
17 Keskuse rahalisel toel on käimas programm, mille kaudu toetatakse kalaläbipääsude
18 ehitamist jõgedel.

19 **5.2. Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

20 Kevadise ja mõnel aastal ka talvise jääsulamisega on kaasnenud jääpaisud hüdrojaamade
21 tammidel, mis on olnud ohuks nii jaamale kui inimestele, kes jaama läheduses elavad.
22 Selliste jääpaisude likvideerimiseks on kasutatud lõhkeainet.

23 Põuastel kevadetal ja suvedel jäävad jõed (nt Keila jõgi ja Jägala jõgi) veevaeseks, kuna
24 kogu vesi suunatakse hüdrojaama. Põuastel aastatel on veepuudusel tulnud hüdrojaamad
25 mõneks ajaks seisata.

27 **6. Loomasööt**

28 **6.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

29 **Luhahein.** Luhtadelt peamiselt kaitsekorralduslikel eesmärkidel niidetud heina
30 kasutatakse loomasöödana, kuid andmed praeguste kasutatavate koguste kohta puuduvad.
31 Potentsiaalne (niiske) saak Eesti suurematelt luhtadelt kokku on hinnanguliselt 79 191 t/a
32 (Kask, 2010).

33 **Järvekriit.** Järvekriiti kaevandab Eestis Endu-Inni OÜ Varangul. Kuivatatud kriidile
34 lisatakse mikroelemente ja vitamiine, mida kasutatakse loomasöödalisandina.

35 **6.2. Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

36 Liigsed sademed takistavad ligipääsu luhtadele ja luhaheina koristamist. Prognooside
37 kohaselt võib aga kevadine suurvesi jääda edaspidi tagasihoidlikuks, mistõttu heina
38 niitmine luhtadel võib paremini õnnestuda.

40 **7. Väetised**

41 **7.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

42 Järvemuda tarbevaru põllumajandusväetisena oli 2012.a seisuga 171 000 tonni ja reservvaru
43 1 048 000 tonni (Maa-amet, 2013). Maardlaid oli 2012. aastal 10, kuid järvemuda ei
44 kaevandatud.

1 **7.2. Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

2 Senine järvede oskuslik puhastamine mudast ja veetaimestikust on aidanud kaasa ka
3 järvemuda kasutamisele.

4

5 **8. Nahk, karusnahk ja linnusuled**

6 **8.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

7 Karusnahka saab poolveelistelt imetajatelt, kuid karusnaha eesmärgil kütitakse neid
8 tõenäoliselt vähe. Andmed kütitud loomade karusnahkade kasutamise ja mahu kohta
9 puuduvad.

10 **8.2. Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

11 Teave puudub.

12

13 **9. Muud materjalid**

14 **9.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

15 Pilliroogu saab kasutada katusekattematerjalina. Sisemaalt kogutud pilliroo mahud on
16 teadmata.

17 **9.2. Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

18 Teave puudub.

19

20 **10. Looduslikud ravimid**

21 **10.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

22 Korjatakse ravimtaimi (palderjan, kalmus jmt), kuid täpsemad kasutusmahud on teadmata.

23 **10.2. Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i**
24 **mõjutanud**

25 Teave puudub.

26

27 **11. Kosmeetika toorained**

28 **11.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

29 Järvemuda tarbevaru ravimudana oli 2012.a seisuga 1 131 000 tonni ja maardlaid 2–Ermistu
30 ja Värskas (Maa-amet, 2013). 2012. aastal järvemuda ei kaevandatud.

31 **11.2. Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i**
32 **mõjutanud**

33 Teave puudub.

34

35 **12. Mudel- ja testorganismid**

36 **12.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

37 Teave kasutusala kohta Eestis puudub. Limnoloogiakeskuse andmetel võiks Võrtsjärv
38 olla testalaks kliimamuutustega kaasnevate nähtuste ja mõju analüüsimiseks.

1 12.2. **Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i**
2 **mõjutanud**

3 Teave puudub.

4

5 **13. Traditsiooniline käsitöö**

6 13.1. **Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

7 Traditsioonilises käsitöös kasutatakse mitmete veetaimede osi (pilliroog, hundinui), kuid
8 täpsed mahud on teadmata.

9 13.2. **Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i**
10 **mõjutanud**

11 Teave puudub.

12

13 **14. Looduslikud ilutaimed**

14 14.1. **Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

15 Ilutaimena on aiatiikidesse mõnikord toodud loodusest vesiroosi (*Nymphaea sp*), kollast
16 vesikuppu (*Nuphar lutea*) või kollast võhumõõka (*Iris pseudacorus*).

17 14.2. **Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i**
18 **mõjutanud**

19 Teave puudub.

20

21 **15. Joogivesi**

22 15.1. **Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

23 Eesti mageveevaru on 12 km³ aastas ja veekasutuse indeks on alla 4% (Keskkonnaagentuur,
24 2014). Kogu Peipsi järve mageveemaht on 25 km³, mis ületab kaks korda jõgede aastase
25 äravoolu Eesti territooriumilt (Peipsi koostöökeskus, 2015). Põhjaveevõtt on viimasel
26 kümne aastal olnud vahemikus 45–50 mln m³ aastas ja pinnaveevõtt 50–57 mln m³ aastas
27 (Keskkonnaagentuur, 2014). Ligi 95% veekasutusest moodustavad jahutusveed, millest
28 peamine osa tuleneb Balti ja Eesti elektrijaamade tegevusest Ida-Virumaal. Ülejäänud 5%
29 moodustavad olme, tööstuse, energeetika, põllumajanduse ja niisutuse veed, millest pool
30 tarbitakse olmesektoris.

31 Eesti linnades on elanikele tagatud ühisveevärgi vesi, hajaasutuses on valdav salv- ja
32 puurkaevuvesi. Pinnavee ja põhjaveevõtt (ilma kaevandusvee ja elektrijaamade
33 jahutusveeta) jaguneb pinnavee kasuks (nt 2011.a. vastavalt 56,6 mln m³ pinnavett ja 46,2
34 mln m³ põhjavett) (Keskkonnaülevaade 2013). Valdavalt pinnavett tarbivad Tallinna ja
35 Narva linnade elanikud.

36 15.2. **Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i**
37 **mõjutanud**

38 Pikaajaliste kuivaperioodide järel võib teatud piirkondades pinna- ja põhjavee tase langeda
39 tasemele, mis jätab kaevud kuivaks. Suurem probleem on salvkaevudega, mis on
40 tundlikumad põuaste perioodide suhtes. Kuivõrd Tallinn ja Narva tarbivad pinnavett, siis
41 võivad põuased suved ja lumevaesed talved vähendada veehoidlate veemahtu. Veevaestel
42 aastatel suureneb ka veeõitsengutega kaasnevate toksiinide oht. Üleujutused võivad rikkuda
43 salvkaevude vee.

1

2 **16. Niisutusvesi**

3 **16.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

4 Niisutusveena kasutatakse linnade ja alevites joogivett, hajaasutuses nii kaevuvett kui jõe-,
5 järve- või tiigivett. Hajaasutuses kogutakse ka vihmavett, mida kasutakse niisutamisel.
6 Niisutusvett kasutatakse suuremates kogustes aianduses (kasvuhooned, avamaa kurgi- ja
7 maasikakasvatus jm). Mahud on teadmata. Vee kasutamine põllumajanduses aastatel 2002–
8 2011 oli 4,0–4,6 mln m³ aastas (Keskkonnaagentuur, 2014a). Milline on mageveekogude
9 võime Eestis irrigatsiooniteenust pakkuda, ei ole teada.

10 **16.2. Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i** 11 **mõjutanud**

12 Pikaajaliste kuivaperioodide järel on teatud piirkondades pinna- ja põhjavee tase langenud
13 tasemele, mis on jätnud salvkaevud või väiksemad seisuveekogud kuivaks.

14

15

16 • **Reguleerivad teenused**

17

18 **1. Süsiniku hoidmine ja sidumine**

19 **1.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

20 Eesti mageveekogude süsiniku sidumisvõime kohta pole uuringuid tehtud. Globaalne
21 keskmine sidumisvõime järvedel on 4,5–14 g C m²/a (Tranvik *et al.*, 2009). Eutrofeerunud
22 järved suudavad siduda rohkem süsinikku kui vähetoitelised.

23 **1.2. Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

24 Teave puudub.

25

26 **2. Kohaliku ja piirkondliku ilmastiku reguleerimine**

27 **2.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

28 Eesti mageveekogude mõju kohalikule ilmastikule on ebaselge. Tõenäoliselt võivad mõju
29 avaldada Peipsi järv ja Võrtsjärv, kus suure veepinna tõttu on tuule kiirus suurem. Samuti
30 võib veepinnalt toimuv aurumine suurendada piirkonna õhuniiskust.

31 **2.2. Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

32 Teave puudub.

33

34 **3. Üleujutuste ennetamine ja leevendamine**

35 **3.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

36 Eestis on üleujutusohuriskiga piirkondi 20, millest 9 asuvad sisemaal
37 (Keskkonnaministeerium, 2011). Peamiselt on tegemist sujuvalt kujunevate üleujutustega,
38 mis on põhjustatud pikaajaliste rohkete sademete või lumesulamise tõttu üleajavate
39 väiksemate jõgede, ojade ja järvede poolt, vähem on tiheasustusaladel toimuvaid
40 sademeveeüleujutusi.

1 Üleujutusala ehk puhveraladena toimivad nt Soomaa rahvuspargi jõed Pärnu jõe valgalal,
2 Ropka-Ihaste luht ja Emajõe-Suursoo Emajõe valgalal, Matsalu rahvuspargi jõed Kasari jõe
3 valgalal, jt.

4 **3.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

5 Kevadised üleujutused toimuvad regulaarselt Pärnu jõe, Emajõe ja Kasari jõe valgalal.
6 Üleujutuste ulatus sõltub talviste sademete hulgast.

7

8 **4. Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus**

9 **4.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

10 Vooluveekogumeid on Eestis 639 ja nendest 475 on heas või väga heas seisundis
11 (Pinnavesi, 2015). Maismaa seisuveekogumeid on Eestis 95 ja nendest 60 on heas või väga
12 heas seisundis. Pehmemad talved ja rohkem sademeid võib kaasa tuua talvise äravoolu
13 suurenemise, kevadise suurvee äravoolu vähenemise, suvise miinimumäravoolu ja sügisese
14 äravoolu suurenemise ning järvede veetaseme aastasisese ühtlustumise
15 (Keskkonnaministeerium, 2013). Väiksematel vooluveekogudel mõjutab veetaset ka kopra
16 tegevus. Piirkondades, kus juba täna on kobraste tegevuse tõttu üleujutatud alad, võib
17 vihmade, tormide ja jää kiire sulamise tõttu üleujutatud alade pindala veelgi laieneda.
18 Teisalt aga tänu kobraste poolt üleujutatud aladele, tekib põuastel suvedel vetthoidvaid
19 alasid, mis leevendavad ojade täielikku kuivamist.

20 **4.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

21 Teave puudub.

22

23 **5. Põua leevendamine**

24 **5.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

25 Mageveekooslustel on võime põuariski leevendada.

26 **5.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

27 Teave puudub.

28

29 **6. Põhjaveetaseme hoidmine**

30 **6.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

31 Põhjaveevõtt Eestis oli 2013. aastal 583059 m³ ööpäevas, sellest joogi-olmevesi 123 599
32 m³ ööpäevas, mineraalvesi 37 m³ ööpäevas ning kaevandustest ja karjäärdest juhiti vett ära
33 459 423 m³ ööpäevas (Olesk, 2014). Kinnitatud põhjaveevarudest kasutati ca 17%. Eesti
34 põhjaveekogumite kvalitatiivne üldseisund on hea, v.a ordoviitsiumi Ida-Viru
35 põlevkivibasseini põhjaveekogumi seisund, mis on halb kõrgenenud sulfaatide sisalduse,
36 mineraalsuse, kareduse ja ohtlike ainete (eeskätt fenoolide) esinemise tõttu
37 (Keskkonnaagentuur, 2014a). Lisaks Ida-Virumaale esineb piiratud ulatusega põhjavee
38 reostumist või selle kvaliteedi halvenemist eelkõige kaitsmata põhjaveega siluri-
39 ordoviitsiumi põhjaveekogumites üle kogu Eesti.

40 **6.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

41 Teave puudub.

42

1 7. Haiguste ja patogeenide (taimedel, loomadel, inimesel) ohjeldamine

2 7.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

3 Tsüanobakterites (sinivetikad) sisalduvad toksiinid võivad kokkupuutel nahaga või inimese
4 organismi sattudes tekitada allergianähtusid (nahaärritust) ja mürgistusi. Siseveekogudest
5 toimuvad veeõitsengud sagedamini Peipsi järvel ja Harku järves. Vt: Mere- ja ranniku
6 ökosüsteemid ja nende teenused.

7 7.2. Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud

8 Vt: Mere- ja rannikuökosüsteemide teenused

9

10 8. Õhukvaliteedi reguleerimine

11 8.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

12 Aerosoolide ja õhus lenduvate väävli, lämmastiku, fosfori jm ühendite sidumisvõime kohta
13 mageveeökosüsteemides andmed puuduvad.

14 8.2. Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud

15 Teave puudub.

16

17 9. Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja 18 akumuleerimine

19 9.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

20 Vooluveekogumeid on Eestis 639 ja nendest 475 on heas või väga heas seisundis
21 (Pinnavesi, 2015). Maismaa seisuveekogumeid on Eestis 95 ja nendest 60 on heas või väga
22 heas seisundis.

23 9.2. Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud

24 Teave puudub.

25

26 10. Vee bioloogiline filtratsioon

27 10.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

28 Eesti mageveekogudes panustab vee filtreerimisse kõige enam invasiivne võõrliik rändkarp
29 (*Dreissena polymorpha*) (Lauringson *et al.*, 2007), kuid tema filtratsioonivõime maht vajab
30 täpsustamist.

31 10.2. Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i 32 mõjutanud

33 Teave puudub.

34

35

36 • Kultuurilised teenused

37

38 1. Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine

39 1.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

- 1 a) Puhke- ja supluskohad jõgede ja järvede ääres. Supluskohad sisemaal, kus Terviseamet
2 järelevalvet teostab, on Harku järv, Kauksi, Kuremaa järv, Paide ja Türi tehisjärved,
3 Karinu järvistu, Järva-Jaani tehisjärv, Matsimäe järv, Rava paisjärv, Väinjärv, Tarbja
4 tehisjärv, Kalijärv, Põlva supelrand, Värska, Anne kanal, Emajõe Vaba- ja Linnaujula,
5 Nõo Veskijärv, Verevi järv, Pühajärve, Pedeli paisjärv, Vanamõisa ja Riiska
6 supluskohad, Viljandi ja Paala järv, Tamula ja Kubija järv. Täpsem ülevaade nende
7 randade külastajate arvu kohta puudub. Puhkealade külastatus näitab populaarsuse
8 kasvu. Nt RMK Peipsi puhkealal suurenes 2013.a. külastuse arv võrreldes eelnevas
9 aastaga kuni 20% (Riigimetsa majandamise keskus, 2014).
- 10 b) Siseveekogude äärsed kaitsealad ja matkarajad. Täpne ülevaade nende alade
11 külastatavuse kohta puudub.
- 12 c) Süsta-, kanuu- ja paadiretki korraldatakse sagedamini Põhja-, Lääne- ja Lõuna-Eesti
13 veekogudel. Kui kevadine suurvesi väheneb, võib väheneda ka vastava turismiteenuse
14 atraktiivsus ja maht või lükkuda teistele aastaegadele (nt Soomaal).

15 **1.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

16 Veeõitsengud on kahjustanud suplusvee kvaliteeti, nt Harku järves.

17

18 **2. Harrastusjahipidamine**

19 **2.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

20 2013. aastal oli jahipiirkondade kasutajate andmetel arvel 13 415 jahimeest (Statistikaamet).

21 **2.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

22 Teave puudub.

23

24 **3. Harrastuskalapüük ja kalaturism**

25 **3.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

26 Harrastuskalapüük siseveekogudes. Eestis tervikuna puutus harrastuskalastusega kokku
27 2010. aastal 292 000 inimest, kellest 70% olid mehed ja 30% naised
28 (Põllumajandusministeerium, 2013). Harrastuskalastajate püütud saagi kogus oli
29 hinnanguliselt 4500 tonni (90% kogupüügist).

30 **3.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

31 Talvised temperatuurid mõjutavad eelkõige talikalastust. Jääkattepaksum ja püsimise kestus
32 mõjutavad talvist kalastust eelkõige populaarsetel järvedel (Peipsi järv, Võrtsjärv, Viljandi
33 järv, Maardu järv, jt), sh kalastusüritusi nagu Kalafest Viljandi järvel ja Pühajärvel.

34

35 **4. Muud loodusharrastused**

36 **4.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

37 Loodusvaatlused. Linnuhuvilisi on hinnanguliselt üle 1000, lisanduvad välisriikidest pärit
38 linnuvaatlejad ja teised loodushuvilised (nt kiilivaatlejad).

39 **4.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

40 Teave puudub.

41

42 **5. Kunst**

43 **5.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

1 Mageveeökosüsteemid on olnud inspiratsiooniallikaks temaatilistele kirjandusteostele,
2 maalidele, loodusfotograafias, helikunstis.

3 **5.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

4 Teave puudub.

5

6 **6. Rahvuslikud ja piirkondlikud väärtused ja identiteet, looduslikud sümbolid ja** 7 **pühapaigad**

8 **6.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

9 Nt Soomaa, Peipsi järve äärne kultuur, Vooremaa, Karula, Setomaa. Soomaal ja Emajõel
10 on oma 'jõekultuur' (paadiehitus, haabjad, kalapüügivõtted ja seadmed). Iseloomulikud
11 järve- ja jõemaastikud ning luhad võivad olla kohaliku identiteedi osa.

12 **6.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

13 Teave puudub.

14

15 **7. Stressi ja seotud probleemide ja haiguste vähendamine**

16 **7.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

17 Seotud harrastuste ja virgestustegevustega. Täpsemad andmed puuduvad.

18 **7.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

19 Teave puudub.

20

21 **8. Hariduse ja teaduse edendamine**

22 **8.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

23 Eestis on looduskeskuste ja keskkonnahariduskeskuste võrgustik, mida haldavad peamiselt
24 riigi keskkonnaamet, RMK ja kohalike omavalitsuste huvikoolid. 2014. a seisuga haldas
25 riigi keskkonnaamet üle Eesti 11 looduskeskust, siis RMK-l oli samal ajal 18 looduskeskust
26 ja 4 loodusmaja. Lisaks nimetatutele tegelevad otseselt järve ökosüsteemi tutvustamisega
27 Järve muuseum Võrtsjärve ääres ja Alam-Pedja jõe ökosüsteemi tutvustab Eestimaa
28 Looduse Fondi Palupõhja looduskool.

29 Lisaks on nii kaitsealadel kui väljaspool arvukalt loodusõpperadu ja infotahvleid, aga
30 ülevaade mageveega seotud õpperadadest ja nende kasutamisest puudub. Toimub aktiivne
31 teadustöö, sh looduskeskkonna riiklikel püsiseirealadel (hinnanguliselt on magevee
32 seirepunkte üle Eesti umbes 1000).

33 **8.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

34 Teave puudub.

35

36 **• Ülevaade meetmetest, mis aitavad kaasa kliimamuutustega kohanemisele**

37 Kliimamuutuste mõjudega kohanemise meetmed puuduvad. Tinglikult võib
38 kohanemismeetmena arvestada kalade püügikvoote ja ulukite küttemislimiite, samuti
39 põuatundlikel aladel salvkaevude asendamist puurkaevudega. AS Tallinna Vesi ei võta
40 **suvisel kastmisperioodil oma aiapidajatest klientidelt kastmisvee kanaliseerimise eest**
41 **tasu, maksta tuleb vaid tarbimise eest.** Väljatöötamisel on üleujutusohuga seotud riskide

1 maandamiskavad. Matsalu rahvusparkis on valminud lüüsidega sillad Rõude ja Kasari jõel,
 2 kus on võimalik reguleerida vee läbipääsu Matsalu luhale.

3

4 5.3.3. Metsaökosüsteemid ja nende teenused

5 Tabel 20. Metsaökosüsteemid ja nende teenused.

Tugiteenused:	Varustusteenused:
1.Aineringete toimimine	1.Ulukid
2.Fotosüntees	2. Marjad
3.Mullateke	3. Seened
4.Biogeokeemilised ringed	4.Puit toorainena
5.Ökosüsteemide stabiilsuse ja vastupanuvõime hoidmine	5.Puit kütteks
6.Geneetiline mitmekesisus	6.Loomasööt
7.Liigiline mitmekesisus	7.Nahk, karusnahk ja linnusuled
8.Koosluste mitmekesisus	8.Muud materjalid
9.Troofiliste tasemete toimimine	9.Looduslikud ravimid
	10.Looduslikud toidulisandid
	11.Kosmeetika toorained
	12.Biokemikaalid jm farmatseutilised ained
	13.Mittefarmatseutilised looduslikud biokemikaalid
	14.Traditsiooniline käsitöö
	15.Looduslikud toonijad ja värvid (värvitaimed)
	16. Looduslikud ilutaimed
	17.Kohalike ristandite, loomatõugude ja taimesortide edendamine
Reguleerivad teenused:	Kultuuriteenused:
1.Süsiniku hoidmine ja sidumine	1.Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused
2.Kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine	2.Loodusharrastused
3.Üleujutuste ennetamine ja leevendamine	3.Kunst
4.Tormikaitse	4.Rahvuslikud ja piirkondlikud väärtused ja identiteet, looduslikud sümbolid ja pühapaigad
5.Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	5.Stressi ja seotud probleemide ja haiguste vähendamine
6.Põua leevendamine	6.Hariduse ja teaduse edendamine
7.Põhjaveetaseme hoidmine	
8.Kaitse erosiooni vastu	
9.Looduslik kahjurite ohjeldamine	
10.Haiguste ja patogeenide (taimedel, loomadel, inimesel) ohjeldamine	
11.Õhukvaliteedi reguleerimine	
12.Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	
13.Mullaviljakuse hoidmine	

6

7

1 • **Varustusteenused**

2
3 **1. Ulukid**

4 **1.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

5 Sagedamini kütitud jahilukid Eesti metsades olid 2012–2014 jahihooaegadel metssiga,
6 kährik, rebane, kobras, põder ja metsnugis (Jahiulukite kütmine, 2014). Jahiulukitelt saab
7 liha ja trofeesid. Toidupoodide lettidel on üha enam ulukiliha (põdra-, metssea- ja hirveliha)
8 tooteid.

9 **1.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

10 Pikaajaline paks lumikate, aga ka sulailmade ja külmade vaheldumine (jääkirme lumel) on
11 mõjutanud nt metskitsede arvukust, kelle arvukus (ja kütmine) langes 2010. ja 2011. aasta
12 külmade ja lumiste talvede tõttu. Soojad talved raskendavad osade ulukiliikide kütmist ja
13 parandavad oma levila põhjapiiril elavate ulukite (metssiga, punahirv) talvist ellujäämist.

14
15 **2. Marjad**

16 **2.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

17 Peamised metsast kogutavad metsamarjad on mustikas, pohl, metsmaasikas ja metsvaarikas
18 (Erametsakeskus, 2010a). Vähemalt keskmise saagikusega elupaiku on pohlal enam kui
19 20 000 ha ja mustikal 36 000 ha. Lahemaa rahvusparkis on metsamarjade puhassaaki
20 hinnatud järgmiselt: mustikal 240 kg/ha (rahaline väärtus 6,7 mln EUR), pohlal 250 kg/ha
21 (rahaline väärtus 5,1 mln EUR) (Ehvert, 2013). Mustikaid korjatakse Eestis kuni 3500 t/a,
22 pohla kuni 250 t/a. Tõenäoliselt korjatakse metsadest kuni 40% pohladest ja 30–50%
23 mustikatest.

24 **2.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

25 Metsamarjade saagikus sõltub olulisel määral ilmastikuoludest kogu vegetatsiooniperioodi
26 vältel. Saagi ikaldumiseks ei pea tingimata esinema äärmuslikud ilmastikuolud. Samas
27 võib metsamarjade saagikus olla aastati Eesti eri osades väga erinev.

28
29 **3. Seened**

30 **3.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

31 Söögiseeni on Eesti metsades üle 300 liigi (Erametsakeskus 2010a). Söögiseenerohkemad
32 metsatüübid on sinika-, sambliku- ja kanarbikumännikud. Lahemaa rahvusparkis on seente
33 puhassaaki hinnatud järgmiselt: kukeseen 17,6 kg/ha (rahaline väärtus 2,0 mln EUR),
34 männiriisikas 31,6 kg/ha (rahaline väärtus 1,7 mln EUR) (Ehvert, 2013). Seente aastaseks
35 varuks Eestis on hinnatud 36 000 tonni, millest korjatakse kuni 5000 tonni. Nt 2007–2008
36 varusid elanikud seeni u 3000 tonni (Erametsakeskus, 2010a).

37 **3.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

38 Seenesaaki mõjutavad põuane suvi ja sademetevaene sügis.

39
40 **4. Puit toorainena**

41 **a. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

1 Puidust saadavad materjalid on ümarpalk, puiduhake ja puitlaastud, saepuru- ja
2 puidujäätmed, tselluloos, paber ja papp, puusüsi, tikud, vineer ja puitpaneelid, spoon,
3 puitlaastplaadid, puitplaat ja liimpuit (Keskkonnaagentuur, 2014b).

4 Raiemaht on aastatel 2007–2012 olnud vahemikus 5,2–8,5 miljonit m³/a
5 (Keskkonnaagentuur, 2014b). Puidu-, paberi- ja mööblitööstus (503,5 miljonit eurot)
6 moodustas 2012. aastal töötlevast tööstusest (2,3 miljardit eurot) 21,6%.

7 Puidutööstuses toodetakse ja töödeldakse saematerjale, valmistatakse puitmaju, aknaid,
8 uksi jm ehitusdetalle. Puidutöötlemise ja puittoodete tootmisega tegeleb ligi tuhat ettevõtet,
9 kus on hõivatud enam kui 14 000 inimest (Keskkonnaagentuur, 2014b). Paberitööstus on
10 Eestis pika ajalooga tööstusharu. Eestis on ligi 60 paberit, tselluloosi või pabertooteid
11 tootvat ettevõtet, mis annavad tööd rohkem kui 1400 inimesele (Keskkonnaagentuur,
12 2014b). Mööblitööstuses tegeleb mööbli tootmisega ligi 600 ettevõtet, mis annavad tööd
13 enam kui 7000 inimesele (Keskkonnaagentuur, 2014b).

14 **b. Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

15 Sademeterohked sügised ja pehmed talved raskendavad puidu kättesaamist osadest
16 metsatüüpidest ning mõjutavad tooraine hinda. Alates 1999. aastast on suure purustusjõuga
17 tormid tunduvalt sagenenud (Kaubi, 2005). 2001. aasta juulis tagajärjel lamandus või
18 murdus hinnanguliselt 970 000
19 tihumeetrit riigimetsa. 2005. aasta jaanuari torm kahjustas Eestis 1,1 miljonit tihume
20 etrit (10% raiemahust) kasvavat metsa (Kaubi, 2005). Prognoositava kevad-
21 suviste põuaperioodide sagenemine ja pikenemine suurendab oluliselt
22 tuleohtu metsades (Metsanduse arengukava aastani 2020). Viimase paarikümne aasta
23 suurimad metsapõlengud toimusid Eestis aastatel 1992, 2002 ja 2006, vastavalt 1787,
24 2082 ja 3096 ha metsa (Keskkonnaagentuur, 2014b). Põuased suved on viimastel
25 kümnenditel soodustanud putukkahjurite, eriti kuuse kooreüraski levikut ja vastavalt
26 sanitaarraie vajadust.

27

28 **5. Puit kütteks**

29 **5.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

30 Peamised puitkütuste liigid on metsajäätmed (hakitud oksad, laastud, kännud),
31 energiavõsast saadav hakkpuit, hakkpuit (hakkuris purustatud puit), küttepuu (halupuu),
32 puukoor ja saepuru (saeveski jäätmed), puidubrikett (peenestatud, kuivatatud ja
33 kokkupressitud saepuru) ja grillsüsi (Puitkütused, 2013).

34 Energiabilansis on sisendina 4,63 mln tm puitu (küttepuud, hakkpuit ja puidujäätmed) ja
35 463 tuh t puitpelleteid ja -briketti, mis energiaühikutesse teisendatult annab 2012. a
36 puitkütuste toodangu kogumahuks 41,2 PJ (Puitkütused, 2013). Puusöe (grillsöe) tootmise
37 mahtude kohta teave puudub.

38 **5.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

39 Sademeterohked sügised ja pehmed talved raskendavad puidu kättesaamist osadest
40 metsatüüpidest ning mõjutavad tooraine hinda.

41

42 **6. Loomasööt**

43 **6.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

1 Vihtasid tehakse nii saunaskäigu tarbeks kui ka loomasöödaks. Mahtude kohta andmed
2 puuduvad. Tallinna Loomaaed kui üks suuremaid söödavihtade tarbijaid on tarvitanud
3 aastast 49 000 (2009.a), 43 000 (2010) ja 34 000 (2011) vihta (Tallinna Loomaaed, 2012).
4 Lisaks söödeti söödaoksi järgmiselt: 2011. a 17,6 t rm, 2010. a 16,5 t rm, 2009. a 36 t rm.

5 **6.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

6 Teave puudub.

7

8 **7. Nahk, karusnahk ja linnusuled**

9 **7.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

10 Karusnaha eesmärgil kütitakse teatud ulukeid (metsnugis, rebane jmt). Aastane
11 karusnahkade kogus on teadmata.

12 **7.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

13 Teave puudub.

14

15 **8. Muud materjalid**

16 **8.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

17 Põdrasamblikku kasutatakse jõulupärgade valmistamisel. 2005. aastal eksporditi Eestist
18 põdrasamblikku ligi 54 000 EUR väärtuses (Erametsakeskus, 2010b).

19 **8.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

20 Teave puudub.

21

22 **9. Looduslikud ravimid**

23 **9.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

24 Metsas kasvavaid taimi kasutatakse ravimteede ja loodusravivahendite tegemisel.
25 Nõukogude perioodil koguti ravimtaimi nii enda tarbeks kui ka riikliku plaani täitmiseks
26 (Liiders, 2003). Nt 1982. aastal koguti enam kui 20 liiki nii metsas kui mujal kasvavaid
27 ravimtaimi kogukaaluga ligikaudu 38 tonni. 2003. aastal läbiviidud uuringu kohaselt
28 kasutavad inimesed ligi 50 ravimtaime, millest suur osa kasvab metsas (Erametsakeskus,
29 2010a). Kogutud ravimtaimede koguste kohta andmed puuduvad.

30 **9.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

31 Teave puudub.

32

33 **10. Looduslikud toidulisandid**

34 **10.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

35 1970–80. aastatel koguti Eesti metskondades keskmiselt 500 tonni kasemahla aastas
36 (Liiders, 2003). 2008. aastal varuti Eestis 629 tonni kasemahla, mida enamasti kasutati
37 omatarbeks (Erametsakeskus, 2010a). 2010. aastal eksporditi 4 tonni külmutatud kasemahla
38 (Põllumajandusministeerium, 2012). Omatarbeks kasutatakse ka vahtramahla.

39 **10.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

40 Teave puudub.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40

11. Kosmeetika toorained

11.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Tõenäoliselt kasutatakse mõningaid metsaökosüsteemi taimede osi looduskosmeetika toorainena (näomaskid, kreemid, šampoonid), kuid mahtude kohta Eestis andmed puuduvad.

11.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud

Teave puudub.

12. Biokemikaalid jm farmatseutilised ained

12.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Männi- ja kuusevaiku on kasutatud rahvapäraste ravimite valmistamisel (Liiders, 2003). Tänapäeval kasutamise ulatuse kohta andmed puuduvad.

12.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud

Teave puudub.

13. Mittemeditiinilised looduslikud biokemikaalid

13.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Männivaiku ja -tõrva saab kasutada immutusvahendite toorainena (Liiders, 2003). 1950–1980. aastatel oli aastane vaigutoodang Eesti männikutes mitusada tonni, mida kasutati tärpentiini, kampoli jm taoliste toodete koostisosana (Liiders, 2003). Tänapäeval toimub vaigu ja tõrva tootmine tõenäoliselt väikestes mahtudes ja peamiselt traditsiooniliste meetoditega.

13.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud

Teave puudub.

14. Traditsiooniline käsitöö

14.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Puidust käsitöö hõlmab pajuvitstest punutud tooteid, puidust nikerdatud suveniire ja tarbeesemeid ning ka roigasaedade valmistamist (Erametsakeskus, 2010a). Tinglikult võib siia lisada ka vihtade ja luudade valmistamise. Puidust käsitöö aastane tootmismahd on teadmata. 2003. aastal varuti omatarbeks ligi 4,5 miljonit vihta ja 1 miljon luuda (Erametsakeskus, 2010a).

14.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud

Teave puudub.

15. Looduslikud toonijad ja värvid (värvitaimed)

15.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Looduslikke taimi saab kasutada villa jm materjalide värvimisel ja toonimisel. Kasutamise ulatus on teadmata.

1 **15.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

2 Teave puudub.

3

4 **16. Looduslikud ilutaimed**

5 **16.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

6 Metsas kasvavaid taimi tuuakse vaasi ja kasutatakse lilleseadetes (nt urbadega pajuoksad,
7 kaseoksad jmt). Kasutamise ulatus on teadmata. RMK Tartu Puukool valmistab
8 jõuluseadeid, kasutades puudeoksi ja käbisid.

9 Ilutaimena saab käsitleda ka jõulukuuski, mida kasvatatakse istandustes või tuuakse koju
10 otse loodusest. Detsembris tuuakse kodudesse ja asutustesse ilmselt sadu tuhandeid kuuski,
11 kuid nende päritolu kohta andmed puuduvad. RMK on pakkunud võimalust osta
12 riigimetsast jõulukuuske. Nt 2012. aastal kasutas seda võimalust üle 7500 inimese
13 (Postimees, 2012). Kui palju kasvatatakse Eestis jõulukuuski ekspordiks, ei ole teada.

14 **16.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

15 Teave puudub.

16

17 **17. Kohalike ristandite, loomatõugude ja taimesortide edendamine**

18 **17.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

19 2012. aastal varuti metsast 426,9 kg puude seemneid (mänd, kuusk, arukask, sanglepp),
20 mida kasutatakse heade omadustega kohalike puustikutute saamiseks (Keskkonnaagentuur,
21 2014b). RMK varus 2013. a 5690kg puudeseemneid (Riigimetsa Majandamise Keskus,
22 2013). RMK kasvatab puutaimi valdavalt avamaataimlates. Aastas saab istutusküpseks
23 keskmiselt 9 miljonit männiseemikut, 7 miljonit kuuseistikut ning 1 miljon kaseemikut ja
24 teisi lehtpuid (Riigimetsa Majandamise Keskus, 2013).

25 **17.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

26 Teave puudub.

27

28 • **Reguleerivad teenused**

29

30 **1. Süsiniku hoidmine ja sidumine**

31 **1.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

32 Metsad ja metsamullad seovad suures koguses süsinikku. Seotud süsiniku kogus puises
33 biomassis metsamaal oli 2013. aastal 191,179 miljonit tonni ning see on kasvanud
34 järjepidevalt viimase kümnendi jooksul (Statistikaamet, 2015).

35 Eesti metsaökosüsteem seob aastas umbes 5,5 miljonit
36 tonni süsihappegaasi, millest kasvavasse puitu talletub ligikaudu 5,0 miljonit tonni
37 CO₂ ja mulda 0,4 milj tonni CO₂ aastas, vähem akumuleerub süsinikku varises ja
38 surnud puidus (Ministry of Environment, 2014). Kõlli et al. (2004) andmetel
39 on Eesti metsamuldade orgaanilise süsiniku varu 314,4 ± 27,1 Tg C, millest ca 57%
40 asub huumuskattes ja 43% alusmullas, kusjuures ca 55% on seotud mineraal- ja 45%
41 turvasmuldadesse.

1 **1.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

2 Metsade süsiniku sidumise võimet ohustavad põuad, tormid ja tulekahjud, mis pidurdavad
3 puude võimet süsinikku siduda või põhjustavad puude hukkumise.

4

5 **2. Kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine**

6 **2.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

7 Metsad aitavad leevendada piirkonna mikrokliima äärmusi, hoiavad niiskust, reguleerivad
8 maapinnale, põhja- ja pinnavette jõudvat sademete hulka, temperatuuri ning kaitsevad tuulte
9 ja UV-kiirguse eest.

10 **2.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

11 Teave puudub.

12

13 **3. Üleujutuste ennetamine ja leevendamine**

14 **3.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

15 Metsad reguleerivad maapinnale jõudvat sademete hulka, püüdes kinni ja tarbides osa
16 sademetest. Ühtlasi takistavad metsad pinnase erosiooni üleujutuste korral ja leevendavad
17 üleujutuste negatiivseid mõjusid. Regulaarselt üleujutatavad metsad (nt Soomaa
18 rahvuspargis) on sellega tõenäoliselt paremini kohastunud kui aladel, kus seni üleujutusi
19 pole toimunud või toimub väga harva.

20 **3.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

21 Täpsemad näited pole teada.

22

23 **4. Tormikaitse**

24 **4.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

25 Metsad võivad kaitsta tormituultega kaasneva erosiooni ja purustuste eest. Metsade roll on
26 suurem mosaiiksetes ja erosioonitundlike muldadega põllumajandusmaastikes.

27 **4.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

28 Täpsemad näited pole teada.

29

30 **5. Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus**

31 **5.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

32 Metsad koos muldadega aitavad reguleerida alal looduslikku veerežiimi ja aitavad
33 leevendada äärmuslikest temperatuurist ja sademetest tingitud mõjusid sealsele
34 veerežiimile. Metsad võivad reguleerida ja mõjutada ojade ja jõgede vooluhulka ning
35 samuti vee kvaliteeti. Lahemaa rahvuspargis on hinnatud, et vesi imendub maapinda ja
36 puhastub mahus 760 m³/ha, mis teeb vee puhastamisteenuse keskmiseks väärtuseks
37 turuhindade järgi 27,6–31,5 miljonit EUR (Ehvert, 2013).

38 **5.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

39 Täpsemad näited pole teada.

40

- 1 **6. Põua leevendamine**
- 2 **6.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**
- 3 Vt p 5.
- 4 **6.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**
- 5 Täpsemad näited pole teada.
- 6
- 7 **7. Põhjaveetaseme hoidmine**
- 8 **7.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**
- 9 Vt p 5.
- 10 **7.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**
- 11 Täpsemad näited pole teada.
- 12
- 13 **8. Kaitse erosiooni vastu**
- 14 **8.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**
- 15 Metsad kaitsevad pinnast tuule- ja vee-erosiooni eest. Vt p 3 ja 5.
- 16 **8.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**
- 17 Täpsemad näited pole teada.
- 18
- 19 **9. Looduslik kahjurite ohjeldamine**
- 20 **9.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**
- 21 Metsas elavad liigid võivad aidata reguleerida kahjurputukate arvukust ja levikut, kes
- 22 ohustavad inimest, kariloomi või taimekasvatust, kuid ilmastikumuutused võivad seda
- 23 võimet pärssida. Eestis on käimas mitmed uuringud (seenhaigused ja kliimamuutus;
- 24 invasiivsed metsakahjurid, jt), mille käigus analüüsitakse kliimamuutuste mõju metsa
- 25 ökosüsteemidele.
- 26 **9.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**
- 27 Kuuse-kooreüraski (*Ips typographus*), ühe meie tavalisema metsakahjuri puhul ilmnevad
- 28 ilmastikumuutused selgelt (Õunap, 2013). Paaril viimasel aastakümnel on täheldatud, et
- 29 putuka lendlus toimub varem, areng on kiirem ja varasema ühe põlvkonna asemel areneb
- 30 tal nüüd reeglina kaks põlvkonda aastas. Teine põlvkond on sageli arvukam kui esimene ja
- 31 selle poolt tekitatud kahjustused võivad olla oluliselt suuremad. Nii nagu
- 32 ilmastikumuutused soosivad kuuse-kooreüraskit, võimaldavad need meie aladele levida
- 33 seni meist mõnevõrra soojema kliimaga piirkondades elanud liikidel.
- 34
- 35 **10. Haiguste ja patogeenide (taimedel, loomadel, inimesel) ohjeldamine**
- 36 **10.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

1 Eesti metsadesse on viimastel aastakümnetel saanud mitmeid uusi haigustekitajaid ja
2 metsakahjureid. Nt on Eestisse saanud saaresurm, punavöötaud ja pruunvöötaud (Õunap,
3 2013).

4 **10.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

5 Nii äärmuslikud ilmastikutingimused kui ka raietele järgnev keskkonnatingimuste
6 muutumine metsas võivad põhjustada metsade vastupanuvõime vähenemist haigustele ja
7 haigustekitajatele ning soodustada nende levikut.

8

9 **11. Õhukvaliteedi reguleerimine**

10 **11.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

11 Metsad püüavad kinni ja ka tarbivad osa õhusaastest (nt lämmastik- ja vääveloksiidid,
12 peenosakesed). Veel 1990. aastatel oli probleemiks üleliigne õhusaaste, mis põhjustas
13 happelisi sademeid (happevihmad), siis tänapäevaks on see probleem oluliselt leevenenud.
14 Metsade roll õhukvaliteedi reguleerijana ja puhastajana on kõige olulisem linnalistel aladel
15 ja tiheda transpordiliiklusega magistraalide ümbruses, kus nad püüavad kinni osa
16 transpordist ja eramute korstnatest lendunud peenosakekestest, mis on sisse hingates inimeste
17 tervisele ohtlikud.

18 **11.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

19 Teave puudub.

20

21 **12. Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine** 22 **ja akumulatsioon**

23 **12.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

24 Puid ja metsastamist võib kasutada saastatud alade tervendamiseks ja puhastamiseks.

25 **12.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

26 Teave puudub.

27

28 **13. Mullaviljakuse hoidmine**

29 **13.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

30 Vt ptk „Mullaviljakus“.

31 **13.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

32 Teave puudub.

33

34

35 • **Kultuurilised teenused**

36

37 **1. Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine**

38 **1.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

39 RMK pakutavaid puhke- ja kaitsealade võimalusi kasutati 2012. aastal kokku 1,6 miljonil
40 korral (Keskkonnaagentuur, 2014b). Üht või teist laadi organiseeritud loodusturismi oli

1 viimase 12 kuu jooksul (2007–2008. a) harrastanud 37% elanikkonnast, enamik neist – 26%
2 elanikest – on viibinud ettevalmistatud puhkekohtadel (Kaldaru, 2008). Populaarsuselt
3 teisel kohal olid õppe- ja matkarajad (19%).

4 **1.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

5 Teave puudub. Tõenäoliselt käiakse vihmastel aastatel metsades vähem.

7 **2. Virgestuse ja turismiga seotud välitegevused (matkamine, jooksmine, suusatamine jm)**

9 **2.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

10 Põhiliseks kokkupuuteks metsaga on 43% inimestel metsas puhkamine või sportimine,
11 millest populaarsem on vaid marjul-seenel käimine (ligi pool elanikkonnast) (Kaldaru,
12 2008).

13 **2.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

14 Teave puudub. Tõenäoliselt käiakse vihmastel aastatel metsades vähem.

16 **3. Loodusharrastused**

17 **3.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

18 Metsa toovad inimesi botaanika, mükoloogia ja bioloogiaga seotud loodusharrastused
19 (taimede-loomade vaatlemine, uurimine).

20 **3.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

21 Teave puudub. Tõenäoliselt käiakse vihmastel aastatel metsades vähem.

23 **4. Kunst**

24 **4.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

25 Metsad on olnud inspiratsiooniallikaks temaatilistele kirjandusteostele, maalidele,
26 loodusfotograafias.

27 **4.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

28 Teave puudub.

30 **5. Rahvuslikud ja piirkondlikud väärtused ja identiteet, looduslikud sümbolid ja pühapaigad**

32 **5.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

33 Metsadega on seotud teatud paikkondade identiteet (nt Nõmme ja männikud). Metsades
34 leidub kunagisi ja praegusi hiisi ja arvukalt pärandkultuuri objekte. Osasid neist
35 eksponeeritakse ja kasutatakse maaturismiga seotud lisaväärtuse loomiseks (IAP, 2008).
36 70% Eesti 15–74-aastastest elanikest peab oma elu mingil moel metsaga seotuks, 30% mitte
37 (Kaldaru, 2008). Põhilisteks kokkupuudeteks metsaga on marjul-seenel käimine (ligi pool
38 elanikkonnast) ja metsas puhkamine või sportimine (43%). RMK on kaardistanud
39 riigimetsas olevad hiiemetsad ja muud metsas asuvad pärandkultuuriobjektid. RMK
40 andmetel on kaardistatud üle 35 000 objekti.

1 **5.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

2 Teave puudub. Osad pärandkultuuriobjektid võivad olla ilmastikutundlikumad.

3

4 **6. Stressi ja seotud probleemide ja haiguste vähendamine**

5 **6.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

6 Vt p 1 ja 2.

7 **6.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

8 Teave puudub. Tõenäoliselt käiakse vihmastel aastatel metsades vähem.

9

10 **7. Hariduse ja teaduse edendamine**

11 **7.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

12 Haridust aitavad pakkuda loodusõpperajad, infotahvliid. 2012. aastal korraldati RMK 18
13 looduskeskuses 2698 loodusteadlikkust ja -hoidlikkust edendavat programmi, milles osales
14 kokku 52 604 huvilist (Keskkonnaagentuur, 2014b). RMK teavitusüritustel (konkursid,
15 matkapäevad, teemaõhtud, teabepäevad) osales 147 169 huvilist. 2013. aastal kasutati RMK
16 pakutavaid puhke- ja kaitsealadel liikumise võimalusi aasta jooksul kokku 1,7 miljonil
17 korral. Sagadi mõisas asub Eesti metsamuuseum.

18 Metsavaldkonnas toimub aktiivne teadustöö, sh looduskeskkonna seire riiklikel seirealadel.

19 **7.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

20 Teave puudub.

21

22 • **Ülevaade meetmetest, mis aitavad kaasa kliimamuutustega kohanemisele**

23 Kliimamuutuste mõjudega kohanemise meetmete väljatöötamine on ette nähtud Eesti
24 Metsanduse Arengukavas aastani 2020. Tinglikult võib kohanemismeetmena arvestada
25 ulukite küttimislimiite.

26

1 5.3.4. Sooökosüsteemid ja nende teenused

2 Tabel 21. Sooökosüsteemid ja nende teenused.

Tugiteenused:	Varustusteenused:
1. Aineringete toimimine	1. Looduslike mageveekalade saak
2. Fotosüntees	2. Ulukid
3. Mullateke	3. Marjad
4. Biogeokeemilised ringed	4. Seened
5. Ökosüsteemide stabiilsuse ja vastupanuvõime hoidmine	5. Puit toorainena
6. Geneetiline mitmekesisus	6. Puit kütteks
7. Liigiline mitmekesisus	7. Muud bioenergia allikad
8. Koosluste mitmekesisus	8. Väetised
9. Troofiliste tasemete toimimine	9. Muud materjalid
	10. Looduslikud ravimid
	11. Biokemikaalid jm farmatseutilised ained
	12. Mittemeditsiinilised looduslikud biokemikaalid
	13. Looduslikud toonijad ja värvid (värvitaimed)
	14. Kohalike ristandite, loomatõugude ja taimesortide edendamine
Reguleerivad teenused:	Kultuuriteenused:
1. Süsiniku hoidmine ja sidumine	1. Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused
2. Kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine	2. Harrastusjahipidamine
3. Üleujutuste ennetamine ja leevendamine	3. Harrastuskalapüük ja kalaturism
	4. Harrastuslik marjade ja seente korjamine
5. Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	5. Muud loodusharrastused
6. Põua leevendamine	6. Disain (mood, sisekujundus jm)
7. Põhjaveetaseme hoidmine	7. Kunst
8. Kaitse erosiooni vastu	8. Rahvuslikud ja piirkondlikud väärtused ja identiteet, looduslikud sümbolid ja pühapaigad
9. Õhukvaliteedi reguleerimine	9. Stressi ja seotud probleemide ja haiguste vähendamine
10. Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	10. Hariduse ja teaduse edendamine
11. Mullaviljakuse hoidmine	
12. Tolmeldamine	

3

4 • Varustusteenused

5

6 1. Looduslike mageveekalade saak

7 1.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

8 Mageveekalade saagi kohta rabajärvedest täpsem info puudub. Tõenäoliselt moodustab
9 saak väikese osa kõigist mageveekogudest püütud kalasaagist (ca 4500 t/a,
10 Põllumajandusministeerium, 2013).

11 1.2. Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud

1 Teave puudub.

2

3 **2. Ulukid**

4 **2.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

5 Soometsad võivad olla elupaigaks mitmetele ulukitele, kuid mitte tingimata eelistatud
6 jahipidamiskohaks jahimeestele.

7 **2.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

8 Teave puudub.

9

10 **3. Marjad**

11 **3.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

12 Peamised soodest kogutavad marjad on jõhvikas ja rabamurakas (Liiders, 2003;
13 Erametsakeskus, 2010a). Vähemalt keskmise saagikusega elupaiku on jõhvikal erinevatel
14 andmetel 21 000 ha (Erametsakeskus, 2010a) kuni 26 000 ha (Eesti turbaalade, 2010).
15 Jõhvik bioloogiliseks varuks on hinnatud ligi 6000 t/a ning hinnanguliselt korjatakse
16 sellest 15-25% (Erametsakeskus, 2010a).

17 **3.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

18 Marjade saagikus sõltub olulisel määral ilmastikuoludest kogu vegetatsiooniperioodi vältel.
19 Saagi ikaldumiseks ei pea tingimata esinema äärmuslikud ilmastikuolud. Samas võib
20 marjade saagikus olla aastati Eesti eri osades väga erinev.

21

22 **4. Seened**

23 **4.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

24 Soometsades kasvab mitmeid söögiseeni, kuid soometsade majanduslik tähtsus jääb
25 väikeseks. Hinnanguliselt on keskmine seente varu kõdusoo-kuusikus ja siirdesoo-kaasikus
26 vastavalt 23,2 ja 22,5 kg/ha (Erametsakeskus, 2010a).

27 **4.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

28 Teave puudub.

29

30 **5. Puit toorainena**

31 **5.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

32 Metsamajandusega seoses on Eestis kuivendatud ~ 560 000 ha turbaalaid, millest ~ 60 000
33 ha moodustab endiste põllumajandite metsakuivendus (Eesti turbaalade, 2010). Nendest
34 metsadest varutud puidu kogused on teadmata.

35 **5.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

36 Puidu väljavedu takistavad pehmed ja lühikesed talved, mil ei teki piisavalt külmunud
37 pinnast.

38

39 **6. Puit kütteks**

40 **6.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

1 Vt p 5.

2 **6.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

3 Teave puudub.

4

5 **7. Muud bioenergia allikad**

6 **7.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

7 Turvas on olulisemaid sooökosüsteemi pakutavatest kaupadest, mida kasutatakse nii kütteks
8 kui ka aianduses kasvuturbana. Kütteks sobib paremini hästilagunenud turvas, mis asub
9 turbakihi allosas (Keskkonnaagentuur, 2014a). Aastatel 1992–2013 on Eestis turvast
10 kaevandatud 0,3–1,5 mln t aastas, kusjuures hästi- ja vähelagunenud turvaste osakaalud
11 kogumahust on viimastel aastatel peaaegu võrdsed. Kaevandatud turbast kasutatakse
12 ligikaudu 40% küttena.

13 **7.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

14 Turba kaevandamise kogused sõltuvad suurel määral ilmastikutingimustest – sademete
15 hulgast ja tuule tugevusest (Keskkonnaagentuur, 2014a). Põuastel suvedel on suur oht
16 turbaväljade ja -aunade süttimiseks. Salm et al. (2012) tegid kindlaks, et kaevandatud ja
17 kaevandamisel olevad turbaalad on märkimisväärsed CO₂ ja N₂O emiteerijad, samas kui
18 looduslikus seisundis ja kuivendatud turbaalad on olulised metaani (CH₄) emiteerijad. CO₂
19 emissiooni suurendas kõrgem mulla temperatuur, CH₄ emissiooni aga kõrge veetase.
20 Ilmastik mõjutab ka turba väljavedu turbaalalt.

21

22 **8. Väetised**

23 **8.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

24 Aianduses kasutatakse vähelagunenud turvast, millest toodetakse väetistega segatud
25 kasvuturvast, aga ka turbapotte, -päse ja -plokke, mis läheb põhiosas ekspordiks
26 (Keskkonnaagentuur, 2014a). Kaevandatud turbast kasutatakse ligikaudu 60% aianduses.
27 Nt Biolan Baltic OÜ toodab kasvuturvast Lavassaare rabast ja ekspordib seda ligi 90%
28 ulatuses. Biolan Baltic OÜ toodab turvast ka kuivkäimlate jaoks (Biolan Baltic, 2015). Eesti
29 on aiandusturba ekspordimahu poolest maailmas 3.–4. kohal (Paal ja Leibak, 2013).

30 **8.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

31 Vt ptk „Muud bioenergia allikad“

32

33 **9. Muud materjalid**

34 **9.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

35 Turvast on vähemal määral kasutatud keskkonnatehnoloogias läga sidumiseks, õli
36 püüdmiseks ja lõhnafiltrites, kuid kasutusmahtude kohta andmed puuduvad (Eesti
37 turbaalade, 2010). Turvast kasutatakse loomade allapanuna. Samuti segatakse turvast
38 reovee puhastusjaamadest eemaldatud settega (mudaga), mida kasutatakse haljastuses.
39 Maal, kuhu laotatakse haljastusmulda (töödeldud reoveesetet), ei tohi aasta jooksul pärast
40 laotamist kasvatada köögiviljakultuure ning ravim- või maitsetaimi toiduks või söödaks
41 (Tallinna Vesi, 2015). Vähesel määral kasutatakse turvast põllumajanduses loomadele
42 allapanuks.

43 **9.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

1 Vt ptk „Muud bioenergia allikad“

2

3 **10. Looduslikud ravimid**

4 **10.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

5 Turvas on tooraineks farmaatsiatööstusele. Kesk-Euroopas toodetakse turbast ravimite
6 kasutamiseks vajalikke aineid, Eestis teadaolevalt mitte, kuigi selleks otstarbeks sobivat
7 turvast leidub (Eesti turbaalade, 2010; Orru *et al.*, 2007).

8 Soodes kasvab ka mitmeid farmaatsiatööstuses juba kasutatavaid või potentsiaalseid
9 kasutamisevõimalusi pakkuvaid ravimtaimi (sookail, huulheinad, rabamurakas jt). Nende
10 kasutusmahud pole teada.

11 **10.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

12 Teave puudub.

13

14 **11. Biokemikaalid jm farmatseutilised ained**

15 **11.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

16 a. Turbas leiduvad humiinained leiavad kasutust balneoteraapias (Orru *et al.*, 2007).
17 Eestis leidub balneoloogilistel eesmärkidel kasutatavat turvast vähemalt 0,92 miljonit tonni,
18 kuid hetkel teadaolevalt ei kasutata.

19 b. Paal ja Leibak (2013) märgivad, et farmaatsiafirmad on hakanud huvi tundma
20 huulheina (*Drosera sp*) kokkuostmise vastu. Andmed Eesti kohta puuduvad.

21 **11.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

22 Teave puudub.

23

24 **12. Mittemeditsiinilised looduslikud biokemikaalid**

25 **12.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

26 Turba happelise hüdrolüüsi jäägi leeliselisel töötlusel on võimalik toota ioonitmuldade
27 regenereerimisvahendeid ja (pärimi)kasvustimulaatoreid (Eesti turbaalade, 2010).
28 Kasutusmahtude kohta andmed puuduvad.

29 **12.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

30 Teave puudub.

31

32 **13. Looduslikud toonijad ja värvid (värvitaimed)**

33 **13.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

34 Turbasammaldega on värvitud lõnga.

35 **13.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

36 Teave puudub.

37

38 **14. Kohalike ristandite, loomatõugude ja taimesortide edendamine**

39 **14.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

1 Eestis on aretatud kuus kodumaist jõhvikasorti: 'Kuresoo', 'Maima', 'Nigula', 'Soontagana',
2 'Virussaare' ja 'Tartu', mis on registreeritud sortideks ja on sordikaitse all alates 12.08.1996
3 (Metsamarjad, 2015).

4 **14.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

5 Teave puudub.

6

7 • **Reguleerivad teenused**

8

9 **1. Süsiniku hoidmine ja sidumine**

10 **1.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

11 Ökoloogilise tasakaalu säilitamise seisukohast on looduslikel turbaaladel, eriti
12 ombrotoofsetel rabadel, oluline tähtsus orgaanilise süsiniku akumulatsioonina (Eesti
13 turbaalade, 2010). Üks hektar looduslikus seisundis olevat sood akumulatsioonina
14 keskmiselt Eesti turbaalade (2010) järgi umbes 2 tonni CO₂ aastas, Paali ja Leibaku (2013)
15 järgi 23 g süsinikku m²/a.

16 Kuresoo lageraba ja siirdesoo seovad 1536,5 tonni süsinikku aastas (Kosk, 2012a).
17 Kuivendatud taimestikuta ja taimestikuga turbaalad muutuvad seoses turba orgaanilise aine
18 lagunemisega ise õhku lenduva süsihappegaasi allikateks (Eesti turbaalade, 2010).
19 Kuivendustööde tulemusena on 60–70% Eesti turbaaladel turba akumulatsioon
20 seiskunud. Turba moodustumine jätkub ainult inimtegevusest mõjutamata soodes ning on
21 mahus 400 000 t/a (Eesti turbaalade, 2010).

22 Süsiniku hoidjana talitlevad ka soode puistud. Nt Kuresoo raba puistutes on hinnanguliselt
23 talletatud 78,18 Gg süsinikku (Kosk, 2012a, 2012b). Eesti kuivendatud turbaalade CO₂
24 süsiniku emissioon on 9,6 mln t/a, millele lisandub 4,0 mln tonni CH₄ süsinikku aastas (Paal
25 ja Leibak, 2013).

26 **1.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

27 Teave puudub.

28

29 **2. Kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine**

30 **2.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

31 Sood võivad mõjutada kohalikku mikrokliimat, sealjuures õhuniiskust ja -temperatuuri.
32 Märgalades salvestatud veevaru ja sealne taimkate ühtlustab temperatuuri ja niiskuse
33 gradiente (Nõges *et al.*, 2012).

34 **2.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

35 Teave puudub.

36

37 **3. Üleujutuste ennetamine ja leevendamine**

38 **3.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

39 Vt: Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus.

40 **3.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

1 Teave puudub.

2

3 **4. Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus**

4 **4.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

5 Looduslikus seisundis turbaaladelt aurustub tagasi atmosfääri ~60 % alale langenud
6 sademetest (Eesti turbaalade, 2010). Madalsood on hüdrooloogiliselt seotud keerukatesse
7 pinna- ja põhjavee süsteemidesse ning väga hea kvaliteediga põhjavee väljakiildumise
8 kohtadeks allikatele või põhja- ja pinnaveevarude täiendajateks.

9 Läbi turbalasuundi imbub aastas umbes 3 cm paksune veekiht, seega 300 m³ vett hektari kohta
10 (Eesti turbaalade, 2010). Soost voolab välja ~ 40% tema pinnale langenud sademeist.
11 Suurem osa sellest veest jõuab jõgedesse, kuid teatud osa infiltreerub ja toidab põhjavett.
12 Triisberg, Karofeld ja Paal (2013) näitasid, et veetase kaevandatud turbaaladel omab
13 suuremat rolli turbaala taimestumisel kui toitainete kättesaadavus ja diasporide levimine.

14 **4.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

15 Teave puudub.

16

17 **5. Põua leevendamine**

18 **5.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

19 Looduslikus seisundis sood aitavad tänu suurele veereservuaarile leevendada põua mõjusid,
20 toites pinna- ja põhjaveesüsteeme.

21 **5.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

22 Teave puudub.

23

24 **6. Põhjaveetaseme hoidmine**

25 **6.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

26 Vt: Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus.

27 **6.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

28 Teave puudub.

29

30 **7. Kaitse erosiooni vastu**

31 **7.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

32 Taimestikuga kaetud kooslused aitavad vähendada mulla ja turba erosiooni. Erosioon
33 probleemiks kuivendatud ja intensiivses kasutuses olevatelt turbaaladelt, samuti
34 kaevandamisel olevatel aladel.

35 **7.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

36 Teave puudub.

37

38 **8. Õhukvaliteedi reguleerimine**

39 **8.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

1 Sood aitavad neutraliseerida õhusaastet. Kui õhusaaste koormus on liiga kõrge, on
2 täheldatud olulisi muutusi soode (nt Kirde-Eestis) vee keemilises koostises ja taimkatte
3 struktuuris (Karofeld *et al.*, 2007). Kirde-Eesti rabade võimet sealset pikaajalist õhusaaste
4 koormust taluda on hinnatud puhverduisvõime piiril olevateks.

5 **8.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

6 Teave puudub.

7

8 **9. Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine** 9 **ja akumulatsioon**

10 **9.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

11 Sood seovad õhusaastena maapinnale jõudnud lämmastiku- ja väevliühendeid (vt
12 Õhukvaliteedi reguleerimine). Kuivendatud turbaalad muutuvad aga toitainete allikaks,
13 kusjuures pinnahikult välja kantav lämmastiku hulk ületab looduslikus soos seotava kuni
14 kaks korda (Eesti turbaalade, 2010).

15 **9.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

16 Teave puudub.

17

18 **10. Mullaviljakuse hoidmine**

19 **10.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

20 Soometsade mullaviljakus on madal, niisamuti turvasmuldadega põllumajandusmaastikel.
21 Turvasmuldadega kooslusi võib ohustada maaharimine, mis võib kaasa tuua erosiooni.

22 **10.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

23 Teave puudub.

24

25 **11. Tolmeldamine**

26 **11.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

27 Jõhvikas ja murakad sõltuvad tolmeldamisest. Eesti sood pakuvad elupaika sookooslustele
28 iseloomulikele tolmeldajaliikidele (nt liblikad). Vt ptk Tolmeldamine.

29 **11.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

30 Teave puudub.

31

32 • **Kultuurilised teenused**

33

34 **1. Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused**

35 **1.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

36 Eesti soodesse on viimasel aastakümnel külastajate jaoks ehitatud arvukalt laudteid ja soode
37 külastamine sise- ja välismaiste turistide poolt on märgatavalt suurenenud (Eesti turbaalade,
38 2010). Soodes paiknevate laudteede pikkus ületab 50 km (Paal ja Leibak, 2013).
39 Külastustaristu täpsem ulatus Eesti soodes pole teada. Tõenäoliselt levinuim tegevus on

1 matkamine raba laudteedel ja matkaradadel, kuid täpsemad andmed puuduvad.
2 Populaarsust on kogunud räätsamatkad rabades.

3 **1.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

4 Teave puudub. Äärmuslikud ilmastikunähtused ei soodusta tõenäoliselt välitegevusi.

5

6 **2. Harrastusjahipidamine**

7 **2.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

8 Kuna soodes on raske liikuda, siis tõenäoliselt ei ole tegemist aktiivse jahipidamisalaga.

9 **2.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

10 Teave puudub.

11

12 **3. Harrastuskalapüük ja kalaturism**

13 **3.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

14 Kuna soojärved ja laukad ei ole kalarikkad, siis tõenäoliselt ei ole harrastuskalapüük rabades
15 väga levinud.

16 **3.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

17 Teave puudub.

18

19 **4. Harrastuslik marjade ja seente korjamine**

20 **4.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

21 Vt ptk-d Marjad ja Seened.

22 **4.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

23 Teave puudub.

24

25 **5. Muud loodusharrastused**

26 **5.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

27 Sohu toovad inimesi botaanika, mükoloogia ja bioloogiaga seotud loodusharrastused
28 (taimede-loomade vaatlemine, uurimine). Populaarsust on kogunud rabamatkad räätsadega.

29 **5.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

30 Teave puudub.

31

32 **6. Kunst**

33 **6.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

34 Sooökosüsteemid on olnud inspiratsiooniallikaks sooteemalistele kirjandusteostele,
35 maalidele, loodusfotograafias.

36 **6.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

37 Teave puudub.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31

7. Rahvuslikud ja piirkondlikud väärtused ja identiteet, looduslikud sümbolid ja pühapaigad

7.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Soodega on seotud teatud paikkondade identiteet (Soomaa, Emajõe, Alam-Pedja, jt). Sood on mõjutanud märkimisväärselt meie rahvakultuuri, folkloori. Soodes leidub arvukalt pärandkultuuri objekte.

7.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud

Teave puudub.

8. Stressi ja seotud probleemide ja haiguste vähendamine

8.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Rabad on hinnatud stressimaandamiskohtadena, väärtustatakse rabade vaikust ja puhast loodust.

8.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud

Teave puudub.

9. Hariduse ja teaduse edendamine

9.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Soode turbalasund sisaldab taimejäänuseid, õietolmu ja arheoloogilise väärtusega objekte. Sood on mudelbiotoobiks paljude looduses valitsevate seaduspärasuste uurimiseks ning mõistmiseks (Eesti turbaalade, 2010). Soodes on mitmeid loodusõpperadasid ja toimub aktiivne teadustöö, sh looduskeskkonna seire riiklikel seirealadel.

9.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud

Teave puudub.

• Ülevaade meetmetest, mis aitavad kaasa kliimamuutustega kohanemisele

Kliimamuutusega kohanemiseks eraldi meetmed puuduvad.

5.3.5. Mullaökosüsteem ja selle teenused

Tabel 22. Mullaökosüsteem ja selle teenused.

Tugiteenused:	Varustusteenused:
1.Mullateke	1.Toidutootmiskeskond (põllumaa/mulla olemasolu)
2. Aineringete toimimine	2.Kompostmulla tootmine
3.Ökosüsteemide stabiilsuse ja vastupanuvõime hoidmine	
4. Seemnete levitamine ja säilitamine	
5. Troofiliste tasemete toimimine	

6. Geneetiline mitmekesisus	
7. Liigiline mitmekesisus	
8. Koosluste mitmekesisus	
9. Taimede püsti/kinnihoidmine	
Reguleerivad teenused:	Kultuuriteenused
1. Süsiniku hoidmine ja sidumine	1. Matmisteenus
2. Mullaviljakus, mullakvaliteet	2. Loodusharrastused (koduaiandus)
3. Üleujutuste ennetamine ja leevendamine	3. Rahvuslikud ja piirkondlikud väärtused ja identiteet, looduslikud sümbolid ja pühapaigad
4. Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	4. Haridus ja teadus
5. Kaitse erosiooni vastu	
6. Haiguste ja patogeenide (taimedel, loomadel, inimesel) ohjeldamine	
7. Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumulatsioon	

1

2 • **Varustusteenused**

3

4 **1. Toidutootmiskeskond**

5 **1.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

6 Muld loob keskkonna toidu tootmiseks, kus saavad kasvada inimesele tarvilikud taimed.
7 Ligikaudu 46% Eesti põllumuldadest on väga hea potentsiaalse viljakuse ja hea
8 keskkonnakaitse väärtusega, mis mõlemad on efektiivse ja keskkonnasäästliku
9 põllumajanduse vajalikud eeldused (Keskkonnaagentuur, 2014a). 2010. aastal oli Eestis
10 kasutusel 940 930 hektarit põllumajandusmaad, millest suure osa moodustas püsirohumaad
11 (31,5%) (MAK 2014–2020). Suur osa põllumaast asus ka tootmiseks ajutiselt
12 mittekasutataval püsirohumaal, mis moodustas kogu põllumajandusmaast 11,63%.
13 Põllumajandusmaa pindalalt elaniku kohta (0,69 ha elaniku kohta) on Eesti Euroopa riikide
14 (EL27 riikides keskmiselt 0,37 ha elaniku kohta) seas esimeste hulgas (Maaelu arengukava,
15 2015). Keskmise põllumajandusliku majapidamise suurus oli Eestis 2010. a 48 hektarit.

16 **1.2. Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

17 Ilmastikunähtuste mõju põllumaale ja mulla viljakusele on uuritud testaladel Eestis.
18 Põllumajandusuuringute keskuse (PMK) andmetel (2014) sõltub toiteelementide liikumine
19 mullaprofiilis eeskätt sademete hulgast ja jaotumisest. Leostumise seisukohast on pigem
20 kriitiline sademete kogus septembris-oktoobris kui novembris. Sealjuures jätkub sooja
21 sügise korral toitainete leostumine ka pärast detsembrist ja seda mõjutavad ka hilisemad
22 sademed. Keskmise mullakihi mineraalse lämmastiku (N_{min}) sisaldus on suurem mais ja
23 detsembris ning leostumisele soodne periood on eeskätt septembrist detsembrini, mil
24 kõikidel aastatel on selles kihis ka N_{min} sisaldus tõusnud 2–3 korda. Seega toimub
25 mineraalse lämmastiku leostumine sügistalvisel perioodil peamiselt nitraatlämmastikuna
26 mullaprofiili alumistesse mullakihtidesse, kus nad aga ei ole enam kultuuridele
27 kättesaadavad ning liiga suurtes kontsentratsioonides võivad saada ohuks keskkonnale.

28 Produktiivsust takistavad ka muldade vajakajäämised ehk puuded, mis süvenevad valede
29 harimisvõtete tulemusena (Keskkonnaagentuur, 2014a).

30

31 **2. Kompostmulla tootmine**

1 **2.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

2 Orgaanilise aine lagunemisprotsesse ära kasutades on võimalik toota kompostmulda, mida
3 kasutatakse kasvupinnasena ja väetisena. Eestis toodetakse kompostmulda reoveesetest,
4 sõnnikust, eraldi sorteeritud prügila jäätmetest, omavalitsuste haljastusjäätmetest ning
5 koduaedades. Peamiselt toodetakse Eestis kompostmulda reoveesetest, mida segatakse
6 turba, saepuru vm taimse materjaliga. Eestis on umbes 47 reoveesetete kompostimispaika
7 ja peamine kompostimise viis on aunkompostimine (väljakute pindala 105 ha, aastane
8 toodang 200 000 tonni) (Riigikogu keskkonnakomisjon, 2013). Sellist kompostmulda saab
9 teatud tingimustel kasutada põllumajanduses ja haljastustööl. Siiski põllumajanduses
10 reoveesetekomposti peaaegu ei kasutata, rohkem kasutatakse haljastustööl.
11 Kompostmulda valmistatakse suuremas koguses ka sõnnikust, kuid tootmismahu kohta
12 andmed puuduvad. Biolagunevatest jäätmetest toodetakse komposti prügilates jm vastava
13 loaga ettevõtetes. Eesti nelja suurima käitleja tootmisvõimsus 2014. aastal oli 11 100 t
14 kompostmulda (Liivik, 2014). Omavalitsuste haljastusjäätmete ja koduaia
15 kompostimismahude kohta andmed puuduvad.

16 **2.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

17 Kompostimisprotsessi rikuvad nii läbikuivamine (põuaperioodid) kui ka liigniiskus (rohked
18 sademed).

19 20 • **Reguleerivad teenused**

21 22 **1. Süsiniku hoidmine ja sidumine**

23 **1.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

24 Tänu fotosünteesivatele organismidele akumulereb arvestatav kogus atmosfäärisüsinikku
25 mulda (Keskkonnaagentuur, 2014). Orgaanilise süsiniku varud varieeruvad muldades
26 suuresti, sest igale mullatüübile on omane teatud kindel mahutusvõime. Eesti muldkatte
27 orgaanilise süsiniku koguvaru on 594 ± 37 Tg, millest *ca* 65% asub huumuskattes ja 35%
28 alusmullas, teisalt *ca* 55% on seotud mineraal- ja 45% turvasmuldadesse. Suurem osa mulla
29 orgaanilisest süsinikust akumulereb mullaerimile omase huumuskattena, kus ringleb
30 valdav osa elusaine süsinikust (juured, fauna, mikroorganismid, viirused), paiknevad
31 taimsete ja loomsete organismide jäänused (lagunemata ja osaliselt peenestatud vare) ja
32 orgaaniliste ainete molekulid (eritised, huumushapped, proteiinid jpt). Orgaanilise süsiniku
33 talitlemine mullas sõltub nii mulla liigist ja orgaanilise aine kvaliteedist kui ka asukoha
34 ökoloogilistest tingimustest ja mulla kasutamise tehnoloogiast.

35 Mulla kuivendamine on seotud mullahingamise olulise intensiivistumisega, mistõttu
36 kujunevad need alad süsihappegaasi allikateks, põhjustades seeläbi atmosfääri
37 kasvuhoonegaaside kontsentratsiooni tõusu ja kliima soojenemist

38 39 **1.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

40 Teave puudub.

41 42 **2. Mullaviljakus, mullakvaliteet**

43 **2.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

44 Ligikaudu 46% Eesti põllumuldadest on väga hea potentsiaalse viljakuse ja hea
45 keskkonnakaitselise väärtusega (Keskkonnaagentuur, 2014a). Mullaviljakust väljendatakse

1 boniteediga, mis iseloomustab erinevaid mullaparametreid (mulla lõimis, huumusevaru,
2 toitainete sisaldus, veeolud, happesus) komplekselt. Eesti mulla boniteedi määramise
3 hindeskaala lähtealuseks on keskmine rähkmuld, mille boniteet on loetud võrdseks 50
4 hindepunktiga (Kask, 1994). Mulla boniteet jaguneb omakorda kaheks: olemasolev ja
5 perspektiivne boniteet. Olemasolev boniteet väljendab mullaviljakust koos teostatud
6 maaparandustöödega – kuivendamine, kivide koristus jne ning perspektiivne boniteet
7 väljendab potentsiaalset mullaviljakust juhul, kui seal oleks vajalikud maaparandustööd
8 tehtud. Seega on paljudel muldadel kahe boniteedi absoluutväärtus erinev (nt liigniisked
9 kuivendamata mullad), kuid paljudel juhtudel on see näitaja ka sarnane (mullad, millel
10 puuduvad olulised mullaviljakust pärssivad mullaomadused) (PMK, 2014). Sarnase
11 viljakusega mullad on koondatud ruumilistesse gruppidesse ehk viljakustsoonidesse.

12 Viljakustsoone on Eestis kokku 4426. Maakondade lõikes on kõige vähem tsoone Hiiu
13 maakonnas (42) ja kõige rohkem Harju maakonnas (919), enam on viljakustsoone veel Järva
14 ja Viljandi maakonnas ning vähem Valga ja Jõgeva maakonnas (PMK, 2014). Nt puudub
15 põllumajandusmaa 11 viljakustsoonis, mis katavad kokku 861 ha (PMK, 2014).
16 Viljakustsoonid on aluseks maatulundusmaa (sh põllumaa, metsamaa) maksustamishinna
17 määramisel ja maamaksu arvestamisel.

18 PMK andmetel asuvad mahetoetuse põllud keskmiselt väheviljakamatel (madalama
19 boniteedi ja K ja P poolest vaesematel) muldadel kui KSM ja ÜPT toetuse põllud (PMK,
20 2014). Eraldi uuringut mahetoetuse aluste põldude paiknemisest turvasmuldadel tehtud ei
21 ole.

22 **2.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

23 Mullaviljakus väheneb valede harimisvõtete tulemusena (Keskkonnaagentuur, 2014a).
24 Põllumuldade viljakust vähendavad liigniiskus (kõrge põhjavee seis, ülavesi) ca 50%;
25 väljauhtumine, leetumine ja hapestumine ca 25%; pealis- ja alusmulla tihenemine (21%);
26 vee-erosiooni oht (10%); põuakartlikkus (9%); liialt varieeruv (kirju) mullastik (7–8%);
27 õhuke ja huumusevaene pealismuld (< 5%); tuule-erosiooni oht (2–3%); pae lähedus (<
28 1%); suur koreselisus (< 0,5%) ja ajutine üleujutus (< 0,1%). Vt ka p 1.2.

29

30 **3. Üleujutuste ennetamine ja leevendamine**

31 **3.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

32 Muld võib imada suure osa sademeveest, kuid see sõltub mulla lõimisest ja taimestikust
33 (European Commission, 2005). Osad rohumaade ja metsade mullad võivad
34 toimida käsnana ning absorbeerida 40% oma mahust veena.

35 **3.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

36 Valgveed ja vähene vee sidumisvõime võivad suurendada äkktulvade ja üleujutuste ohtu
37 suurte sademete ajal. Kokkupressitud muldades on samuti häiritud vee infiltratsioonivõime,
38 mis võib kaasa tuua põhjaveevarude vähenemise või valgvetete kaudu jõgedes äkilisi
39 veetõuse.

40

41 **4. Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus**

42 **4.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

43 Vt p 3.

44 **4.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

1 Vt p 3.

2

3 **5. Kaitse erosiooni vastu**

4 **5.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

5 Mullad koos taimestikuga võivad toimida tuule- ja/või vee-erosiooni tõkestajana, kuid
6 teatud tingimustel ja harimisviiside tõttu on teatud mullad väga erosioonitundlikud.
7 Mullaerosioon mõjutab oluliselt mullaviljakust ning on üheks olulisemaks toitainete
8 väljakannet põhjustavaks protsessiks. Isegi väikestes kogustes mulla äraanne viib pika aja
9 jooksul märgatava huumuse ning fosforiühendite kaoni.

10 **5.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

11 Kõige suuremat osakaalu mullaerosioonis omab Eesti tingimustes ajutiste vooluvete toimel
12 mullaosakeste ümberpaigutumine ehk mulla vee-erosioon (Maaelu arengukava, 2015). See
13 leiab aset ebatasastel aladel (enamasti Lõuna-Eestis), kus mullaosakesed haaratakse voolava
14 veega kaasa. Erosiooni intensiivsus sõltub oluliselt ka maakasutusest ning valdav osa vee-
15 erosioonist pärineb haritavatelt põllumaadelt. Eriti tundlik on erosiooni suhtes mustkesa,
16 aga ka maa, millel kasvatatakse vahelharitavaid kultuure. Teraviljade kasvatamisel on
17 erosiooniohtlikum periood künnist kuni taimkatte kujunemiseni.

18 Tuuleerosioonist on ohustatud eelkõige suured lagedad põllumassiivid ja taimkatteta
19 kuivade huumusvaeste turvas- ja liivmuldadega põllud. Turvasmuldadega aladel loetakse
20 ohustatuks tuulisemates piirkondades asuvad üle 0,5 ha suurused põllud.

21

22 **6. Haiguste ja patogeenide (taimedel, loomadel, inimesel) ohjeldamine**

23 **6.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

24 Koos orgaanilise aine lagunemisega toimub ka loodusvõõraste ainete kahjutustumine, mis
25 patogeensete organismide hävitamisega parandab mulla sanitaarset seisundit
26 (Keskkonnaagentuur, 2014a)

27 **6.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

28 Teave puudub.

29

30 **7. Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine** 31 **ja akumuleerimine puhastusfiltrina**

32 **7.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

33 Muldades toimub sademeveega saabunud orgaaniliste ainete (vare, orgaanilised väetised,
34 ka saasteained) lagundamine, muundamine ja talletamine (Keskkonnaagentuur, 2014a).
35 Võimalikud saasteained lagundatakse ning üleliigne vesi suunatakse pinna- või põhjavette.
36 Võime neid teenuseid osutada sõltub mulla lõimisest ja seisundist.

37 **7.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

38 Teave puudub.

39

40

41 • **Kultuurilised teenused**

42

1 Matmisteenus

1.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Eesti kultuuris on pikka aega enamlevinud matmisviisiks kirstumatus, viimasel paarikümnel aastal ka põletus- ehk urnimatus. Samuti on levinud lemmikloomade matmine vastavatesse kalmistutesse. Puudub teave kalmistute pindala kohta.

1.2. Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud

Teave puudub.

8

2 Loodusharrastused (koduaiandus)

2.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Aiandus on kümnete tuhandete aiapidajate huviala, mis eeldab mulla käsitsemist (kaevamine, komposteerimine, peenrad jne). Täpsemad andmed aiapidajate hulga ja aiamaade pindala kohta puuduvad. Aianduspuudide käive on aasta-aastalt suurenenud, mis näitab inimeste kasvavat huvi koduaianduse vastu. 2009–2010. a oli Eesti nelja suurima aiandusettevõtte aastakäive 9,1–10,04 mln EUR (Äriregister, 2015).

2.2. Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud

Ilmastikunähtused ei mõjuta niivõrd aiandushuviliste hulka kui nende kulusid (põuad ja pakased teevad aiakultuuridele kahju).

19

3 Rahvuslikud ja piirkondlikud väärtused ja identiteet, looduslikud sümbolid ja pühapaigad

3.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Mulla lõimisest tingituna on toimunud maaharimine erinevalt ja erinevate viisidega, loonud eeldused erinevate tööriistade loomiseks ja erinevate puhkemaastike ja maastikega seotud identiteedi loomiseks.

3.2. Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud

Teave puudub.

28

4 Haridus ja teadus

4.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Mullastik toimib loodusliku arhiivina, säilitades teavet toimunud looduslike protsesside ja inimtegevuse kohta (Keskkonnaagentuur, 2014). Muld võib endas peita nii arheoloogilisi mälestisi kui palünoloogilisi leide. Hiljutised suuremahulisemad arheoloogilised leiud pärinevad Salme külast Saaremaalt, kus kaevati välja kaks viikingiaegset laeva koos sõjajamoonaga. Põllumaalt leitakse kevadkänniga ehteid, münte, odaotsi jms. Mullaprofiilide tolmutera analüüsid annavad teavet nii looduslike kui inimeste toiduks kasutatud taimede ja nende leviku muutuste kohta piirkonnas. Mulla valdkonnas toimub aktiivne teadustöö, sh mullastiku seire riiklikel seirealadel.

39

4.2. Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud

Teave puudub.

1
2
3
4
5
6
7
8
9

• **Ülevaade meetmetest, mis aitavad kaasa kliimamuutustega kohanemisele**

Nii MAK 2014–2020 kui „Põllumajandussektoris kliimamuutuste leevendamise ja kliimamuutustega kohanemise tegevuskava 2012–2020“ rõhutavad mullaviljakuse säilitamise olulisust. MAK 2014–2020 on uus eraldi toetus „piirkondlik mullakaitse toetus“, millega soovitakse tagada turvas- ja erodeeritud muldade jätkusuutlik kasutamine piirkondades, kus mullaerosiooni oht on suur ja tõendatud. Muud meetmed puuduvad.

10 **5.3.6. Tolmeldamisteenus**

11 **Tabel 23.** Tolmeldamisteenus.

Tugiteenused:	Varustusteenused:
1. Eeldus looduslike putuktolmlejate taimede paljunemiseks	1. Looduslike putuktolmlejate taimede saak
2. Eeldus putuktolmlejate kultuurtaimede paljunemiseks	2. Putuktolmlejate puu- ja köögiviljade saak
4. Ökosüsteemide stabiilsuse ja vastupanuvõime hoidmine	3. Mesilasmee saak
5. Troofiliste tasemete toimimine	4. Muude meesaaduste saak
6. Geneetiline mitmekesisus	5. Looduslikud ravimid
7. Liigiline mitmekesisus	6. Kosmeetika toorained
8. Koosluste mitmekesisus	
9. Elutsükli säilitamine	
10. Kasvukohtade, paljunemisalade ja geenivaramu säilitamine	
Reguleerivad teenused:	Kultuuriteenused:
1. Tolmeldamine	1. Harrastusmesindus
	2. Kunst
	3. Rahvuslikud ja piirkondlikud väärtused ja identiteet, looduslikud sümbolid ja pühapaigad
	4. Traditsiooniline käsitöö
	5. Hariduse ja teaduse edendamine

12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23

• **Varustusteenused**

1. Looduslike putuktolmlejate taimede saak

1.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

60–70% taimeliikidest on putuktolmlejad, kultuurtaimedest ligi kolmandik (Kremen *et al.*, 2007). Eestis on tolmeldajateks mitmed putukaliigid ja -rühmad: meemesilane, kimalased (ca 30 liiki), erakmesilased (ca 200 liiki), liblikad (ca 2400 liiki), lisaks ka mitmed sirelased, kärbsed ja mardikad. Meemesilase tähtsus tolmeldajana on tõenäoliselt suurem kultuurmaastikus (linnalised alad, intensiivpõllumajandusega alad), samas kui teiste tolmeldajarühmade tähtsus on ilmselt suurem metsades, rabades ja suurtes loodusmassiivides.

1 Aia- ja põllukultuuride ning looduslike taimekoosluste tolmeldamise tagamiseks peaks
2 Eestis olema vähemalt 75–80 000 mesilasperet (Mee tootmise, 2010). Samas on
3 tolmeldajarühmade osatähtsus taimede tolmeldamisel ja saagikuse tagamisel ebaselge ja
4 raskesti uuritav, mistõttu suundumus on meemesilase rolli liigselt ületähtsustada (Breeze *et*
5 *al.*, 2011; Klein *et al.*, 2007, Bartomeus *et al.*, 2013).

6 **1.2. Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

7 Tolmeldajarühmad reageerivad ilmastikunähtustele erinevalt, mis tagab selle, et olenemata
8 valitsevatest ilmastikutingimustest on mõni tolmeldajarühm siiski võimeline
9 tolmeldamisteenust osutama. Samuti on paljud taimeliigid erineval määral iseviljuvad.
10 Meemesilast mõjutavad heitlikud talved ning jahedad ja vihmased kevaded ja suved.
11 Üleliigsed vesisademed võivad uputada pinnases talvituvaid ja/või pesitsevaid kimalase- ja
12 erakmesilaseliike. Täpsemaid uuringuid, kuidas on tolmeldajate vähesus mõjutanud
13 looduslike putuktolmlejate taimede saake, ei ole teadaolevalt tehtud.

14

15 **2. Putuktolmlejate puu- ja köögiviljade saak**

16 **2.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

17 Kultuurtaimedest ligi kolmandik on putuktolmlejad (Kremen *et al.*, 2007), kuid
18 putuktolmeldajad tõstavad nende taimede saagikust erineval määral. Erinevate
19 tolmeldajarühmade osatähtsus taimede tolmeldamisel ja saagikuse tagamisel on ebaselge
20 (Breeze *et al.*, 2011; Klein *et al.*, 2007, Bartomeus *et al.*, 2013). Tõenäoliselt avaldub
21 meemesilase suurem roll linnalistel ja põllumajanduslikel aladel, kus looduslike
22 tolmeldajate mitmekesisus võib elupaikade vähesuse tõttu olla väike.

23 **2.2. Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

24 Puu ja köögiviljade saaki mõjutab lisaks tolmeldajate olemasolule ka kasvuaegne ilmastik
25 ning nende mõju eristamine on keeruline. Vt ka p 1.2.

26

27 **3. Mesilasmee saak**

28 **3.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

29 Eesti Mesinike Liidu (2010) ja Eesti Konjunktuuriinstituudi (2013) andmetel toodetakse
30 Eestis aastas ligikaudu 1000 tonni mett, millest ligikaudu poole annavad hobimesinike ja
31 poole mesindustootjate mesilaspered. Keskmine meetoodang mesilaspere kohta oli 27,8 kg.
32 Ajavahemikul 2000–2011 kasvas mee tarbimine 500 grammist 1,2 kg-ni inimese kohta
33 aastas (Mee tootmine, 2013; Eesti Konjunktuuriinstituut, 2013). Eestis toodetud kodumaine
34 mesi katab meevajadusest 85–90% ja importmesi 10–15% (Mee tootmise, 2010).

35 **3.2. Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

36 Mee toodangut mõjutab enim suvine ilmastik, kusjuures negatiivselt mõjuvad nii liiga jahe,
37 liiga soe kui ka liiga vihmane suvi. Mesilasperede arvu mõjutavad muuhulgas
38 talvitumistingimused, nagu pikaajaline liiga madal temperatuur ning suured
39 temperatuurikõikumised. Nt 2002/2003. a külma talve tõttu oli kevadeks hukkunud 35%
40 mesilaperedest (Mee tootmise, 2010). Mesinike Liidu andmetel vajavad mesilaspered
41 külmade talvede üleelamiseks rohkem toitu (keskmiselt 20 kg suhkrut pere kohta) kui
42 pehmematel talvedel ja täiendavat mesilastarude soojustamist (Mee tootmise, 2010).
43 Seetõttu hinnatakse Eesti mesinduse kulusid suuremateks kui lõunapoolsemates EL riikides.
44 Suuremate tootmiskulude tõttu on Eesti mesi vähem konkurentsivõimeline EL turul.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41

4. Muude meesaaduste saak

4.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Eesti Mesinike Liidu (2010) andmetel toodetakse Eestis aastas 6–7 tonni õietolmu, 20–25 tonni vaha ja umbes 1 tonn proopolist. Saira, mesilaspiima ja mesilasmürgi toodangu kohta info puudub.

4.2. Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud

Vt p 3.2.

5. Looduslikud ravimid

5.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Mesi, taruvaik, suur, mesilaspiim ja mesilasmürk on kõik kasutusel looduslike ravimitena, mida tarbitakse otse või tehakse salve ja leotisi. Vt p 4.1.

5.2. Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud

Vt p 3.2.

6. Kosmeetika toorained

6.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Kosmeetikas kasutatakse ennekõike mett, kuid osakaal kogutarbest pole teada.

6.2. Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud

Vt p 3.2.

• Reguleerivad teenused

1. Tolmeldamine

1.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Eestis on tolmeldajateks mitmed putukaliigid ja -rühmad: meemesilane, kimalased (ca 30 liiki), erakmesilased (ca 200 liiki), liblikad (ca 2400 liiki), lisaks ka mitmed sirelased, kärbsed ja mardikad. Enamike nende tolmeldajaliikide tolmeldamisvõime ja kliimamuutustega kohastumisvõime kohta on teada vähe.

Putuktolmlejate taimed ja tolmeldajad on evolutsiooni käigus oma fenoloogilised rütmid sünkroniseerinud selliselt, et taimede õitsemisaeg langeks kokku vastavate tolmeldajate korjeperioodiga (Memmott *et al.*, 2007). Sellega seoses võivad mõned taime-putuka paarid, kellel on väga täpselt sünkroniseeritud suhe, sattuda kliimamuutuste tõttu ohtu, kui taimede õitsemisaeg ja putuka korjasaeg ei lange enam kokku. Suuremas ohus on juba niigi haruldased liigid. Lisaks võivad pika suvise tegutsemisperioodiga tolmeldajatel esineda pikad näljaperioodid, kui looduses ei ole korjet, sest teatud taimed õitsevad varem korruga ära. Kui taimede ja tolmeldajate fenoloogia peaksid 21. sajandi lõpuks nihkuma omavahel 1–3 nädalat, siis see võib mõjutada paljusid tolmeldajaliike.

Meemesilase tolmeldamisteenuse uuring Euroopas näitas, et Eesti on tolmeldamist vajavate kultuuride pindala kohta üks kõige vähem meemesilase teenust kasutav riik (Breeze *et al.*,

1 2014). See tähendab, et Eestis sõltuvad nende kasvatatavate kultuuride tolmeldamine
2 olulisel määral ja üha rohkem looduslikest tolmeldajatest. Aga looduslike tolmeldajate
3 seisundist teatakse võrdlemisi vähe.

4 **1.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

5 Meemesilast mõjutavad karmid ja ebaühtlased talved, kuid keeruline on eristada ilmastiku
6 mõjusid tervisliku seisundi mõjust mesilaste hukkumises. Ilmastikunähtuste mõjud
7 avalduvad riiklike seirete (nt kimalaste seire) tulemustes. Nt 2007. aastal arenesid mai- ja
8 juunikuu kõrgete temperatuuride toel kimalaste pered kiiresti ja suguisendid ilmusid juba
9 juuni lõpus (Põllumajandusuuringute keskus, 2007). Seetõttu lõppes ka perede areng varem
10 ja kimalaste arvukus jäi võrreldes 2006. aastaga oluliselt madalamaks. Kimalaste arvukust
11 on vähendanud ka vihmased ja jahedad suved.

12 13 • **Kultuurilised teenused**

14 15 **1.Harrastusmesindus**

16 **1.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

17 Põllumajandusloenduse ajal 2001. a oli Eestis 7600 mesinikku (Mee tootmine, 2010).
18 Mesinike keskmine vanus oli ligikaudu 60 eluaastat (Mee tootmine, 2010). 2013. aastal oli
19 mesinike arv ligikaudu 6000 (Eesti Konjunktuuriinstituut, 2013).

20 2001.a. põllumajandusloenduse ajal oli Eestis 48 000 mesilasperet, 2002. a loendati 50 500
21 mesilasperet (Mee tootmise ja ..., 2010). Erinevatel põhjustel langes mesilasperede arv
22 aastaks 2008. aastal 24 800-ni (Statistikaamet, 2015). Aastaks 2012. oli see tõusnud 41 400
23 pereni (Statistikaamet, 2015). Eestis võimaldaks pidada vähemalt 140 000 – 160 000
24 mesilasperet (Eesti mesinike liit, 2010).

25 26 **1.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

27 Ilmastikuolud võivad mõjutada hobimesinikke (kuni 10 mesilasperet) kui kõige arvukamat
28 mesinikke rühma, eriti kui mesilasperesid on paar-kolm ja mesilased hukkuvad või toovad
29 väga vähe saaki.

30 31 **2. Kunst**

32 **2.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

33 Tolmeldajad pakuvad inspiratsiooni kunstis, kirjanduses, maalimises ja loodusfotograafias.

34 **2.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

35 Teave puudub.

36 37 **3. Rahvuslikud ja piirkondlikud väärtused ja identiteet, looduslikud sümbolid ja** 38 **pühapaigad**

39 **3.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

40 Mee turustamisel on oluline mee päritolu. Tarbijad tunnevad huvi, millistelt taimedelt ja
41 korjealadelt on mesi pärit. Tarbitava mee päritolu uuringud näitavad, et tarbija eelistab
42 eestimaist mett.

1 Hummuli vald on saanud oma nime kimalase järgi (sks k.), samuti on valla vapil kimalane.
2 Mesilastega seotud pärandkultuuriobjektiks on nn tarupuud ehk tarupettäid, kus kasvatati
3 mesilasi enne mesilastarude kasutuselevõttu.

4

5 **3.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

6 Teave puudub.

7

8 **4. Traditsiooniline käsitöö**

9 **4.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

10 Vahaküünalde valmistamine. Mahud teadmata.

11 **4.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

12 Teave puudub.

13

14 **5. Hariduse ja teaduse edendamine**

15 **5.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

16 Kimalaste ja liblikate seiret koordineeritakse riiklikul tasemel, samuti toimub teadustöö
17 kimalaste ja liblikate ökoloogia kohta. Kimalased ja liblikad on Euroopas armastatud
18 putukad ja ühed näidisrühmad loodushariduse andmisel. Eestis on kimalase- ja
19 liblikahuviliste hulk hetkel veel madal, kuid on suurenevas.

20 **5.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud**

21 Kimalaste seire tulemuste tõlgendamisel viidatakse ilmastiku mõjule: suured üleujutused
22 ning pikk jahe kevad mõjutavad kimalasi negatiivselt, põud vähendab toiduresursiks oleva
23 nektari kogust taimedes. Negatiivsete teguritega tuuakse veel välja haritava maa suur
24 osakaal ja maastiku homogeensus. Kõrge kimalaste arvukuse tegurina tuuakse ühe
25 põhjusena välja liblikõieliste kultuuride kasvatamist loendustransectide läheduses ning
26 mosaiikset maastikku. Lisaks on leitud, et kimalaseliike ja isendeid leidub (pool)looduslikes
27 elupaikades rohkem kui kultuurmaastikes (Põllumajandusuuringute keskus, 2014).

28

29 • **Ülevaade meetmetest, mis aitavad kaasa kliimamuutustega kohanemisele**

30 Kliimamuutusega kohanemiseks eraldi meetmed puuduvad, pigem käsitlevad meetmed
31 keskkonnamürkide kasutamise reguleerimist.

32

1 5.3.7. Niiduökosüsteemid ja nende teenused

2 Käesolevas peatükis käsitletakse niitudena pool-looduslikke kooslusi ja põllumajanduslikke
 3 püsirohumaad, mida niidetakse või karjatatakse (ehk hooldatakse). Pool-looduslikud
 4 kooslused (PLK) on puisniidud, looniidud, rannaniidud ja lamminiidud. PLK-dena
 5 eristatakse ka veel aru- ja soostunud niite ning puiskarjamaid (Talvi, 2001).

6

7 **Tabel 24.** Niiduökosüsteemid ja nende teenused.

Tugiteenused:	Varustusteenused:
1. Aineringete toimimine	1. Kariloomade saadused ja karjatamine
2. Mullateke	2. Bioenergia allikad (pilliroog, energiapaju)
3. Fotosüntees	3. Loomasööt (hein)
4. Ökosüsteemide stabiilsuse ja vastupanuvõime hoidmine	4. Looduslikud ravimid (ravimtaimed)
5. Seemnete levitamine	5. Looduslikud toidulisandid
6. Troofiliste tasemete toimimine	6. Kosmeetika toorained
7. Geneetiline mitmekesisus	
8. Liigiline mitmekesisus	
9. Koosluste mitmekesisus	
10. Elutsükli säilitamine	
11. Kasvukohtade, paljunemisalade ja geenivaramu säilitamine	
Reguleerivad teenused:	Kultuuriteenused:
1. Süsiniku hoidmine ja sidumine (eriti talvine taimkate)	1. Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused
2. Kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine	2. Harrastusjahipidamine
3. Üleujutuste ennetamine ja leevendamine (luhaniit, rannaniit)	3. Muud loodusharrastused
4. Haiguste ja patogeenide (taimedel, loomadel, inimesel) ohjeldamine	4. Arhitektuur ja disain
5. Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumulatsioon (märgalad)	5. Kunst
6. Vee bioloogiline filtratsioon (märgalad)	6. Rahvuslikud ja piirkondlikud väärtused ja identiteet, looduslikud sümbolid ja pühapaigad (hiied ja kultusekivid)
	7. Traditsiooniline käsitöö
	8. Stressi ja seotud probleemide ja haiguste vähendamine
	9. Hariduse ja teaduse edendamine (nt PLKde liigiline mitmekesisus)

8

9 • Varustusteenused

10

11 1. Kariloomade saadused ja karjatamine

12

12 1.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

13

14 Pool-looduslike koosluste hooldamiseks kasutatakse kariloomi (veised, lambad, kitsed) ja
 15 hobuseid. Veised, lambad ja kitsed pakuvad liha- ja/või piimasaadusi, mis võivad olla ka
 16 mahedad. PRIA registrisse (<http://www.pria.ee/et/Registrid>) kantud loomade üldarvud
 17 Eestis on teada, kuid teadmata on pool-looduslikel niitudel ja püsirohumaadel peetavate
 18 loomade arv. Samuti on teadmata liha- ja piimasaaduste maht ning mahedate toodete
 19 osakaal, mida nendelt aladelt saadakse. Perioodil 2007-2013 hooldati MAKi toetustega
 pool-looduslikke kooslusi (PLK) kaitstavatel aladel kokku 25,000 hektaril, kuigi

1 eesmärgiks oli 35,000 ha. Perioodil 2014-2020 on eesmärgiks saavutada hooldatud
2 koosluste pindalaks kaitstavatel aladel 40,000 ha, mille eeldus on karjatavate loomade arvu
3 suurenemine (MAK, 2020).

4
5 PLKd vajavad karjatamist, eriti rannaniidud, puisniidud ja looniidud, kuid nad on tundlikud
6 tallamise, loomade ülemäärase arvu ja sellest tuleneva sõnnikukoguse ehk väetamise suhtes.
7 Loomade karjatamisel on olulised õiged karjatamiskoormused. Karjatamiseks looniitudel
8 on kõige sobivamad lambad ja kitsed, rannaniitudel veised ja hobused.
9 Põllumajandusuuringute Keskuse andmetel karjatati loomi (sagedamini piimakarja ja
10 lihaveseid) umbes poolel kogu PLKde pindalast (Põllumajandusuuringute keskus, 2015).

12 **1.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud**

13 Kliimateguritest mõjutavad loomade karjatamist ja vabalt peetavate loomade käekäiku
14 äärmuslikud ilmaolud (üleujutus, torm, äike, kuumalained), kuid täpsemad andmed selle
15 kohta puuduvad. Rannaniitude pindala võib ajutiselt tormide tagajärjel muutuda. Samuti
16 muutub lamminiitude pindala kevadiste ja sügiseste üleujutuse ajal. Vihmased suved
17 takistavad kariloomade karjatamist luhtadel nagu ka luhtade niitmist.

20 **2. Bioenergia allikad**

21 **2.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

- 22 a) **Pilliroogu** saab kasutada katusematerjalina aga ka otsepõletamiseks tahke
23 biokütusena, vääristada pelletiteks või brikettideks ja muundada vedelaks
24 biokütuseks (Miljan ja Kask, 2013). Vastavate uuringutega tegeletakse, kuid
25 reaalselt veel ei kasutata, sest pole suudetud lahendada liigse tuhasuse probleemi.
26 b) **Energiapaju** kasvatatakse Eestis umbes 100 hektaril, kuid madalaväärtusliku
27 muu võsa olemasolu tõttu ei ole spetsiaalselt rajatud energiavõsad veel
28 majanduslikult ennast ära tasunud (Valdaru, 2014).

30 **2.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud**

31 Külmad talved soodustavad roostiku lõikamist jää pealt. Roostike pindala võib väheneda
32 ebasoodsate jääolude, tugevate tuulte, karjatamise intensiivsuse ja pilliroo lõikamise mahu
33 suurenemise ning ökoloogiliste häirete, nagu põud või pakane, tõttu. Rooalade laienemist
34 soodustab loomade karjatamise intensiivsuse ja roo lõikamise mahu vähenemine, kliima
35 soojenemine ja vee eutrofeerumine.

36 Energiapaju kasvatamist mõjutavad pigem majanduslikud kui kliimategurid.

39 **3. Loomasööt**

40 **3.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

41 Pool-looduslikest kooslustest ja põllumajanduslikelt püsirohumaadelt niidetud heina saab
42 kasutada loomasöödana. Pool-looduslikes kooslustes on see seotud piiranguga, et
43 looduskaitsetel põhjustel (lindude pesitsusaja lõppemine) on seal lubatud heina niita
44 alates juuli keskpaigast, mil heina kui loomasööda kvaliteet on madal (Sarjas, 2010).
45 Loomakasvatajad saavad söödaheina kätte peamiselt kultuurheinamaadelt ja PLK-heina
46 osakaal on väike. PRIA maksab toetust PLK-de hooldamise eest.

47 **3.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud**

48 Teave puudub. Kevadise üleujutusperioodi pikenedes ja sademeterohketel suvedel on heina
49 niitmine raskendatud.

1 **4. Looduslikud ravimid**

2 **4.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

3 Niitudel kasvavad taimed, mida kasutatakse ravimtaimedena ja tarbitakse peamiselt
4 ravimiteena. Täpsemad kasutusmahud on teadmata.

5 **4.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud**

6 Teave puudub.

8 **5. Looduslikud toidulisandid**

9 **5.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

10 Rannikule uhutud põisadrust (*Fucus vesiculosus*) on võimalik valmistada ka toidulisandeid
11 (Sakkeus ja Lassur, 2014). Eestis neid ei toodeta, kuid läbi on viidud sellealaseid uuringuid.
12 Nurmenuku lehti kasutatakse kevadel toidulisandina. Täpsemad kasutusmahud on
13 teadmata.

14 **5.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud**

15 Selline teave puudub, kuid võib eeldada, et tormidega uhutakse põisadrut rohkem randa.

17 **6. Kosmeetika toorained**

18 **6.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

19 Rannikule uhutud põisadru (*Fucus vesiculosus*) on võimalik valmistada kosmeetika- ja
20 meditsiinitooteid (Sakkeus ja Lassur, 2014). Eestis neid ei toodeta.

21 **6.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud**

22 Selline teave puudub, kuid võib eeldada, et tormidega uhutakse põisadrut rohkem randa.

24 • **Reguleerivad teenused**

26 **1. Süsiniku hoidmine ja sidumine**

27 **3.3.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

28 Niitud toimivad süsiniku hoidjatena. Sellest on tingitud ka nõue püsirohumaade
29 säilitamiseks ja talvise taimkatte hoidmiseks haritaval maal. Eesti niitude süsiniku sidumise
30 maht pole teada.

31 **3.4.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud**

32 Äärmuslikud ilmaolud nagu suvised üleujutused või põuased perioodid mõjutavad niitude
33 võimet süsinikku hoida ja siduda. Näiteks põuastel suvedel võivad looniidud kuivada sel
34 määral, et ka taimestik hävineb Samas on põual ka positiivne mõju, kuivõrd kadakate
35 hävimine hoiab ära looniidu kinnikasvamise (Pärtel, 2004 viitega Rosenile, 1984).

37 **4. Kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine**

38 **4.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

39 Lamminiitudel on teatud kohaliku ilmastiku reguleerimise funktsioon, mille mõju sõltub
40 eelkõige kevadise üleujutuse kestusest. Samuti mõjutavad looniidud lähiümbruskonna
41 ilmastikku. Näiteks kevadel võib olenevalt paekihi paksusest sademevesi püsida niidul
42 pikka aega, mis mõjutab lähiümbruskonna niiskusolusid. Samamoodi võib suviste põudade
43 ajal kuumeneda paepealne maapind sedavõrd, et mõjutab ka lähiümbruskonna temperatuuri.
44 Ekstreemsed ilmaolud mõjutavad loo- ja lamminiite ja seeläbi ka nende lähiümbruse
45 temperatuuri ja õhuniiskust. Selle ÖSTi mahtusid pole teadaolevalt Eestis uuritud.

46 **4.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud**

47 Teenuse pakkumist mõjutavad ennekõike tavapärasest veevaesemad, kuivemad ja kõrgema
48 temperatuuriga perioodid. Täpsem teave puudub.

1 **5. Üleujutuste ennetamine ja leevendamine**

2 **5.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

3 Niiduökosüsteemi võime üleujutusi ennetada ja leevendada tähendab ennekõike seda,
4 kuidas toimivad omavahel ranna/kaldaprotsessid, geoloogiline ehitus ja
5 ranniku/kaldakoosluste taimestik (Garpe, 2008). Märgalad jm loodusliku taimkattega alad
6 ning kõrgete kallaste või kõvade põhjadega alad (kivid) aitavad rannikul tormiaegsest
7 merevee tõusust tingitud üleujutuste ulatust vähendada ja purustusjõudu leevendada.
8 Üleujutuste ennetamine ja leevendamine on esmatähtis rannikuäärsetes asulates, kus
9 majanduslik kahju võib olla suur.

10 Eestis on üleujutusohuriskiga piirkondi 20, millest 11 asuvad rannikul, ülejäänud sisemaal,
11 jõgede kallastel (Keskkonnaministeerium, 2011).

12 **5.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud**

13 ÖSTi pakkumist võib mõjutada rannikul kõrge mereveetase ja soodsast suunast puhuv tuul
14 (nt jaanuaritorm 2005) või sisemaal temperatuuri tõusust tingitud lume kiire sulamine
15 kevadel (nt Tartu Emajõgi 2013).

18 **6. Haiguste ja patogeenide (taimedel, loomadel, inimesel) ohjeldamine**

19 **6.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

20 Kariloomad võivad kokku puutuda vees olevate patogeenidega, kui nad joovad saastunud
21 jõevett või merevett.

22 **6.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud**

23 Teave puudub. Loomataudide kohta kogub teavet veterinaaramet, kuid statistikas ei ole
24 esile toodud, kas loom puutus kokku haiguse tekitajaga karjamaal. Ilmaolud võivad
25 loomataudide levikut mõjutada seeläbi, et põuasel ajal leidub seisvat vett niidul/rohumaal,
26 mis võib saastuda patogeenidega ja kust loomad joovad.

29 **7. Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja 30 akumulatsioon**

31 **7.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

32 Niidud pakuvad vastavat ökosüsteemiteenust, kuid täpsemad mahud on teadmata. Samas on
33 selle ÖSTi toimimist hakatud ära kasutama energiapaju kasvatamiseks ja samuti
34 biopuhastina kasutamiseks (nt Rootsisis jm Euroopas). Suviti pumbatakse sellistele võsadele
35 vähesaastunud reovett. Taimed omastavad hästi selles leiduvad toitained ning toimivad
36 omalaadse filtrina, aidates ära hoida keskkonna bakterioloogilist saastumist (Valdaru,
37 2014).

38 **7.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud**

39 Teave puudub.

41 **6.Vee bioloogiline filtratsioon**

42 **6.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

43 Niitudest funktsioneerivad vee bioloogilise filtrina nii lamminiidud kui märjad rannaniidud.
44 ÖSTi mõjutavad nii sademed kui ka üleujutusperioodi pikkus, et tagada piisav aeg vee
45 filtratsiooniks.

46 **6.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud**

47 Teave puudub.

49 • **Kultuurilised teenused**

50

1. Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused

1.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Niidud, rohumaad ja pool-looduslikud kooslused on populaarsed paigad matkamiseks ja puhkamiseks. Ranna- ja lamminiidud on sobivad supluspaigad. Kevadise üleujutuse piirkonnad (Pärnu jõe, Kasari jõe, Emajõe luht) on populaarsed kanuumatkade korraldamiseks, kus saab lausa niidul paadiga liikuda. Viimasel kümnendil on saavutanud populaarsuse ka talgute korraldamine niitude taastamiseks, eelkõige võsa lõikamine, ja hooldamine (niitmine). Talgutel osalemist müüakse ka turismipaketina (nt Eestimaa Looduse Fond) nii Eesti kui välismaistele turistidele. ÖSTi mõjutab ennekõike vihmane ilm ja pikemad vihmarohked perioodid. Päikesepaistelise ja kuiva ilmaga on küllastajate arv suurem. Kevadise üleujutusala kasutamist ja küllastamist mõjutab lumerohke talv ja sademed.

1.2. Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud

Teave puudub.

2. Harrastusjahipidamine

2.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Veelinnujaht rannikul. 2013. aastal oli jahipiirkondade kasutajate andmetel arvel 13 415 jahimeest, kuid täpsemad andmed rannikul või rohumaadel toimuva jahi kohta puuduvad (stat.ee).

2.2. Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud

Teave puudub.

3. Muud loodusharrastused

3.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Linnuvaatlus avamaastikul, rannikul ja luhtadel on ilmselt üks populaarseimad. Suur osa linnuvaatlustest Eestis tehakse rannikulähedastel aladel, kus rändeajal kaks korda aastas lendab üle miljoneid linde. Populaarsemad linnuvaatluspaigad asuvad Lääne-Eestis. Eestis on linnuhuvilisi hinnanguliselt üle 1000, lisanduvad välisriikidest pärit linnuvaatlejad.

3.2. Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud

Ilmastik ei mõjuta olulisel määral.

4. Arhitektuur ja disain (mood, sisekujundus jm)

4.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Rannakülade ja jõeluhtade äärne arhitektuur. Rannakülade puhul on eripäraks võrgu- ja paadikuurid, lautrid. Suurte jõgede üleujutusala eripäraks on heinaküünid ja elamud, mis taluvad üleujutusi. Lamminiitude üleujutuse näiteks on viiendaks aastajaks nimetatud Soomaa rahvuspargi jõgede kevadine üleujutus, mille ajal saab kanuuga sõita isegi läbi heinaküünide.

4.2. Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud

Teave puudub.

5. Kunst (kirjandus, maalimine, fotograafia jm)

5.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Puisniidud jm avamaastiku kooslused on olnud inspiratsiooniallikaks kirjandusteostele, maalidele, loodusfotograafias.

5.2. Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud

Ülevaade puudub, aga äärmuslikud ilmaolud (üleujutused, tormid rannal) on inspireerinud paljusid maali- ja fotokunstnikke.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40

6. Rahvuslikud ja piirkondlikud väärtused ja identiteet, looduslikud sümbolid ja pühapaigad

6.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Pool-looduslike kooslustega on seotud ohvrikivid, hiied, terviseallikad, põlispuud, jt ehk need on kohad, millega liituvad üleloomulikud tähendused (Hiemäe, 2004). Olulisel kohal on PLKde puhul olnud teadmised majandamisviisidest nagu aeg, millal võsa raiuda, et see aeglasemalt kasvaks, kuidas teha heinakuhja, kuidas laduda kiviaeda, millisest puust võtta aialatte jne (Roosaluste, 2004). Need teadmised on aga kadumas. Karja – ja heinamaadel on olnud oluline roll rahvalauludes ja muistendites.

6.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud

Teave puudub.

7. Traditsiooniline käsitöö

7.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Traditsiooniline käsitöö on kasutanud mitmeid niitudel ja rohumaadel kasvavaid taimi, nagu pilliroog, paju jpt. Käsitöö mahtude kohta andmed puuduvad.

7.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud

Teave puudub.

8. Stressi ja seotud probleemide ja haiguste vähendamine

8.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Seotud harrastuste ja virgestustegevustega.

8.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud

Teave puudub.

9. Hariduse ja teaduse edendamine

9.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Loodusõpperajad, infotahvlid, looduskeskkonna püsiseirealad. Ülevaade nendest aladest ja kasutamisest on lünklik.

9.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud

Teave puudub.

• Ülevaade meetmetest, mis aitavad kaasa kliimamuutustega kohanemisele

Kliimamuutustega kohanemiseks eraldi meetmed puuduvad, kuid väljatöötamisel on üleujutusohuga seotud riskide maandamiskavad.

1 5.3.8. Linnaökosüsteemid ja nende teenused

2 Tabel 25. Linnaökosüsteemid ja nende teenused.

Tugiteenused:	Varustusteenused:
1. Aineringete toimimine	1. Puu- ja köögiviljad
2. Mullateke	2. Marjad
3. Fotosüntees	3. Seened
4. Ökosüsteemide stabiilsuse ja vastupanuvõime hoidmine	4. Looduslikud ravimid
5. Seemnete levitamine	5. Looduslikud toidulisandid
6. Troofiliste tasemete toimimine	6. Looduslikud ilutaimed
7. Geneetiline mitmekesisus	7. Joogi- ja kastmisvesi
8. Liigiline mitmekesisus	
9. Koosluste mitmekesisus	
10. Elutsükli säilitamine	
11. Kasvukohtade, paljunemisalade ja geenivaramu säilitamine	
Reguleerivad teenused:	Kultuuriteenused:
1. Süsiniku hoidmine ja sidumine	1. Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine
2. Kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine	2. Stressi ja seotud probleemide ja haiguste vähendamine
3. Üleujutuste ennetamine ja leevendamine	3. Harrastuskalapüük
4. Müra leevendamine	4. Muud loodusharrastused
5. Õhukvaliteedi reguleerimine	5. Kunst
6. Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	6. Rahvuslikud ja piirkondlikud väärtused ja identiteet, looduslikud sümbolid ja pühapaigad
7. Mullaviljakuse tagamine	7. Hariduse ja teaduse edendamine
8. Tolmeldamine	

3

4

5 • **Varustusteenused**

6 1. Puu- ja köögiviljad

7 1.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

8 2011. aasta rahva ja eluruumide loenduse ning sotsiaaltatistika andmed näitavad, et Eestis
 9 on ligikaudu 175 000 põllumajanduslikku kodumajapidamist, mis tähendab, et peaaegu iga
 10 kolmas Eesti leibkond kasvatab oma tarbeks põllu- või aiasaadusi (Valdvee ja Klaus, 2013.
 11 Linnalistes asulates tegeleb aiapidamisega umbes iga viies seal elav leibkond. Kuigi
 12 kodumajapidamiste kasutuses olev põllumajandusmaa moodustab Eesti kogu
 13 põllumajandusmaast vaid 0,9% (2001. aastal 2,1%), siis mõnede kultuuride kasvatamisel
 14 on kodumajapidamiste osatähtsus väga suur. Näiteks on kodumajapidamistes kasvatatavate
 15 aiakultuuride ja kartuli all olevate pindade osatähtsus Eesti vastavates kogupindades
 16 märkimisväärne. Pinna järgi arvestatuna on nendes majapidamistes isegi üle 80%
 17 katmikköögiviljast, peaaegu 50% puuviljadest ja marjadest, 36% avamaaköögiviljast ja
 18 maasikatest ning 23% kartulist.

19

20 1.2. Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud

21 Öökülmad, tavapärasest jahedamad, soojemad või vihmased ilmad
 22 vegetatsiooniperioodil mõjutavad kasvatavate taimede saagikust, lumetud pakaselised

1 talved aga võivad kaasa tuua viljapuude hukkumise. Pikaajalised ekstreemsed ilmastikuolud
2 vegetatsiooniperioodil võivad mõjutada ka mitmeaastaste taimede talvekindlust. Detailed
3 andmed puuduvad.

4 5 **2. Marjad**

6 **2.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

7 Avalikus ruumis korjatakse kõige aktiivsemalt linnametsades kasvavaid vaarikaid ning
8 rannikul kasvavaid kurdlehise kibuvitsa vilju. Vähemal määral muid metsamarju, sh
9 mustikad, pohlad ja metsmaasikad. Täpsem ülevaade korjemahtudest puudub.

10 **2.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud**

11 Teave puudub.

12 13 **3. Seened**

14 **3.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

15 Seeni korjatakse ennekõike linnametsadest, vähesel määral ka parkidest. Sagedamini
16 korjatavatest seentest ja korjemahtudest ülevaade puudub.

17 **3.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud**

18 Teave puudub.

19 20 **4. Looduslikud ravimid**

21 **4.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

22 Levinuim on tõenäoliselt avalikust ruumist (parkidest) pärnaõite kogumine ravimtee
23 valmistamiseks. Valdav osa ravimteede toorainet saadakse kas oma aiast või väljastpoolt
24 linnalisi alasid. Samuti toodetakse linnalistel aladel mesindussaadusi (vt ptk
25 „Tolmeldamisteenus“). Täpsem ülevaade korje- ja tootmismahjust puudub.

26 **4.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud**

27 Teave osaliselt olemas mesindussaaduste kohta (vt ptk „Tolmeldamisteenus“).

28 29 **5. Looduslikud toidulisandid**

30 **5.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

31 Olulisemaks artiklits on linnametsades kohati kasvav karulauk. Näiteks Tallinna
32 linnametsades asuvad karulaugupaigad on kevadperioodil väga tugeva korjesurve all.

33 **5.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud**

34 Teave puudub.

35 36 **6. Looduslikud ilutaimed**

37 **6.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

38 Linnas metsades, jäätmaadel ja märgaladel kasvavad mitmed looduslikud ilutaimed, mida
39 kasutatakse lõikelillena (ülased, sinililled, pajud, jpm kevadel õitsevad taimed). Samuti
40 kasutatakse taimekompositsioonides mustika- ja pohlavarsi.

41 42 **6.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud**

43 Teave puudub.

44 45 **7. Joogi- ja kastmisvesi**

46 **7.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

47 Aedades kogutakse katustele sadanud vihmavett, mida kasutatakse kastmisveena tarbe- ja
48 iluaias. Samuti kasutatakse kastmisveena ka joogivett, sealjuures on täiendava veemõõtja
49 olemasolul võimalik ühisveevärgist pärineva joogivee kasutamisel kastmisveena pääseda

1 kanalisatsioonitasust. Vihmavee ja joogivee mahud, mida kasutakse kastmisveena, on
2 teadmata.

3 Eesti linnades on elanikele joogiveena tagatud ühisveevärgi vesi, milleks on peamiselt
4 pinnavesi (ainult Tallinnas ja Narvas) ja põhjavesi.

6 **7.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud**

7 Joogivee kättesaadavust linnalistel aladel, kus enamik leibkondi on liitunud ühisveevärgiga,
8 ei ole ilmastikunähtused teadaolevalt mõjutanud. Kuivõrd Tallinn ja Narva tarbivad
9 pinnavett, siis võivad põuased suved ja lumevaesed talved vähendada veehoidlate
10 veemahtu. Veevaestel aastatel suureneb ka veeõitsengutega kaasnevate toksiinide oht.

12 • **Reguleerivad teenused**

13 **1. Süsiniku hoidmine ja sidumine**

14 **1.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

15 Linnalistel aladel peetakse olulisemateks süsiniku sidujateks ja talletajateks linnapuud ja
16 mulda. Linnapuud hoiustavad süsihappegaasist fotosünteesi käigus seotud süsiniku puitse
17 biomassina. Linnapuude süsinikubilansi saab kasutada linna süsinikubilansi arvutustes
18 seoses linnade süsinikuneutraalsusega.

19 Puu süsinikusidumise võime sõltub tema asukohast linnaruumis, hooldusest, puu liigist ja
20 vanusest. Ameerika Ühendriikide linnades on linnapuude süsinikusidumise mahuks
21 arvutatud keskmiselt 7,69 kg süsinikku ühe m² võra pindala kohta ning Leipzigis Saksamaal
22 on vastav näitaja 6,82 kg/m² (Nowak *et al.*, 2013). Keskmiseks süsiniku sidumise mahuks
23 aastas on Nowak jt (2013) järgi 0,28 kg/m². Linnamuldade süsinikusidumise võime võib
24 olla kuni kolm korda suurem, kuid uuringuid on selle kohta tehtud vähe. Eestis
25 vastavasisuliselt uuringuid linnalistes ökosüsteemides teadaolevalt tehtud pole.

27 **1.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud**

28 Linnapuud ohustab ennekõike põud, mis koosmõjus soolareostuse, haiguste ja rikutud
29 mullaökosüsteemiga võivad viia süsiniku sidumise häireteni ja ka puude hukkumiseni.
30 Ennekõike on ohustatud tänavapuud, mõnevõrra vähem pargipuud ja linnametsad. Täpsem
31 teave puudub.

33 **2. Kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine**

34 **2.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

35 Eesti linnad ümbritsevate alade mikrokliimat tõenäoliselt ei mõjuta, kuid linnades sees võib
36 esineda iseloomulik soojem ja kuivem mikrokliima, millel on nii positiivseid kui ka
37 negatiivseid mõjusid inimestele ja elusloodusele. Linna mikrokliima sõltub tehispindadega
38 kaetud alade pindalast võrreldes vett läbilaskva pinnaga alade, rohealade ja veekogude
39 pindalaga. Pikaajsetel kuumaperioodidel on linnades õhutemperatuur kõrgem ning see
40 võib põhjustada inimestel mitmeid terviseprobleeme.

41 Probleemi tekitab kuumaperioodil, kui soojussaare efekt kuumutab linna üles ja see
42 omakorda soodustab riskirühmadel tervisehäirete sagenemist ja enneaegseid surmasid.
43 Linna rohevõrgustik ja veekogud aitavad temperatuuri ühtlustada ja soojassaare efekti
44 vähendada. Veekogud absorbeerivad soojust suvisel ajal ja emiteerivad teistel aastaajadel
45 (v.a jääkate all). Taimestik absorbeerib õhusoojust läbi evapotranspiratsiooni (hingamise
46 ja aurumise) (Gomez-Baggethun ja Barton, 2013). Eriti tähtsad on puud, kes alandavad
47 temperatuuri ja tasandavad temperatuurikõikumisi, emiteerides niiskust ja pakkudes varju
48 (sh varjates kõrge soojusmahtuvusega pindasid) ning vähendades kuumalainete negatiivseid
49 mõjusid. Tehispindade soojusmahtuvusest ning tööstusest, liiklusest ja hoonetest pärinev

1 reostus ohustavad linnahaljastuse vastupanuvõimet ebasoodsatele keskkonnatingimustele ja
2 haigustele.

4 2.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud

5 Teave puudub.

7 3. Üleujutuste ennetamine ja leevendamine

8 3.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

9 Vettpidavate pindade osakaal linnades võib olla suur, mistõttu on pärsitud loomulik
10 sademevee imbumine pinnasesse ning levinud on sademevee juhtimine kanalisatsiooni või
11 sattumine valgveena veekogudesse. Üleujutuste ennetamise ja leevendamise võime on
12 linnades pärsitud, ennekõike aladel, kus kõvakattega pindade osakaal on kõrge ning
13 sademete hulk ületab kanalisatsiooni võimekuse sajuvett ära juhtida.

14 Lisaks vett läbilaskvale pinnasele aitavad üleujutusi vältida ja leevendada suurte võradega
15 puud, mis suudavad kuni kolmandiku sademetest kinni pidada enne maapinnale jõudmist
16 või aeglustada seda (Gomez-Baggethun ja Barton, 2013).

17 Mereveetõusust tingitud üleujutused tulevad esile rannikulinnades (Tallinn, Haapsalu,
18 Pärnu), kus märgalad jm loodusliku taimkattega alad ning kõrgete kallastega või kõvade
19 põhjadega alad (kivid) aitavad tormiaegsest merevee tõusust tingitud üleujutuste ulatust
20 vähendada ja purustusjõudu leevendada. Eestis on üleujutusohuriskiga piirkondi 20, millest
21 9 asuvad sisemaal (Keskkonnaministeerium, 2011). Peamiselt on tegemist sujuvalt
22 kujunevate üleujutustega, mis on põhjustatud pikaajaliste rohkete sademete või
23 lumesulamise tõttu üleajavate väiksemate jõgede, ojade ja järvede poolt, vähem on
24 tiheasustusaladel toimuvaid sademeveeüleujutusi.

26 3.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud

27 Teave puudub.

29 4. Müra leevendamine

30 4.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

31 Liiklus, ehitustööd ja muu inimtegevus põhjustab mürareostust, mis ohustab inimeste tervist
32 ja heaolu. Katmata maapind ja taimestik (eriti puud ja põõsad) aitavad müra vähendada,
33 soodustades müra neeldumist, peegeldamist, kõrvale juhtimist ja helilainete murdmist
34 (Gomez-Baggethun ja Barton, 2013). Eestis on linnasid hõlmavaid mürakaarte tehtud vaid
35 Tallinnas ja Tartus. Taimestiku ja pinnase rolli mürareostuse leevendamisel pole
36 teadaolevalt uuritud.

37 Tartus on autoliikluse müra ($L_{den} \geq 55$ dB) mõjutatud inimeste hinnanguline osakaal
38 elanikkonnast 42 % ehk ca 41 200 inimest (Hendrikson & Ko, 2012). Tallinnas mõjutab
39 autoliiklus (L_{den}) 67% elanikest ehk 270 900 inimest (Akukon, 2012).

41 4.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud

42 Teave puudub.

44 5. Õhukvaliteedi reguleerimine

45 5.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

46 Linnakeskkonnas tekib inimtegevuse käigus olulisel määral õhureostust, mis pärineb
47 transpordist, tööstusest, hoonete kütmisest ja jäätmete põletamisest (Gomez-Baggethun ja
48 Barton, 2013). Inimestele võib see põhjustada hingamisteede ja kardiovaskulaarseid
49 haigusi. Õhukvaliteeti linnalistel aladel aitab reguleerida taimestik, ennekõike puud ja
50 põõsad. Linnataimestik eraldab õhust saasteaineid, sh osooni, väävli ja lämmastiku oksiide,

1 vingugaasi ja peentolmu (PM₁₀ ja väiksemat). Saasteainete ärastamine toimub taimelehtede
2 kaudu, mis muutub ööpäevases ja aastaajalises rütmis.

4 **5.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud**

5 Teave puudub.

7 **6. Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja** 8 **akumuleerimine**

9 **6.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

10 Linnaökosüsteemis, kus tekib palju jäätmeid, jääk- ja saasteaineid, toimub ka osade nende
11 ainete kõrvaldamine ringlusest ja ohutustamine. Taimestik linnas aitab vähendada
12 saasteainete hulka õhus ja ning lagundada või ära kasutada saasteaineid pinnases. Mullas
13 toimub samuti sealse fauna kaasabil saasteainete lagundamine ja akumulatsioon.
14 Veekogud aitavad puhastada sinna saabunud reo- ja valgvett. Samas pole selge, millises
15 mahus need protsessid toimuvad.

17 **6.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud**

18 Teave puudub.

20 **7. Mullaviljakuse hoidmine**

21 **7.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

22 Linna mullad on enamasti rikutud seisundis, mis mõjutab nii mullaökosüsteemi toimimist
23 kui ka mullaviljakuse hoidmist (Forman, 2013). Linna mullad on kaetud vettpidava
24 materjaliga (hooned, tänavad), sisaldavad võõraid aineseid (prügi, tuhk, kultuurikiht jms)
25 ning on kokku pressitud. Juurde on toodud suures koguses uut kasvupinnast, esialgne on
26 aga eemaldatud või ümber tõstetud. Linna mullad on kuivad ja hüdrofoobsed ning reostunud
27 kemikaalidega. Mullaviljakuse hoidmise ja tõstmisega tegeletakse peamiselt tarbeaedades.
28 Vt ka ptk „Mullaökosüsteem ja selle teenused“.

30 **7.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud**

31 Teave puudub.

33 **8. Tolmeldamine**

34 **8.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

35 Linnalisi alasid iseloomustab elupaikade mosaiiksus ja heterogeensus, mistõttu võivad
36 mitmed linnalised kooslused (pargid, aiad, jäätmaad, märgalad) toetada tolmeldajate
37 mitmekesisust ja arvukust. Haljastuse hooldusvõtted ning kasvatatavad taimed võivad
38 pakkuda tolmeldajatele taimekaitsevahenditest vaba ning kogu vegetatsiooniperioodi
39 hõlmava toidubaasi ning sobivad elupaigad. Tolmeldajate rohkus toetab aedades puu- ja
40 köögiviljade kasvatamist. Tolmeldamisteenuse mahud linnalistel aladel on teadmata. Vt ka
41 ptk „Tolmeldamisteenus“.

43 **8.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud**

44 Üleliigsed vesisademed võivad uputada pinnases talvituvaid ja/või pesitsevaid tolmeldajaid.
45 Soojaare efekti tõttu intensiivistuvad kuumaperioodid mõjutab ennekõike
46 jahedamlembesi kimalasi. Täpsem teave puudub.

49 • **Kultuurilised teenused**

50 1. Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine

1.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Linnad pakuvad virgestus- ja turismivõimalusi ennekõike rohealadel aga ka hoonestatud aladel. Metsadesse ja teistele rohealadele on mõnedes linnades rajatud sportimisvõimalusi ja jooksuradasid, samuti võivad nad olla (ennekõike kaitsealad) loodusturismi sihtmärgiks. Virgestus- ja turismivõimaluste mahtude kohta linnalistel aladel andmed puuduvad.

1.2. Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud

Teave puudub.

2. Stressi ja seotud probleemide ja haiguste vähendamine

2.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Erinevat tüüpi linnaliste alade ning inimese füüsilise ja vaimse tervise seisundi vahel on leitud arvukalt seoseid (Tzoulas ja Greening, 2011). Rohealade lähedus elukohale parandab kõikide vanuserühmade tervist ja omakorda vähendab mitmete haiguste, sh kardiovaskulaarsete haiguste riski. Rohealad ja taimestik kaitsevad tervist passiivselt, puhastades õhku saasteainetest ja summutades müra, aga ka selle läbi, et rohealade läheduses elavad inimesed kasutavad rohealasid mitmesugusteks virgestustegevusteks ja stressi maandamiseks. Rohealadel ja rohelusel on inimesele stressi maandav ja vaimsetest probleemidest taastav mõju, samas kui liiklusele ja mürale reageerib inimorganism stressihormoonide juurdetootmisega.

2.2. Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud

Teave puudub.

3. Harrastuskalapüük ja kalaturism

3.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Linna veekogudel tegeletakse harrastuskalapüügiga, kuid täpsem teave kalastajate arvu ja püügikoguste kohta puudub.

3.2. Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud

Teave puudub.

4. Muud loodusharrastused

4.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Viiendikul linnaliste alade leibkondadest on aiamaa ning huvi aianduse vastu on kasvamas (Valdvee ja Klaus, 2013). Aiamaadel kasvatatakse puu- ja köögivilju ning ilutaimi, vähesel määral peetakse ka põllumajandusloomi (kodulinnud, mesilased jm). Aedades toodetakse üle 80% katmikköögiviljast, peaaegu 50% puuviljadest ja marjadest, 36% avamaaköögiviljast ja maasikatest ning 23% kartulist (linnaliste aedade osakaal on teadmata).

4.2. Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud

Ilmastikunähtused ei mõjuta niivõrd aiandushuviliste hulka kui nende kulusid (põuad ja pakased teevad aiakultuuridele kahju).

5. Kunst (kirjandus, maalimine, fotograafia jm)

5.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Linnamaastikud on olnud inspiratsiooniallikaks selle teemalistele kirjandusteostele ja maalidele, muusikas ja fotograafias.

1 **5.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud**

2 Teave puudub.

3
4 6. Rahvuslikud ja piirkondlikud väärtused ja identiteet, looduslikud sümbolid ja
5 pühapaigad

6 **6.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

7 Mitmete linnade ja linnaasumitega on seotud oma paikkonna identiteet (nt Nõmme, Pirita).

8
9 **6.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud**

10 Teave puudub.

11
12 7. Hariduse ja teaduse edendamine

13 **7.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

14 Haridust aitavad pakkuda loodusõpperajad ja infotahvlid, samuti pakuvad rohealad
15 linnaruumis muid õuesõppe võimalusi.

16
17 **7.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud**

18 Teave puudub.

19
20
21 • **Ülevaade meetmetest, mis aitavad kaasa kliimamuutustega kohanemisele.**

22 Kliimamuutusega kohanemiseks eraldi meetmed puuduvad.

23
24
25 **5.4. Kliimamuutustega seonduvad riskid, haavatavus ja mõjud**

26 **5.4.1. Alavaldkond: mereökosüsteemi teenused**

27 Ekspertide hinnangul on sotsiaalmajanduslikult tähtsad ja kliimamuutuste suhtes
28 haavatavad järgmised mereökosüsteemi teenused:

29 *Varustusteenused:*

30 1. Looduslike merekalade ja mereandide saak

31 2. Setted tööstusele ja meditsiinile – ravimuda

32 *Reguleerivad teenused:*

33 3. Süsiniku hoidmine ja sidumine

34 4. Kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine

35 5. Vee bioloogiline filtratsioon

36 6. Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja
37 akumulatsioon

38 *Kultuurilised teenused:*

39 7. Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused

40 8. Harrastuskalapüük ja kalaturism merel

1

2 **Riskid ja haavatavus**

3 Mereökosüsteemiteenuseid mõjutavad paljud ilmastikunähtused, tuues kaasa nii otseseid
4 kui ka kaudseid riske: äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine, aastakeskmise
5 õhu-, siseveekogude ja mereveetemperatuuri tõus, sademete hulga kasv ja kevadise suurvee
6 vähenemine, lumikattega päevade arvu vähenemine, merejää ulatuse ja kestuse vähenemine
7 , tuulekiiruse kasv ning mereveetaseme tõus.

8 Suurimat kahju kannataks kliimamuutuste tõttu kalavarude seisund ja kalasaak. Kalavarusid
9 mõjutavad otseselt ja kaudselt läbi toiduahelate negatiivselt mitmed ilmastikunähtused,
10 nagu sademete hulga tõus, aastakeskmise õhu-, merevee ja siseveekogude temperatuuri
11 tõus, talvise jääkatte ulatuse vähenemine ja tuulekiiruse suurenemine, millega kaasnevad
12 veeõitsengute sagenemine ja ulatuse suurenemine, samuti soodustavad kliimamuutused
13 võõrliikide sissetungi, püsijäämist ja levikut.

14 Rohkem kui järkjärgulised muutused võib suurimaid negatiivseid mõjusid kaasa tuua
15 äärmuslike ilmastikunähtuste sagenemine, mis võib lühikese ajaga muuta mereökosüsteemi
16 poolt teenuste pakkumist olulisel määral.

17 Prognooside kohaselt hakkab jõgede kaudu Läänemerre saabuma üha suurem kogus
18 süsinikku, millele aitab kaasa sademete hulga ja valingvihmade sageduse kasv,
19 aastakeskmise temperatuuri tõus, jääkatteperioodi ajaline lühenemine ja ulatuse
20 vähenemine meres. Lisaks süsinikule suureneb samade ilmastikunähtuste toel teiste
21 toiteainete, aga ka reostunud vee jõudmine merre, millele aitab kaasa mereveetaseme tõus.
22 Tuulekiiruse kasv mõjutab läbi muutuste põhjaelustikus kalasaake, bioloogilise filtratsiooni
23 võimet ja vee isepuhastusvõimet.

24 Harrastuskalapüügis toimub märkimisväärne muutus püügiviisides. Jääalune kalapüük
25 järkjärgult kaob, kuivõrd sajandi jooksul väheneb talvine merejää pindala ja jää paksus.
26 Samuti toimub muutus virgestus- ja merespordivaldkonnas – jääspordialadega tegelemine
27 väheneb ning asendub tõenäoliselt veesporbialadega.

28

29

30 **Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud**

31 **a) kuni aastani 2020**

32 Hetkeseisuga pole kuni aastani 2020 ette näha olulisi negatiivseid ega positiivseid muutusi.
33 Peamiseks mõjutajaks võivad olla äärmuslikud ilmastikunähtused.

34 **b) 2021–2030**

35 Eelmise perioodiga sarnased mõjud, kuid suureneb äärmuslike ilmastikunähtuste ilmnemise
36 tõenäosus ja nende negatiivne mõju.

37 **c) 2021–2050**

38 Antud perioodi jooksul hakkavad kliimariskide negatiivsed mõjud ilmnema ja tõenäoliselt
39 hakkavad toimuma tähelepanekav muutused mereökosüsteemi toimimises. Suurimat
40 negatiivset mõju avaldavad endiselt sagenevad äärmuslikud ilmastikunähtused.

41 **d) 2051–2100**

1 Muutused mereökosüsteemis intensiivistuvad. Merevee temperatuuri tõusu ja teiste
2 kliimarisikide toel toimuvad märkimisväärsed muutused enamiku mere ökosüsteemiteenuste
3 pakkumises ja mahus.

4

5

6 **5.4.2. Alavaldkond: mageveeökosüsteemi teenused**

7 Ekspertide hinnangul on sotsiaalmajanduslikult tähtsad ja kliimamuutuste suhtes
8 haavatavad järgmised mageveeökosüsteemide teenused:

9 *Varustusteenused:*

10 1.Looduslike mageveekalade ja jõevähi saak

11 2.Joogivesi

12 *Reguleerivad teenused:*

13 3.Süsiniku hoidmine ja sidumine

14 4.Üleujutuste ennetamine ja leevendamine

15 5.Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus

16 6.Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja
17 akumuleerimine

18 7.Vee bioloogiline filtratsioon

19 *Kultuurilised teenused:*

20 8.Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine

21 9.Harrastuskalapüük, kalaturism ja vähipüük

22

23 **Riskid ja haavatavus**

24 Mageveeökosüsteeme ja nende teenuseid mõjutavad enamik kliimarisikidest, kokku 11 riski
25 15-st. Olulisel kohal on magevett kui joogivee kättesaadavust ja kvaliteeti, magevete
26 kalasaaki ning virgestusvõimalusi mõjutavad kliimarisikid. Joogi- ja kastmisvee
27 kättesaadavust ja kvaliteeti mõjutavad eelkõige õhutemperatuuri tõus ja siseveekogude
28 aastakeskmise temperatuuritõus, mis mõlemad soodustavad fütoplanktoni produktsiooni
29 (veeõitsenguid). Pinnaveest pärineva joogivee kvaliteeti mõjutab ka humiainete kõrgem
30 sisaldus veekogudes. Joogivee kvaliteeti mõjutavad ka üle 30 mm/ööpäevas sademete hulga
31 esinemine, mis suurendab kaevude ja pinnaveehaarde reostumise ohtu, kuna sinna võib
32 jõuda puhastamata valgvesi. Intensiivsem teede soolamine libeduse tõrjeks võib kohati
33 mõjutada joogivee kvaliteeti, kui joogivee allikaks on salvkaevud. Meretaseme tõus võib
34 mitmes Ida-Virumaa ja Harjumaa piirkonnas tuua kaasa Kambriumi-Vendi põhjavee
35 segunemise mereveega ja muuta selle joogikõlbmatuks. Tavatult pikad põuaperioodid
36 võivad kahandada joogivee kättesaadavust seal, kus elanike joogivee allikaks on pinnavesi
37 või madalad kaevud.

38

39 Kalavarude suurust ja liigilist koosseisu, millest sõltuvad kalapüügi võimalused, mõjutavad
40 enim õhutemperatuuri ja siseveekogude temperatuuri tõus, mille tagajärjel vee
41 hapnikusisaldus väheneb, kalade-vähkide seisund halveneb, veeõitsengute ja võõrliikide
42 sissetungioht suureneb. Karpide seisundit mõjutavad äärmuslikud kliimasündmused
43 avaldavad mõju ka vee bioloogilisele filtratsioonile.

44 Äärmuslike ilmanähtuste tagajärjel võivad tekkida taristu kahjustused, mis võivad muuta
45 piirkonnas veerežiimi ja veevoolu (nt paisude purunemine).

1 Muutuvad kliimaolud mõjutavad ka virgestus- ja turismiteenuste potentsiaali
2 siseveekogudel. Näiteks jääkatte perioodi lühenemine ja jää paksuse vähenemine mõjutavad
3 jääaluse kalapüügi harrastamise võimalusi talvel ja vastavate ürituste korraldamist –
4 lüheneb hooaeg ja väheneb kalasaagi suurus. Äärmuslikud kliimasündmused (nt
5 kuumalained, madal või kõrge veeseis, tekkivad veeõitsengud) võivad vähendada turistide
6 arvu siseveekogudel. Sisevete jääkattepäevade arvu vähenemine mõjutab ka
7 talispordivõimalusi (uisutamine, jääpurjetamine jms).

8

9 **Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud**

10 **a) kuni aastani 2020**

11 Hetkeseisuga pole kuni aastani 2020 olulisi muutusi ette näha.

12 **b) 2021–2030**

13 Eelmise perioodiga sarnased muutused, kuid suureneb äärmuslike ilmastikunähtuste
14 ilmnemise tõenäosus ja nende negatiivne mõju.

15 **c) 2021–2050**

16 Antud perioodi mõjud on analoogsed perioodile „2021-2030“, kuid mõõdukal määral
17 intensiivsemad ja ulatuslikumad. Äärmuslikud ilmastikunähtused sagenevad.

18 **d) 2051–2100**

19 Aastateks 2051–2100 on tõenäoline, et kliimamuutustega seotud protsessid ja muutused on
20 äärmuslikumad kui eelmisel perioodil.

21 Sagenevad veeõitsengud, eriti tänu varasemale vegetatsiooniperioodi algusele ja kõrgemale
22 veetemperatuurile. Suureneb toiteainete kontsentratsioon ja humiinainete sisaldus
23 mageveekeskkonnas, mis põhjustab väiksema vee läbipaistvuse ja produktsiooni ruumala
24 vähenemise. Suurenevad mehhaanilised häiringud põhjakooslustele, sealhulgas
25 filtreerivatele karpidele, mistõttu vee läbipaistvus jõgedes ja järvedes väheneb veelgi. Vee
26 segunemise sügavus ja aeg muutuvad siseveekogude vee soojenemise tõttu, mis tekitab
27 hapnikuvaese ja toiteainete rikka põhjakihi ning ulatuslikumad vetikaõitsengute alad.

28 Äärmuslikud ilmastikunähtused ja tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel suurendavad
29 suurjärvedes settinud toiteainete ringlusse naasmist ehk veekogu sisekoormust.

30

31

32 **5.4.3. Alavaldkond: metsaökosüsteemi teenused**

33 Ekspertide hinnangul on sotsiaalmajanduslikult tähtsad ja kliimamuutuste suhtes
34 haavatavad järgmised metsaökosüsteemide teenused:

35 *Varustusteenused:*

36 1.Ulukid

37 2.Marjad

38 3.Seened

39 4.Puit toorainena, sh keemiatööstusele

40 5.Puit kütteks

- 1 *Reguleerivad teenused:*
2 6.Süsiniku hoidmine ja sidumine
3 7.Kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine
4 8.Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus
5 9.Kaitse erosiooni vastu
6 10.Õhukvaliteedi reguleerimine
7 *Kultuurilised teenused:*
8 11. Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine

9
10

11 **Riskid ja haavatavus**

12 Kliimastenaariumite projektsioonidele tuginedes mõjutab metsaökosüsteeme ja nende
13 teenuseid õhutemperatuuri tõus, sademete hulga kasv, äärmuslike ilmastikunähtuste
14 esinemise sagenemine, sh üle 30 mm/ööpäevas sademete esinemine, lumikattega päevade
15 arvu vähenemine, merepinna tõus ning tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel.

16 Pikaajalised ja korduvad temperatuuriaärmused võivad ohustada ulukite asurkondade
17 seisundit. Lumerohked, kuid kõikuva temperatuuriga talved võivad vähendada metskitsede
18 arvukust. Lumikatte paksusest ja püsivusest sõltub toidu kättesaadavus ja toidu otsimiseks
19 kulutatav energia. Samas on lumevaesed talved ebasoodsad valgeks värvuvatele liikidele,
20 ennekõike valgejänesele.

21 Äärmuslikud ilmastikunähtused (kevadine öökülm, lumevaene talv) võivad vähendada
22 marjasaake. Samasugune negatiivne mõju on põuastel suvedel, kuumalainete sagenemisel
23 ja pikenemisel, mis mõjutab lisaks ka seenesaaki.

24 Sademete hulga suurenemine ja lumikattega päevade vähenemine mõjutab metsaraiet, st
25 metsatöid tuleb teha külmumata maal. Metsamasinad ohustavad sellistel perioodidel enam
26 metsapinnast ja alumist rinnet. Sademete hulga suurenemine võib tõsta metsaparasitide ja
27 -haiguste esinemissagedust. Sademete hulga suurenemisel on häiritud ka metsa
28 ökosüsteemiteenus erosiooni tõkestajana.

29 Merepinna tõusuga võib väheneda rannalähedaste majandavate metsade pindala.

30 Metsaökosüsteemiteenuseid mõjutavad oluliselt tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel, kui
31 tuule tõttu murdub puid, või äärmusliku ilmastikunähtuse (näiteks trombi) tõttu hävib
32 majandusmetsa.

33 Õhutemperatuuri tõus soodustab samuti teatud metsaparasitide ja haiguste levikut. Samas
34 on metsal oluline roll kuumalainete ajal kõrgendatud temperatuuri leevendamisel ja
35 loodusliku veerežiimi säilitamisel.

36 Metsaökosüsteemil on väga oluline roll virgestus- ja turismivõimaluste pakkumisel. Võib
37 eeldada, et kliimamudelite prognooside valguses need teenused jätkuvad, kuid näiteks
38 põuaperioodide pikenemine võib kaasa tuua metsamineku keelu kehtestamise sagenemise.
39 Nii nagu põuased perioodid võivad pärssida välitegevusi, võib turismivõimalusi kahandada
40 vihmaste suvede sagenemine. Talispordile (suusatamine), jahindusele ja jahiturismile
41 avaldavad negatiivset mõju lumekattega päevade arvu vähenemine.

42

43

44 **Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud**

45 **a) kuni aastani 2020**

1 Hetkeseisuga pole kuni aastani 2020 ette näha olulisi negatiivseid ega positiivseid muutusi.

2 **b) 2021–2030**

3 Eelmise perioodiga sarnased muutused, kuid suureneb äärmuslike ilmastikunähtuste
4 ilmnemise tõenäosus ja nende negatiivne mõju.

5 **c) 2021–2050**

6 Antud perioodi mõjud on analoogsed perioodile „kuni aastani 2030“, kuid mõõdukal määral
7 intensiivsemad ja ulatuslikumad. Sademete hulga suurenemine ja lumikattega päevade
8 vähenemine mõjutab metsaraie tingimusi ja tehnoloogiat, ulukite asurkondade levilat ja
9 suurust, aga ka hoogustab metsaparasiitide ja -haiguste levikut. Lumekattega päevade arvu
10 vähenemine toob samuti kaasa suusaspordi harrastajate vähenemise. Sademete hulga
11 suurenemine võib aga omakorda vähendada välitegevuste harrastajate arvu.

12 Põuaste perioodide sagenemine toob kaasa suurema metsade tuleoahu, mis tingib selle, et
13 metsaminekut tuleb hakata sagedamini piirama. Äärmuslike ilmastikunähtuste sagenemise
14 tõttu võib tekkida senisest enam metsakahjusid (nt tuulemurrud) ja sageda metsahaiguste
15 puhangud.

16 **d) 2051–2100**

17 Aastateks 2051–2100 on tõenäoline, et kliimamuutustega seotud protsessid ja muutused on
18 äärmuslikumad kui eelmisel perioodil ning toimuvad olulised muutused
19 ökosüsteemiteenuste pakkumises ja mahus.

20

21

22 **5.4.4. Alavaldkond: sooökosüsteemi teenused**

23 Ekspertide hinnangul on sotsiaalmajanduslikult tähtsad ja kliimamuutuste suhtes
24 haavatavad järgmised sooökosüsteemide teenused:

25 *Varustusteenused:*

26 1. Marjad

27 2. Muud bioenergia allikad (kütteturvas)

28 3. Väetised (kasvuturvas)

29 *Reguleerivad teenused:*

30 4. Süsiniku hoidmine ja sidumine

31 5. Kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine

32 6. Üleujutuste ennetamine ja leevendamine

33 7. Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus

34 8. Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja
35 akumuleerimine

36 *Kultuurilised teenused:*

37 9. Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused

38

39 **Riskid ja haavatavus**

40 Kliimastenaariumite projektsioonidele tuginedes mõjutab sooökosüsteeme ja nende
41 teenuseid kõige enam sademete hulga kasv ja õhutemperatuuri tõus. Samuti on oluline mõju

1 äärmuslikel ilmastikunähtustel. Kliimamudelite kohaselt sajab tulevikus talvel rohkem
2 sademeid pigem vihmana ja suvised sademed tulevad sagedamini paduvihmana. Suvel
3 sagenevad pikemad kuumalaine perioodid. Kõik need prognoosid mõjutavad soode
4 kasutamist turba kaevandamiseks. Kuumalaineperioodide pikenemine suvel võib mõjutada
5 marjade (jõhvikas, murakas, mustikas) saaki sügisel. Samuti on kuumalainete kestusel mõju
6 soo vähenenud võimele suurel hulgal imada vett äkilise paduvihma korral, mistõttu turvas
7 ja muu orgaanika uhutakse veega kraavidesse ja sealt edasi jõgedesse. See omakorda
8 suurendab toiteainete hulka voolu- ja seisuveekogudes ja suurendab eutrofeerumist.
9 Seevastu aga pikema vihmarohke perioodi ajal imab soo (turvas) tublisti vett ja selles
10 olevaid jäätmeid ja toksilisi aineid ning seetõttu toimib soo nende lahjendajana, lagundajana
11 ja akumulereijana. Õhutemperatuuri tõus soodustab süsiniku emissiooni kuivendatud ja
12 muudest inimtegevusega rikutud soodest, samas kui looduslikud sood jäävad siiski süsiniku
13 akumulereijateks.

14 Sademete ja temperatuuri kasv ning lühem lumekattega periood muudab sood veerohkuse
15 tõttu halvemini läbitavateks, seda ka marjuliste jaoks. Seega rabade külastatavus võib
16 väheneda.

17

18 **Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud**

19 **a) kuni aastani 2020**

20 Hetkeseisuga pole kuni aastani 2020 ette näha olulisi mõjusid.

21 **b) 2021–2030**

22 Eelmise perioodiga sarnased mõjud, kuid suureneb äärmuslike ilmastikunähtuste ilmnenise
23 tõenäosus ja nende negatiivne mõju.

24 **c) 2021–2050**

25 Antud perioodi mõjud on analoogsed perioodile 2021–2030, kuid mõõdukal määral
26 intensiivsemad ja ulatuslikumad. Oluliseks mõjutajaks on äärmuslikud ilmastikunähtused,
27 eelkõige sademed, mille tagajärjel võib sagedamini hävineda marjasaak, sood võivad
28 muutuda raskemini läbitavaks nii marjuliste kui turistidele ning väheneb külastatavus.
29 Äärmuslike ilmastikunähtuste mõjul nagu pikaajaline kuumalaine võib suurened
30 maastikupõlengute, sh turbakaevandusalade põlengute oht.

31 **d) 2051–2100**

32 Aastateks 2051–2100 on tõenäoline, et kliimamuutustega seotud protsessid ja muutused on
33 äärmuslikumad kui eelmisel perioodil ning toimuvad olulised muutused
34 ökosüsteemiteenuste pakkumises ja mahus. Näiteks vegetatsiooniperioodi pikenemine ja
35 soodsamad niiskustingimused (rohkem vihma) võivad suurendada marjasaaki. Samas võib
36 marjade kättesaadavus halveneda juurdepääsetavuse halvenemise tõttu. Kõrgemad
37 õhutemperatuurid ja lühem lumikatteperiood pikendavad turba kaevandamise perioodi.

38 **5.4.5. Alavaldkond: mullaökosüsteemi teenused**

39 Ekspertide hinnangul on sotsiaalmajanduslikult tähtsad ja kliimamuutuste suhtes
40 haavatavad järgmised mullaökosüsteemi teenused:

41 *Varustusteenused:*

42 1. Toidutootmiskeskond (põllumaa/mulla olemasolu)

1 *Reguleerivad teenused:*

2 2.Süsiniku hoidmine ja sidumine

3 3.Mullaviljakus, mullakvaliteet

4 4.Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus

5 5.Kaitse erosiooni vastu

6 6.Haiguste ja patogeenide (taimedel, loomadel, inimesel) ohjeldamine

7 7.Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja
8 akumuleerimine puhastusfiltrina

9

10 **Riskid ja haavatavus**

11 Kliimastenaariumite projektsioonidele tuginedes mõjutavad mullaökosüsteemi ja selle
12 teenuseid õhutemperatuuri tõus, aasta keskmise sademete hulga kasv, lumikattega päevade
13 arv, tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel, äärmuslikud ilmastikunähtused, sh üle 30
14 mm/ööpäevas sademeid ja ülemise põhjaveekihi taseme tõus.

15 Sademetega seotud riskid suurendavad mulla erosiooni vee kaudu, tuulekiiruse
16 suurenemine aga mulla ärakannet tuule tõttu (deflatsiooni). Ka põuastel kevadatel suureneb
17 mulla deflatsioon mullatöödel. Mulla huumusvaru on süsinikubilansi näitaja, mida mõjutab
18 omakorda niiskusbilanss. Põuastel suvedel vee aurumine suureneb ja võib ületada sademete
19 hulka. Sademeterikkal suvel ja sügisel võivad saagid ikalduda, ja tekkida olukord, kui saake
20 ei saa põllult kätte. Samuti suureneb sademete hulgaga süsiniku ja toiteainete leostumine
21 veekogudesse. Mullaökosüsteemi haavatavust kliimariskidele suurendavad valed
22 maaharimisvõtted ning mullaelustiku vaesumine agrokemikaalide kasutamise tõttu, mis
23 omakorda võivad aidata kaasa mullapatogeenide suuremale levikule. Liigivaeses mullas on
24 häiritud ka veepuhastamis- ja ainete lagundamisteenuste pakkumine.

25

26 **Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud**

27 **a) kuni aastani 2020**

28 Hetkeseisuga pole kuni aastani 2020 ette näha olulisi mõjusid.

29 **b) 2021–2030**

30 Eelmise perioodiga sarnased mõjud, kuid suureneb äärmuslike ilmastikunähtuste ilmnemise
31 tõenäosus ja nende negatiivne mõju, eriti erosioonioht.

32 **c) 2021–2050**

33 Antud perioodi mõjud on analoogsed perioodile 2021–2030, kuid mõõdukal määral
34 intensiivsemad ja ulatuslikumad. Erosiooniohule lisandub mõnel pool ülemise põhjaveekihi
35 taseme tõusust tingitud liigniiskuse probleem, teisalt lammialadel üleujutusohu väheneb.

36 **d) 2051–2100**

37 Aastateks 2051–2100 on tõenäoline, et kliimamuutustega seotud protsessid ja muutused on
38 äärmuslikumad, intensiivsemad ja ulatuslikumad ning toimuvad olulised muutused
39 ökosüsteemiteenuste pakkumises ja mahus. Suurimaid negatiivseid mõjusid toob kaasa
40 äärmuslike ilmastikunähtuste esinemine.

41 Erilist tähelepanu tuleb pöörata turvasmuldadele, mis sademete hulga kasvuga võivad
42 veelgi vaesuda toiteainete väljaleostumise tõttu ja hävineda. Seepärast ei tohiks rajada
43 maaparandussüsteeme turvasmuldadega aladele ja olemasolevate süsteemide uuendamine
44 peaks toimuma ainult seal, kus kraav on eesvooluks.

1 Seoses lumikattega päevade arvu vähenemisega tuleb muuta kultuuride valikut ja tagada
2 senisest enam talikultuuride ja kattekultuuride vajalik pind, et hoida ära mulla toiteainete
3 kadu talviste sademetega ja seeläbi veekogude ja mere eutrofeerumine.

4

5 **5.4.6. Alavaldkond: niiduökosüsteemi teenused**

6 Ekspertide hinnangul on sotsiaalmajanduslikult tähtsad ja kliimamuutuste suhtes
7 haavatavad järgmised niiduökosüsteemide teenused:

8 *Varustusteenused:*

- 9 1. Kariloomade saadused (liha, nahk, piim) ja karjatamine (veised, lambad, kitsed,
10 hobused)
- 11 2. Bioenergia allikad (hein, energiapaju)
- 12 3. Loomasööt (hein)

13 *Reguleerivad teenused:*

- 14 4. Süsiniku hoidmine ja sidumine (eriti talvine taimkate)
- 15 5. Üleujutuste ennetamine ja leevendamine (luhaniit, rannaniit)
- 16 6. Vee bioloogiline filtratsioon (märgalad)

17

18 **Riskid ja haavatavus**

19 Kliimastenaariumite projektsioonidele tuginedes mõjutab pool-looduslike niitude ja
20 kultuurrohumaade toimimist kõige enam vegetatsiooniperiood, sademed ja õhutemperatuur.
21 Kliimamudelitele tuginedes võib eeldada, et vegetatsiooniperiood pikeneb, mis omakorda
22 võimaldab alustada karjatamist kevadel varem ja lõpetada sügisel hiljem. Kui äärmuslike
23 ilmastikunähtuste sagedus suureneb, siis tekib vajadus rajada kariloomadele varjualuseid ja
24 arvestada investeringuvajadusega loomade heaolusse. Pikemate põuaperioodide ajal tekib
25 vajadus tagada kariloomadele piisav joogivesi. Sademeriikaste perioodide sagenemine toob
26 kaasa madalamal asuvate karjamaade, sh rannaniitude üleujutuse ja seeläbi võib väheneda
27 karjatamisala pindala. Ka mereveetõus, mida kliimamudelite järgi prognoositakse sajandi
28 lõpuks enam kui pool meetrit (64 cm), võib kahandada rannaniitude pindala ja seeläbi
29 karjatamiseks sobivat ala. Rannikumärgalade funktsioon mereveetõusu ning sademete ja
30 sademevee puhverdajatena (üleujutuste ennetamise ja leevendamise teenus) suureneb
31 oluliselt, mistõttu tuleb vältida üleujutusohuga aladele elamute ja rajatiste ehitamist. Samas
32 võivad liigsed sademed ja madalad temperatuurid pärssida märgala filtratsioonivõimet.

33 Vihmased suved on takistuseks heina varumisel kariloomadele, samuti halveneb heina
34 kvaliteet. Samuti halvenevad võimalused niiske heina kasutamiseks bioenergia tootmiseks.
35 Selleks, et niisket heina saaks kasutada biojaamas, tuleks seda eelnevalt kuivatada.
36 Kuivatamine eeldab suuremaid kulusid tooraine varumisele.

37

38

39 **Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud**

40 **a) kuni aastani 2020**

41 Hetkeseisuga pole kuni aastani 2020 ette näha olulisi mõjusid.

42 **b) 2021–2030**

1 Eelmise perioodiga sarnased mõjud, kuid suureneb äärmuslike ilmastikunähtuste ilmnemise
2 tõenäosus.

3 **c) 2021–2050**

4 Antud perioodi mõjud on analoogsed perioodile 2021–2030, kuid mõõdukal määral
5 intensiivsemad ja ulatuslikumad. Pikenenud on vegetatsiooniperiood, mis võimaldab
6 alustada karjatamist kevadel varem ja lõpetada sügisel hiljem. Äärmuslike
7 ilmastikunähtuste leevendamiseks tuleb tagada kariloomade piisav joogivesi ja varje.

8 **d) 2051–2100**

9 Aastateks 2051–2100 on tõenäoline, et kliimamuutustega seotud protsessid ja muutused on
10 äärmuslikumad, intensiivsemad ja ulatuslikumad ning toimuvad olulised muutused
11 ökosüsteemiteenuste pakkumises ja mahus. Olulisteks mõjuteguriteks on sademed,
12 pikemad põuaperioodid ja äärmuslikud ilmastikunähtused. Vaja on tagada kariloomadele
13 head karjatamise tingimused (piisav joogivesi, varjealused). Vihmased suved takistavad
14 heina varumist ja alandavad heina kvaliteeti. Niisket heina ei saa otse ilma kuivatamata
15 kasutada biojaamades kütteallikana. Mereveetasemetõus vähendab karjatamiseks sobivate
16 maade olemasolu.

17

18

19 **5.4.7. Alavaldkond: tolmeldamine**

20 Ekspertide hinnangul on sotsiaalmajanduslikult tähtsad ja kliimamuutuste suhtes
21 haavatavad järgmised tolmeldamisega seotud teenused:

22 *Varustusteenused:*

23 1. Looduslike putuktolmlejate taimede saak

24 2. Putuktolmlejate puu- ja köögiviljade saak

25 3. Mesilasmee saak

26 4. Muude mesindussaaduste saak

27 *Reguleerivad teenused:*

28 5. Tolmeldamine

29 *Kultuurilised teenused:*

30 6. Harrastusmesindus

31

32 **Riskid ja haavatavus**

33 Kliimastenaariumite projektsioonidele tuginedes mõjutab tolmeldamisega seotud
34 ökosüsteemiteenuseid aasta keskmise temperatuuri ja sademete hulga kasv, lumepäevade
35 arvu vähenemine, valingvihmade ja äärmuslike ilmastikuolude sagenemine. Kuna
36 tolmeldamisteenust pakuvad Eestis lisaks meemesilasele mitusada liiki putukaid, siis neid
37 mõjutavad ilmastikunähtused erineval viisil ja erineval määral, mistõttu üldistades on
38 paljude liikide puhul erandeid. Tolmeldajate haavatavust kliimariskidele suurendavad
39 intensiivne põllumajandus, erinevad patogeenid ja pesaparasiidid ning arvatavasti ka
40 lähiristumine. Kliimariskidest mõjutab suuremat hulka tolmeldajaid ja tolmeldamisteenuse

1 pakkumist sademete hulga kasv ja suurte sajuhulkadega päevade sagenemine. Sademed
2 võivad uputada maapinnas pesitsevaid ja talvituvaid kimalasi ja erakmesilaste liike. Talvine
3 ja kevadine sademete hulga kasv mõjutab meemesilast mõnevõrra vähem kui teisi liike.
4 Taimede õitsemisaegsed sajud võivad vähendada tolmeldajate korjelende, nektari hulka
5 õites, taimede külastust ja tolmeldamisefektiivsust, mistõttu võib väheneda saak ja saagi
6 kvaliteet. Samuti mõjutab see omakorda mesilasmee saaki.

7 Aastakeskmise temperatuuri tõusu mõjud tolmeldamisteenusele on hetkel veel ebaselged,
8 kuna sel võib olla nii positiivseid kui ka negatiivseid külgi. Meemesilaste puhul võivad
9 pehmemad talved ühest küljest kaasa tuua väiksema talvise söödakulu ja edukama
10 talvitamise, kuid samas talvitavad edukalt ka mesilasparsiidid ja haigused. Kõrgema
11 õhutemperatuuri tõttu algab mesilasperede aktiivne kevadine areng varem, mil looduslik
12 korje on ebapiisav ning ilmad ebasoodsad.

13 Meemesilast ja enamikku teisi tolmeldajaid mõjutavad enim temperatuuri ja sademete
14 ekstreemsused. Äärmuslikud ilmastikunähtused võivad kaasa tuua madalama tolmeldamis-
15 efektiivsuse, mis omakorda võib kaasa tuua putuktolmlejate taimede väiksema saagikuse ja
16 kehvema saagi kvaliteedi. Samuti avaldavad sagenevad äärmuslikud olud mõju mee- ja
17 meesaaduste saagile ning mesindusharrastusele.

18

19 **Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud**

20 **a) kuni aastani 2020**

21 Hetkeseisuga pole kuni aastani 2020 ette näha olulisi mõjusid.

22 **b) 2021–2030**

23 Eelmise perioodiga sarnased mõjud, kuid suureneb äärmuslike ilmastikunähtuste ilmnemise
24 tõenäosus ja nende negatiivne mõju, vähendades tolmeldamise kaudu putuktolmlejate
25 taimede saagikust ja mesilasmee saaki.

26 **c) 2021–2050**

27 Antud perioodi mõjud on analoogsed perioodile 2021–2030, kuid mõõdukal määral
28 intensiivsemad ja ulatuslikumad. Mõnel aastal võivad putuktolmlejate taimede saagid
29 ikalduda ning esineda väike meesaak.

30 **d) 2051–2100**

31 Aastateks 2051–2100 on tõenäoline, et kliimamuutustega seotud protsessid ja muutused on
32 äärmuslikumad, intensiivsemad ja ulatuslikumad ning toimuvad olulised muutused
33 ökosüsteemiteenuste pakkumises ja mahus. Suurimaid negatiivseid mõjusid toob kaasa
34 äärmuslike ilmastikunähtuste esinemine.

35

36

37 **5.4.8. Alavaldkond: linnaökosüsteemi teenused**

38 Ekspertide hinnangul on sotsiaalmajanduslikult tähtsad ja kliimamuutuste suhtes
39 haavatavad järgmised linnaökosüsteemide teenused:

40 *Varustusteenused:*

41 1. Puu- ja köögiviljad (aiast)

1 2. Joogi- ja kastmisvesi

2

3 *Reguleerivad teenused:*

4 3. Süsiniku hoidmine ja sidumine (taimestik, muld)

5 4. Kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine

6 5. Müra leevendamine (puud, põõsad)

7 6. Õhukvaliteedi reguleerimine (taimestik)

8

9 *Kultuurilised teenused:*

10 7. Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine (rohealad)

11 8. Stressi ja seotud probleemide ja haiguste vähendamine (taimestik, rohealad)

12

13 **Riskid ja haavatavus**

14 Kliimastenaariumite projektsioonidele tuginedes mõjutab linnaökosüsteeme kõige enam
15 aastakeskmise sademete hulga kasv ja valingvihmade sagenemine, õhu-, merevee ja
16 siseveekogude temperatuuri tõus, samuti mereveetaseme tõus ja äärmuslike
17 ilmastikunähtuste sagenemine. Võrreldes teiste ökosüsteemidega võib üks ja seesama
18 kliimarisik omada sagedamini üheaegselt nii negatiivseid kui ka positiivseid mõjusid.

19 Sademete hulga ja valingvihmade sageduse kasv parandab kastmisvee kättesaadavust ning
20 mõjub soodsalt õhu- ja pinnasekuivuse tõttu stressis oleva linnataimestiku seisundile, mis
21 omakorda parandab paljude ökosüsteemiteenuste pakkumist (õhu- ja veepuhastus, müra
22 tõkestamine, mikrokliima reguleerimine, süsiniku sidumine jne). Pikeneva
23 vegetatsiooniperioodi tõttu soosib aastakeskmise temperatuuri kasv taimestiku pakutavaid
24 ökosüsteemiteenuseid, sh mikrokliima reguleerimine. Tuntavam on see mereäärsetes
25 linnades, kus taimede vegetatsiooniperioodi pikendab ka kõrgema temperatuuriga ja üha
26 enam jääkatteta meri. Mereveetaseme tõus võib hakata ohustama mitmete Harjumaa ja Ida-
27 Virumaa linnade põhjavett (joogivett), kuivõrd Kambriumi-Vendi põhjavee segunemine
28 mereveega võib muuta selle joogikõlbmatuks.

29

30 Mõjud virgestustegevusele ja rohealade külastatavusele on võrdlemisi ebaselged. Kuigi
31 ühest küljest parandavad uued ilmastikuolud rohealade seisundit ning rohe- ja rannikualade
32 külastatavust, võivad sajurohked ilmad külastatavust vähendada. Samas võivad kõrgemad
33 veetemperatuurid ja tugevamad tuuled soodustada veeõitsengut ja peletada inimesi mere ja
34 siseveekogude äärest. Äärmuslike ilmastikuolude (ennekõike temperatuuriäärmuste ja
35 põudade) sagenemine on linnaökosüsteemile suurima negatiivse mõjuga, kuna võivad
36 taimestiku kaudu pärssida paljude ökosüsteemiteenuste toimimist.

37

38

39 **Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud**

40 **a) kuni aastani 2020**

41 Hetkeseisuga pole kuni aastani 2020 ette näha olulisi negatiivseid ega positiivseid muutusi.
42 Peamiseks mõjutajaks võivad olla äärmuslikud ilmastikunähtused, mis võivad halvendada
43 linnataimestiku (eriti puude) tervislikku seisundit ja sellel läbi ökosüsteemiteenuste
44 pakkumist.

45 **b) 2021–2030**

1 Eelmise perioodiga võrreldes sarnased mõjud, kuid suureneb äärmuslike ilmastikunähtuste
2 esinemise tõenäosus ja nende negatiivne mõju.

3 **c) 2021–2050**

4 Äärmuslikud ilmastikunähtused sagenevad ning perioodi lõpuks on tuntavad temperatuuri
5 tõusust ja sademete kasvust tingitud mõjud taimestikule ja muldadele.

6 **d) 2051–2100**

7 Aastateks 2051–2100 on tõenäoline, et kliimamuutustega seotud protsessid ja muutused on
8 äärmuslikumad, intensiivsemad ja ulatuslikumad ning avalduvad nii positiivsed kui ka
9 negatiivsed kliimariskid. Pikenev vegetatsiooniperiood ja suurenev sajuhulk mõjuvad
10 linnataimedele ja nende pakutavatele teenustele positiivselt, kuid positiivseid mõjusid võib
11 oluliselt pärssida temperatuuräärmuste sagenemine ja nende kestvuse pikenemine.

12

13 **5.4.9. Mõjude kokkuvõte**

14 Mõjude hindamise tulemusena selgus, et kliimariskide suhtes on 64st ekspertide hinnangul
15 sotsiaalmajanduslikult olulisest ökosüsteemiteenusest haavatavad (mõju väike, keskmine
16 või suur) 39 ökosüsteemiteenust. ÖST-dele avaldavad mõju 14 kliimariski, vaid
17 päikesekiirguse vähenemine (peamiselt talvekuudel) ÖST-dele eeldatavalt mõju ei avalda.
18 Avalduvad mõjud grupeeriti 20 erinevasse rühma (vt tabelites nummerdatud 5.01 – 5.20.).

19

20 Hindamise koondtulemusena saab välja tuua, et erinevate perioodide, stsenaariumite ja
21 ÖST-de lõikes avalduvad väikesed majanduslikud mõjud 63% juhtudel, keskmise
22 suurusega majanduslikud mõjud 26% ja suured mõjud 5% juhtudest. 6% juhtudest on mõju
23 teadmata. Sotsiaalsete mõjude puhul on vastavad neli näitajat 62%, 27%, 5% ja 6%.

24

25 Esimesel kahel perioodil avaldavad ökosüsteemiteenuste pakkumisele suurimat mõju
26 äärmuslikud ilmastikunähtused. Kuigi erinevad kliimariskid avalduvad mõlema
27 stsenaariumi puhul märgatavalt 2050. ja 2100. aastateks, tuues kaasa muutusi nii varustus-,
28 reguleerivate kui ka kultuuriliste teenuste pakkumises, on tõenäoliselt just äärmuslike
29 ilmastikunähtuste sagenemine see, mis annab põhitõuke muutuste tekkele. Kliimariskide
30 mõju võib erinevatele ökosüsteemiteenustele avalduda erinevalt, samaaegselt nii positiivse
31 kui ka negatiivse. Suurimad negatiivsed mõjud avalduvad eeldatavasti mere- ja
32 mageveekoosluste poolt pakutavatele ökosüsteemiteenustele ning mõnevõrra väiksemas
33 ulatuses maismaaökosüsteemide teenustele, samas kui linnaökosüsteemis avaldub enim
34 positiivseid mõjusid.

35 Ökosüsteemiteenustele avalduvad positiivsed ja negatiivsed mõjud on kokkuvõtvalt toodud
36 tabelitena käesoleva aruande lisades 1...8.

37

38 **5.4.10. Piiriülesed aspektid**

39 Käesoleva projekti raames ei hinnata ökosüsteemiteenuste piiriüleseid mõjusid. Samas võib
40 neid mõjusid eeldada seoses Läänemerega ja teenuste piiriülese kaubandusega (puit, kala,
41 turvas, jms).

1 Ökosüsteemiteenuseid käsitleb Euroopa Liidu Bioloogilise Mitmekesisuse Strateegia
2 aastani 2020, mille kohaselt on eesmärgiks peatada 2020. aastaks ELis bioloogilise
3 mitmekesisuse vähenemine ja ökosüsteemi teenuste kahjustumine ning need võimaluste
4 piires taastada, suurendades ELi panust maailma bioloogilise mitmekesisuse vähenemise
5 ärahoidmisesse (EU Biodiversity, 2012). Vastavalt strateegia 5. meetmele tuleb
6 liikmesriikidel kaardistada ja hinnata ökosüsteemide ja nende teenuste seisundit oma riigi
7 territooriumil, hinnata kõnealuste teenuste majanduslikku väärtust ning toetada selle
8 väärtuse lisamist 2020. aastaks ELi ja liikmesriikide arvepidamis- ja
9 aruandlussüsteemidesse. Eraldi on välja toodud põllumajanduse ja metsanduse suur roll
10 ökosüsteemiteenuste tagamisel. Kliimamuutustega kohanemise valges raamatus on lisaks
11 põllumajanduse ja metsanduse vastupidavusele kliimamuutustele rõhutatud ka süsiniku
12 sidumise, üleujutuste kaitse ja erosioonikaitse teenuste püsimise olulisust (European
13 Commission, 2009). Samasisuliselt käsitletakse ökosüsteemiteenuseid ka Euroopa Liidu 7.
14 keskkonnaprogrammis (The 7th Environment, 2013) ning Bioloogilise Mitmekesisuse
15 konventsiooni (2011) Aichi eesmärkides. Kalavarude varude kasutamist reguleerib
16 Rahvusvaheline Mereuurimisnõukogu (ICES) ning Peipsi, Pihkva ja Lämmijärve kalapüügi
17 korraldus on reglementeeritud Eesti Vabariigi ja Vene Föderatsiooni valitsuse vahelise
18 koostöökokkuleppes.

19

20 **5.5. Edasised uuringusuunad**

21 Kuivõrd ökosüsteemiteenuste teema on Eesti jaoks uus, siis puudub alusteave (statistika)
22 enamike ökosüsteemiteenuste kohta. Paremini on kaetud teatud teenused metsa-, magevee-
23 ja mereökosüsteemide puhul ja eelkõige need varustusteenused, mis on juba täna turul
24 kaubeldavad ja mille üle peetakse ametlikku statistikat (metsaraie, ulukid, joogivesi,
25 kalasaak, turvas, jpt). Reguleerivate teenuste (nt süsiniku sidumine ja säilitamine, looduslik
26 veerežiim ja veevoolu stabiilsus, kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine, vee
27 puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja
28 akumuleerimine, kaitse erosiooni vastu jne) kohta on uuringud puudulikud ja ametlik
29 statistika lünklik. Samuti on vähe andmeid kultuuriliste teenuste tarbimise kohta. Kuivõrd
30 looduses viibimise, sportimise või muu tegevuse mahtude ja motivatsiooni kohta puuduvad
31 andmed, siis on võimatu anda hinnangut, kuidas neid mõjutaksid kliimarisikid.

32 Kokkuvõtlikult: uuringud tuleks läbi viia selgitamaks välja erinevate Eesti ökosüsteemide
33 poolt pakutavate:

- 34 • varustusteenuste mahud Eestis ning alustada sellekohase statistika kogumist;
- 35 • reguleerivate teenuste mahud Eestis ning neid mõjutavad tegurid;
- 36 • kultuuriliste teenuste tarbimis- ja kasutusmahud Eestis.

37

38

1

2 II Biomajandus



3

4

1 6. Põllumajandus

2 **Kaasik, Allan; Kauer, Karin; Kruus, Eha; Lauringson, Enn; Leming, Ragnar; Mänd,**
3 **Marika**
4 **Eesti Maaülikool, põllumajandus- ja keskkonnainstituut**

5 6.1. Sissejuhatus

6 Võrreldes 1990. aastaga ennustavad kliimamuutuste analüüsid aastaks 2100 keskmise
7 õhutemperatuuri tõusu maapinnal 1 kuni 3,5 °C võrra (Cannon, 1998; Porter *et al.*, 1991),
8 mis ühtib ka kliimastenaariumitega RCP4.5 kuni RCP8.5 (Luhamaa *et al.*, 2015). Sellest
9 tingitult on oodata teatavate kultuuride levikut põhja poole ja determinantsete kultuuride (nt
10 teraviljade, st kultuuride, mille vegetatiivne kasv lõppeb õitsemise alguses, kuna võrsete
11 tipumeristeemist moodustuvad generatiivorganid) osakaalu vähenemist, kuid
12 indeterminantsete kultuuride (nt juurviljade või mitmete kaunviljade, st kultuuride, mille
13 vegetatiivset kasvu õitsemine ei peata) tähtsuse suurenemist (Olesen ja Bindi, 2002).
14 Aastaste sademete hulka ennustatakse suurenevat Põhja Euroopas kuni 40%, millega
15 kaasneb kõrgem üleujutuste risk. Talved on niiskemad. Põllumajanduses oodatakse
16 kliimamuutuste otseseks tagajärgeks saagikuse kasvu (10–30%) ja kultuuride kasvupinna
17 suurenemist (European Commission, 2007).

18 Üldiselt hinnatakse globaalsete kliimamuutuste mõju põllumajandustootmisele väikeseks
19 kuni mõõdukaks, välja arvatud madalama sissetulekuga põllumajandustootjate puhul
20 (Aydinalp ja Cresser, 2008). Väiketootjad ei suuda võrdsetel tingimustel konkureerida
21 kohalikul, piirkondlikul ega ka ülemaailmsel tasandil; paljud neist ei suuda tootmist
22 vastavusse viia kõrgemate nõudmistega standarditele, kuna neil puudub juurdepääs varadele
23 ja kapitalile ning nende jaoks on tehingukulud kõrgemad, mistõttu neil on raskem
24 muudatustega kohaneda ja neile kiiresti reageerida.

25 Lähtudes eelnevast on põllumajanduse valdkond jagatud järgnevatiks alavaldkondadeks:

- 26 • **taimekasvatus;**
- 27 • **loomakasvatus, sh mesindus ja vesiviljelus;**
- 28 • **taimekaitse ja veterinaaria.**

29 6.2. Metoodika

30 Hetkeolukorra analüüs

31 Paljude riikide kliimamuutuste mõjuga kohanemise strateegiates on põllumajanduse
32 valdkond olulise tähtsusega. Alavaldkondade liigendamisel on aluseks võetud erinevates
33 strateegilistes dokumentides (MAK 2014–2020) ja tegevuskavades seatud eesmärgid.
34 Põllumajanduse valdkondadeks valiku tegemisel lähtuti:

35 Keskkonnaagentuuri tellitud aruandest „Eesti tuleviku kliimastenaariumid aastani 2100“,
36 millele tuginedes tulevikus keskmised õhutemperatuurid tõusevad, sademete kogused ja
37 tuulekiirused suurenevad, lumikatte kestus väheneb ning suureneb ekstreemsete
38 ilmastikutingimuste esinemisvõimalus.

1 Põllumajandusministeeriumi väljatöötatud raamdokumendist „Põllumajandussektoris
2 kliimamuutuste leevendamise ja kliimamuutustega kohanemise tegevuskava 2012–2020“,
3 kus oli esitatud olulisemad tegevusvaldkonnad kliimamuutuste leevendamisel ja
4 kliimamuutustega kohanemisel.

5 Alavaldkondlikes analüüsides lähtutakse kaasaegsest teaduskirjandusest. Kliima
6 muutumine mõjutab põllumajandustegevust vahetult ilmastikutingimuste kaudu peamiselt
7 taime kasvu ja arengut pärssivate või soodustavate mõjude kaudu. Kaudne mõju
8 agroökosüsteemidele puudutab nii loomadele kui taimedele vajalike toitainete olemasolu,
9 liikidevahelise ja liigisisese konkurentsi suhteid, muude kasulike ja kahjulike organismide
10 (herbivoorid/karnivoorid, parasiidid, haigustekitajad) esinemist kompleksis ning muutusi
11 elupaiga seisundis, sh loomakasvatushoonete konstruktsioon, tuulekaitse istandike või
12 rajatiste olemasolu, mulla viljakus jms.

13

14 **Mõjude analüüs**

15 Lisaks töö aluseks olevaile kliimastenaariumidele (Luhamaa *et al.*, 2015) hinnati mõjusid
16 põllumajandusele lähtuvalt Põllumajandusministeeriumi valitsemisala arengukavas
17 määratletud eesmärkidest:

- 18 • tagatud on Eestis toodetava ja tarbitava toidu ohutus ning tarbijate informeeritus;
- 19 • tagatud on loomade heaolu ja hea tervislik seisund ning taimetervise hea seisund;
- 20 • tagatud on põllumajanduslike tootmissisendite kvaliteet ja ohutus;
- 21 • tagatud on elujõuline toidutootmine;
- 22 • säilitatud on traditsioonilised põllumajandusmaastikud, puhas keskkond ning
23 liigiline mitmekesisus;
- 24 • tagatud on põllumajandusega seotud piirkondade tasakaalustatud areng ning
25 elukeskkond maal paraneb.

26

27 Tagajärgede iseloomu järgi jagati mõjud kategooriatesse, millele omistati ühtne tunnuscode
28 (tüübi nr, viitatud allpool tekstis (mõju 6.XX) ja tabelites **Tabel 28**, **Tabel 29** ja **Tabel 30**):

29 6.01 – Muutused kultuuride / sortide või liikide/tõugude valikus;

30 6.02 – Muutused saagi / toodangu koguses/kvantiteedis;

31 6.03 – Muutused saagi / toodangu kvaliteedis;

32 6.04 – Muutused toitainete (sh huumuse) / toidu varus;

33 6.05 – Muutused toitainete / toidu kättesaadavuses;

34 6.06 – Kasvuperioodi pikenemisest vm hajuvusest tingitud muutused, mis mõjutavad töö
35 organisatoorset korraldust / logistikat;

36 6.07 – Muutused loomade (inimese) elu, heaolu ja tervist / taimede tervist mõjutavas
37 seisundis;

38 6.08 – Täiendavaid majanduslikke (energeetilisi / rahalisi) sisendeid nõudvad muutused

39 6.09 – Muutused keskkonnaseisundis.

1 Mõjude analüüsi tekstis (allpool, ptk 6.4) on viidatud mõjude ülevaattetabelites (**Tabel 28**,
2 **Tabel 29** ja **Tabel 30**) esitatud mõjude kategooriatele ülaltoodud koodide kaudu (mõju
3 6.XX).

4 Majandusliku ja sotsiaalse mõju ning esinemise tõenäosuse hinnangute baasil leiti
5 kvalitatiivse analüüsi käigus riskiaste, millest lähtuvalt määratleti kliimafaktorite olulisus
6 põllumajanduses etteantud perioodidel. Põllumajanduse töörühma analüüs esitati
7 huvigrupile tutvumiseks ja kritiseerimiseks kahel seminaril: 27. aprillil Tallinnas ja 05. mail
8 Tartus. Põllumajandusettevõtjate arvamuse väljaselgitamiseks viidi läbi ankeetküsitlus
9 taime- ja loomakasvatuse mõjude kohta, milles uuriti sihtrühma hinnangut oluliste
10 ressurssidega varustatuse haavatavusele, ilmastiku mõjule oma põhitegevusele ja
11 individuaalsete kohanemismeetmete sobilikkusele.

12 **6.3. Alavaldkondlik hetkeolukorra analüüs**

13 **6.3.1. Taimekasvatus**

14 **Probleemid, võimalused ja ohud**

15 Kasvuperioodi pikkus on peamine näitaja, mis mõjutab kasvatatavate kultuuride valikut ja
16 kasvufaaside pikenemine suurendab erinevate kultuuride saagipotentsiaali (Carter, 1998).
17 Viimastel aastatel on Eestis taimede kasvuperioodid pikenenud: kevadised kliimaatilised
18 aastaajad on hakanud saabuma varem (külvata saab varem) ja sügisesed hiljem
19 (saagikoristus võib toimuda hiljem, kuigi hilisem saagikoristus võib olla raskendatud
20 liigniiskuse tõttu). Eesti Statistikaameti andmetel erinevate kultuuride keskmised saagid
21 Eestis on samuti oluliselt suurenenud alates 2004. a võrreldes 1980. aastatega.

22 2014. a moodustas Eestis kõige suurema osa põllukultuuridest teraviljakasvatus (332 900
23 ha ehk 55% kogu põllumaast), sellest suviteravilja kasvatati 230 000 hektaril (69% teravilja
24 all olevast maast) ja taliteravilja 103 000 hektaril (31%). Taliteraviljana kasvatati kõige
25 rohkem talinisu (81 000 ha) ja talirukist (15 400 ha), suviteraviljana suviotra (126 000 ha),
26 suvinisu (73 400 ha) ja kaera (27 300 ha). Rapsi hakati kasvatama laialdaselt
27 tootmispõldudel alates sajandivahetusest ning 2014. a kasvatati suvirapsi 45 000 ja talirapsi
28 35 000 hektaril.

29 Pikenenud kasvuperioodid on soodustanud viljavahelduseks külvikorda herne või põldoa
30 kaasamist. Kaunviljade kasvatamine 1980. aastatel ei olnud väga levinud. Nt 1980. a
31 kasvatati kaunvilja vaid 400 ha, kuid kaunviljade kasvatamine muutus olulisemaks 1996. a,
32 kui kaunviljade kasvupind laienes 5 800 hektarini. Hetkel on kaunviljade kasvupind
33 suurenenud ka nende tootjate arvel, kes on loobunud suvirapsi kasvatamisest ja külvikorda
34 kaasanud kaunvilja, kui väiksema riskiga kultuuri, mille kasvatamisega kaasneb ka
35 mullaviljakuse tõus.

36 Heitlik talveperiood mõjutab taliviljade talvitumist. Jäätumine ja sulamine vaheldumisi on
37 talvituvatele taimedele kõige kahjulikum. Põllule võib tekkida jääkoorik, sest külmunud
38 pind ei lase vett läbi ja moodustunud jääkihi all taimed lämbuvad. Pika sügise korral on
39 taliteravilja taimedel oht üle kasvada, mis suurendab lumiseene (talvituvaid kõrrelisi
40 kahjustav taimede seenhaigus, mida tekitavad *Fusarium*'i ja *Gibberella* perekonna liigid)
41 ohtu. Sellest tingituna on hakatud kasutama taliviljade hilisemat külvamist. Sagedamini on
42 hakanud esinema selline olukord, kus sulale maale tuleb paks lume kiht ning see suurendab
43 samuti lumiseene tekkeohtu.

1 Viimasel ajal suurenenud sademete hulk sügisel võib raskendada suviviljade saagikoristust,
2 kuid seda riski saab vähendada suviviljade varasema külviajaga kevadel, mida soodustab
3 ka öökülmariski vähenemine. Kuid samas on kevadel suurenenud oht, et esineb põud,
4 mis raskendab suviteraviljaseemnete idanemist ja kasvu, mis mõjutab lõppsaaki.

5 Muutunud ilmastikutingimused on loonud tingimused, et tootjad on hakanud taas
6 kasvatama rohkem maisi, mida kasvatatakse Eestis peamiselt siloks (Kärt, 2013). Eesti
7 Statistikaameti andmetel hakati maisi Eestis laialdaselt tootmispõldudel kasvatama alates
8 2004. a ja 2014. a oli maisi kasvupind 7 400 ha. Mais on soojanõudlik kultuur ja vajab
9 arenguks palju päevasooja. Sõltuvalt sordist ja kohalikust kliimast, on maisi kasvuperiood
10 70–210 päeva (Rüdelshheim ja Smets, 2012), Eestis 100–150 päeva (Tuubel, 2013).
11 Suhteliselt pika kasvuperioodi tõttu on väga oluline maisi külvata kevadel võimalikult vara
12 (mai esimesel poolel). Varajane külv soodustab ka tugevama ja võimsama juurestiku
13 arenemist, mis aitab taimedel põuaperioodid üle elada. Seega maisi kasvatamine on üks
14 võimalusi ilmastikuolude mõju minimeerida, sest üldiselt on mais põuakindel kultuur,
15 mistõttu ka põuasel suvel võib saada korraliku saagi. Seeme talub ka lühiajalisi
16 külmakraade. Mais väga oluline söödakultuur tingimustes, kus pikad põuaperioodid või
17 kevadised öökülmad võivad osa rohumaade niidetest olematuks muuta.

18 Ehkki Eestis on viimastel aastatel olnud päris head teraviljaaastad, siis vaatamata sellele on
19 Eurostat'i andmetel Eesti endiselt Euroopa Liidu üks madalama teraviljasaagikusega maa,
20 mida iseloomustab lisaks ka teraviljasaakide suur varieeruvus erinevatel aastatel (saagikuse
21 kõikumine on aastati ligi 30%). Saagi varieeruvuse erinevatel aastatel põhjustab tugev
22 ilmastiku mõju, mida ei suudeta elimineerida Eesti tootjate madala investeeeringuvõime
23 tõttu. Negatiivne huumusbilanss ja lisaks kuni 1990. aastateni kasutatud ebaõiged
24 mullaharimisvõtted halvendasid mulla hüdrofüüsikalist olukorda (muld tihenes, vähenes
25 struktuursus) ja sellega vähenes mulla puhverdusvõime vastu panna ebasoodsatele
26 ilmastikutingimustele. Madala keskmise saagitaseme põhjuseks on ka Eesti põldude ja
27 muldade väga erinev ja kõikuv viljakus, mille peamine näitaja on mulla huumussisaldus.
28 Huumust on Eestimaa põllumuldade huumushorisondis tavaliselt vaid 2–4% (Penu, 2006),
29 40–60% haritavast maast sisaldab huumust alla 2% (Järvan *et al.*, 1996). Mulla huumusvaru
30 on oluline mulla kvaliteedi näitaja, mängides olulist rolli taimetoitainete ringluses ja
31 parandades mulla füüsikalisi, keemilisi ja bioloogilisi omadusi ning ka põhjavee kvaliteeti
32 toimides filtrina, et vähem või rohkem kahjulikud ühendid ei sattuks põhjavette (Manna *et*
33 *al.*, 2007). Seega, et tagada suuremat ja erinevatel aastatel stabiilsemat saaki, on oluline
34 suurendada mulla huumusvaru (Lal, 2004). Mulla huumus koostises on 58% süsinikku
35 (Mann, 1986). Mulda mineva süsinikuallikaks on mulda minev orgaaniline aine nt.
36 taimejätmed jms., mille humifitseerunud laguproduktid moodustavad aja jooksul
37 huumuse. Kui muldamineva orgaaniline aine kogus on väiksem, kui mineraliseerunud
38 orgaanilise aine kogus, siis mulla huumusvaru väheneb. Orgaanilise aine lagunemise üheks
39 lõpp-produktiks on CO₂, seega võivad mullad olla nii CO₂ allikaks või ka sidujaks (Lal,
40 2004; Wilson ja Al-Kaisi, 2008). Et suurendada huumusvaru mullas, tuleb seda suurendada
41 mulda mineva orgaanilise aine kogust ja vähendada orgaanilise aine lagunemiskiirust
42 mullas (Lal, 2004). Orgaanilised väetised suurendavad mulla huumusvaru (Blair *et al.*,
43 2000). Mineraalsete väetiste mõju mulla huumusvarule võib olla erinev. On leitud, et
44 mineraalväetiste lisamine suurendab mulla huumusvaru (Gong *et al.*, 2009), sest need
45 suurendavad põllumajanduslikku saaki, millest tulenevalt suureneb ka mulda mineva
46 orgaanilise aine kogus taimejäänuste ja koristusjääkide näol (Liang *et al.*, 2012). Kuid on
47 leitud ka, et mineraalväetised ei avalda mingit mõju (Halvorson *et al.*, 2002) ja pigem isegi
48 vähendavad mulla huumusvaru, soodustades mulla orgaanilise aine mineralisatsiooni
49 (Sinsabugh *et al.*, 2002). Hinnanguliselt kasutatakse Eestis praegu keskmiselt 60 kg N ha⁻¹

1 aastas. Mullaviljakuse säilimise tagamiseks peaks sõnniku norm olema umbes 10 t ha⁻¹,
2 kuid Eestis on viimasel kümnendil kasutus umbes 3 t ha⁻¹. On teada, et intensiivse
3 mullaharimise käigus mulla huumusvaru väheneb (Blair *et al.*, 2000), kuid rakendades
4 sobivaid agrotehnilisi võtteid (külvikord, väetised sh mineraalsed ja orgaanilised väetised),
5 on võimalik mulla huumusvaru vähenemist vältida ja isegi suurendada (Paustian *et al.*,
6 2007). Viimastel aastatel kasutusele võetud mullaharimisvõtted on üha enam
7 mullasõbralikumad. Harimisvõtetest kõige rohkem huumusvaru vähenemist soodustav on
8 künnipõhine harimine, mida Eesti Statistikaameti 2010. a andmetel rakendati 73% põldudel.
9 Huumusvaru mitte vähenemist soodustavad pindmine ehk minimeeritud harimine ja
10 mitteharimine ehk otsekülv (külvatav seeme asetatakse ilma eelneva kultiveerimiseta otse
11 eelmise aasta saagi kõrde), mida Eesti põldudes rakendati vastavalt 18 ja 9%. Minimeeritud
12 harimine ja otsekülv parandavad ka taliteraviljade talvitumistingimusi ja ärakülmumise oht
13 väheneb, sest põldukattev tüü hoiab lund paremini kinni, kuid nende võtete kasutamine
14 suurendab umbrohtumist ja sellest tingitud saagikuse vähenemist (Hole *et al.*, 2005).

15 Seoses pehmemate talvedega esineb olukordi, kus maapind ei ole külmunud ning
16 suurenenud sademete kogused suurendavad võimalust, et nii mullas sisalduvate kui ka
17 väetistega sinna viidud ja taimede poolt omastamata jäänud toitained leostuvad
18 mullaprofiilis sügavale ja võivad sattuda põhjavette. Leostumist soodustab ka see, et Eestis
19 on valdavalt tegu läbiuhtumise tüüpi veerežiimiga (sademete kogus ületab aurumise), kus
20 sademetevee mullast läbinõrgumine ehk filtratsioon põhjustab leostumist. Üldiselt
21 toitainete leostumine vegetatsiooniperioodil ei ole probleemiks, kuid lämmastiku
22 leostumine väljaspool vegetatsiooniperioodi suureneb koos väetisega antud
23 lämmastikunormiga (Raave jt, 2011). On leitud ka, et vedelsõnniku või tahesõnniku
24 kasutamine sügisel suurendab lämmastiku leostumise riski talveperioodi jooksul (Smith *et*
25 *al.*, 2002). Toitainete leostumise riski vältimiseks on hakatud kasvatama külvikorras
26 taliteravilju ja vahekultuure, mis lisaks leostumise vältimiseks suurendavad ka mulla
27 huumusvaru.

28

29 **Mineviku ilmastikunähtuste mõju taimekasvatusele**

30 Keskkonnaagentuuri 2014. a tellitud uuringus analüüsiti Põllumajandusuuringute Keskuse
31 poolt kogutud seire andmeid. Selgus, et Eesti põllumuldade huumusvaru on vähenemise
32 tendentsiga ning kuna ka Eesti keskmine temperatuur on viimastel aastakümnetel tõusnud,
33 siis võib kliimamuutusi pidada üheks huumusvaru vähenemise põhjusteks ning see seletab
34 ka saagikuse suurt varieerumist erinevatel aastatel ja üleüldist madalat saagikust.

35 2014. a kartulisaak oli suhteliselt madal võrreldes eelnevate aastatega (Eesti Statistikaamet).
36 Sel aastal oli ilm muutlik, mistõttu ka kartulikasvuks kohati ebasoodne. Maikuu algas
37 sajuselt ja jahedalt, muld soojenes väga aeglaselt. Kuu teine pool oli südasuviselt soe, kuid
38 sademeid jagus üle Eesti väga ebaühtlaselt. Suvesoojaga alanud juunikuu alguses ei
39 jätkunud taimedele enam mullaniiskust. Juuni teine pool ja eriti lõpp olid jahedad ja
40 vihmased. Oluliselt kiirendas kartuli valmimist juulikuu kolmanda dekaadi pöud. Kiiremast
41 valmimisest tingituna jäi kartuli saak madalaks.

42 Põllumajandussektori 2013. a I poolaasta ülevaatest selgus, et lisaks 2012. a vihmasele
43 sügisesele külvi perioodile oli ka 2012/2013 talv Eestis taliviljadele ebasoodne. Talv oli
44 ebaharilikult pikk ning maapind polnud korralikult külmunud, mis tähendab, et taimed said
45 hingata ning kurnasid end selle pika perioodi jooksul ära. Lumi püsis maas aprilli
46 keskpaigani ning taliviljad ei pidanud vastu ja hukkusid.

1 2009. a taliviljade saagikust mõjutasid sügisene külmalaine, talvine paks lumikate ja selle
2 sulamisest tekkinud liigniiskus, mis kõik kokku hävitasid osa taliteraviljadest. 2010. a
3 kuuma suve tõttu jäi nii tali, kui suviviljadel liiga kiire valmimise tõttu tera peeneks ja
4 saagikus väikseks (Eesti teraviljaturg saagiaastal 2009/2010).

5

6 **6.3.2. Loomakasvatus, sh vesiviljelus ja mesindus**

7 **Probleemid, võimalused ja ohud**

8 Lähtuvalt projektis „Eesti tuleviku kliima stsenaariumid aastani 2100“ prognoositule
9 (Luhamaa *et al.*, 2015) muudavad keskmise temperatuuri tõus, lühemas perspektiivis
10 sademete hulga suurenemine ning lumikatte vähenemine tingimused traditsiooniliste
11 loomakasvatusharudega (veisekasvatus, eriti piima tootmine, seakasvatus) tegelemiseks
12 soodsamaks. Juhul, kui pikemas perspektiivis sademete (niiskuse) hulk väheneb, võib see
13 tingimusi loomakasvatussaaduste tootmiseks halvendada, kuna odava, (rohu)sööda
14 tootmine võib osutuda raskendatuks.

15 Negatiivset mõju võib oodata olemasolevate kahjurite, haiguste ja umbrohtude leviku ja
16 intensiivsuse tõenäolisest kasvust, mille põhjuseks on kõrgem temperatuur ja suurem
17 niiskus. Keskmise temperatuuri tõus loob eeldused loomakasvatusega seotud saasteainete
18 emissiooni suurenemiseks (ammoniaak, metaan, väävelvesinik, lämmastikoksiidid)
19 kõikidel sõnnikukäitluse etappidel (loomapidamishoone, sõnnikuhoidla, sõnniku
20 laotamine).

21 Keskmise temperatuuri tõus ja püsiva lumikatte kahanemine pikendab
22 vegetatsiooniperioodi. Oodatavad kliimamuutused mõjutavad saagi suurust ja muutlikkust
23 ning pikas plaanis võib mitmesuguste põllukultuuride kasvatamine nihkuda
24 põhjapoolsematele laiuskraadidele. Pikemast vegetatsiooniperioodist tulenevalt pikeneb
25 väetiste sh orgaaniliste (loomasõnnik) kasutamise aeg. Prognoositav on sõnnikuhoidlate
26 mahu vähenemine, kuna lüheneb periood, millal väetiste kasutamine on kliimaatilistest
27 tingimustest tulenevalt keelatud (Veeseadus). Kalakasvatust võib kliimamuutuste tagajärjel
28 mõjutada veekogude eutrofeerumine ja ohtlike vetikate vohamine (European Commission,
29 2007).

30 Elektrikatkestuse korral peatuvad kalakasvatustes pumbad ja hapniku-aeraatorid, mille
31 tulemusel hakkab hapnik vees kiiresti vähenema. Pikema katkestuse korral hakkavad kalad
32 hukkuma. Soojad suved võivad tekitada kalafarmides veevarustuse häireid,
33 tootmisseisakuid, kalade väärarenguid ja kvaliteedi langust. Forellid hakkavad surema kui
34 vee temperatuur tõuseb üle 24 kraadi.

35 Hiljutised uuringud on näidanud, et õhutemperatuuri tõusuga lüheneb meemesilaste haudme
36 areng, mis omakorda mõjutab positiivselt pere arengut ja talvitumise edukust (Hatjina *et al.*,
37 2014). Samas kaasneb kliima soojenemisega vastuoluline mõju nii taime õite arvule, nektari
38 ja õietolmu produktsioonile. Taimeliigid, mis vajavad õitsemiseks kõrgemat temperatuuri,
39 hakkavad tootma rohkem õisi, nektarit ja õietolmu, vastupidiselt liikidele, mis kannatavad
40 kuuma stressi all. Temperatuuri tõusust tingitud taimede nektariproduktsiooni langus või
41 tõus toob kaasa muutused meemesilaste toiduresursis ja ka meetoodangus (Scaven ja
42 Rafferty, 2013).

43 Sisetingimustes peetavad loomad (sead, linnud, piimaveised) mõjutavad tormi põhjustatud
44 elektrikatkestused. Kliimamuutuste tagajärjel tekib rohkem tormidest põhjustatud
45 elektrikatkestusi. Probleemide ärahoidmiseks on vajalik lokaalse elektrigeneraatori

1 olemasolu. Loomakasvatajad ei pruugi leia piisavalt vahendeid generaatori soetamiseks.
2 Tormitundlikes piirkondades on vajalik õhuliini asemele rajada maakaabel.

3 Temperatuuri tõus, eriti talvel ja kevadel, soodustab soojustamata farmihoonete ehitust.

4

5 **Mineviku ilmastikunähtuste mõju alavaldkonnale**

6 Tormide põhjustatud elektrikatkestused on peatanud (ventilatsiooni-, lüpsi-, söötmis- jt)
7 seadmete töö, mille tagajärjel on loomad kannatanud või hukkunud (Jampo sigalas tormist
8 tingitud volukatkestuse ja ventilatsioonisüsteemi seiskumise tõttu lämbus ca 400
9 nuumsiga).

10 Saartel, laidudel ja rannikualadel peetavad loomad on kannatanud üleujutuste tõttu (2005.
11 aasta jaanuaritormiga kaasnenud üleujutuses uppusid lambad). Soojad suved võivad
12 tekitada kalafarmides tootmisseisakuid, kalade väärarenguid ja kvaliteedi langust. Forellid
13 hakkavad surema kui vee temperatuur tõuseb üle 24 kraadi. Karilatsi ja Härjanurme
14 forellikasvandustes hukkusid kalad 2010. a kuumal suvel, samuti hukkus palju vähke.

15 Eestis on kokku umbes 40 000 mesilasperet, kellest igal aastal hukkub 25–30%. Hukkumise
16 põhjuseid on mitmeid sh kliimamuutused, mis toovad kaasa pikenenud põuaperioodid ja
17 neile järgnevad tugevad vihmaperioodid. Eestis selleteemalised uuringud puuduvad,
18 Euroopas on andmeid kogutud projekti „Food and Agriculture COST FA0803 Prevention
19 of honeybee Colony Losses (COLOSS)” raames 2008 – 2011 a (COST, 2011).

20

21 **6.3.3. Taimekaitse ja veterinaaria**

22 **Probleemid, võimalused ja ohud**

23 Kuna looduslikud ökosüsteemid reageerivad temperatuuri ja sademete hulga muutustele,
24 võib eeldada paljude putukaliikide levikuala muutumist või laienemist ja avalduda võivad
25 uued patogeene ja kahjurite kompleksid. Mahedamad talved soodustavad mitmete
26 külmaõrnade putukaliikide ellujäämist (Bale *et al.*, 2002). Liikide kohastumus atmosfääri
27 kõrge CO₂ sisaldusele on erinev: kui taimede vegetatiivse kasvu vohamine toob kaasa
28 lämmastikusisalduse vähenemise, siis herbivooride toidutarbimine üldiselt kasvab, kuigi
29 see ei pruugi täielikult kompenseerida toidu halvemat kvaliteeti (Cannon, 1998).
30 Kliimamuutused võivad suurendada nematoodide põhjustatud majanduslikku kahju:
31 kõrgemad mullatemperatuurid kiirendavad taimeparasiitsete nematoodide arengut, mille
32 tagajärjel tõuseb nende arvukus ja suurenevad peremeestaimede kahjustused.

33 Parasvõetmes võib kliima soojenemine oluliselt mõjutada putukkahjurite talvist ellujäämist.
34 Põhjamaades võivad eriliselt tähtsaks osutada muutused kahjurite kasvu- ja paljunemise
35 fenoloogias (Fuhrer, 2003). Arvatakse, et soojematelt aladelt sisserändavad kahjurid
36 kohastuvad kliima soojenemisega taimedest kiiremini, mistõttu võivad hõivata uusi
37 elupaiku ja koloniseerida uusi kultuure (Cannon, 1998). Levila suurenemine ja servaepekti
38 kadumine võib kaasa tuua uusi liike, kes siin asuksid oma levila põhjapiiril. Uute
39 taimekahjustajate kohastumispotentsiaali suurendab nende peremeestaimede (vajadusel ka
40 siirutajate ja obligatoorse vaheperemehe) ohtrus ellujäämiseks, paljunemiseks ja levikuks
41 sobivate keskkonnatingimuste olemasolu ning nende arvukust mahasurvate abiootiliste
42 (nt. ebasobiv mullastik, saaste, topograafia vms) või biotiliste tegurite (konkurents,
43 looduslikud vaenlased) puudumine (OEPP/EPPO, 1997).

1 Taimede lopsakam lehestik võib pakkuda taimetoidulistele putukatele täiendavat kaitset
2 ning muudatused taimede fenofaasides võivad põhjustada ka herbivooride elutsükli
3 muutumist, mis võib vähendada nende kättesaadavust röövtoidulistele ja parasiitputukatele
4 (Thomson *et al.*, 2010). Soojenemine loob C₃-tüüpi kultuurtaimede ees eelised C₄
5 funktsionaalset tüüpi umbrohtudele (Fuhrer, 2003). Taimahaiguste leviku võtmeküsimus on
6 patogeenide dispersioon. Äärmuslikud ilmastikunähtused, nagu tugevad tormituuled,
7 võivad soodustada taimahaiguste puhangute tekkimist, nt. roosteseente kauglevi
8 (Rosenzweig *et al.*, 2001; Schneider *et al.*, 2005).

9 Kliima soojenemise valguses eeldatakse, et levivad järjest enam ka põllumajandusloomi
10 ning selle kaudu ka otseselt või kaudselt inimesi ohustavad esilekerkivad patogeenid ning
11 potentsiaalsed nakkushaiguste lülijalgsetest siirutajate liigid. Üha sagedamini
12 tuvastataksegi seni soojema kliimaga seostatud infektsioone ning siirutajaliike
13 piirkondadest, kus neid varem polnud.

14 Viimastel aastakümnetel on täheldatud nt muutusi puukide geograafilistes elupaikades ning
15 esinemissageduses. Samuti on näidatud, et puukborrelioosi haigestumise esinemissagedus
16 muutub kevadisel ajal järjest varasemaks ja sügisel hilisemaks. Põhjustavaid tegureid on
17 lisaks kliimamuutustele veel, nt muutused maastikukattes ning maakasutamises ja inimese
18 tegevuse tulemusena põhjustatud keskkonnamuudatused (WHO, 2014). Puugid on
19 võimalikuks vahendajad ka Eestis väheuuritud Q-palaviku nakkusele (bakteri *Coxiella*
20 *burnetii* poolt põhjustatav nakkus), mis on nii mäletsejaliste kui ka inimeste patoogen.

21 Praegu puudub paraku Eestis ajakohane teave mõnede potentsiaalsete putuksiirutajate
22 kooslustest (nt pistesääsklased) ning nendega levivate haigustekitajate esinemisest (nt
23 dirofilariad). Eesti pistesääsklaste põhjalikuma uurimisega tegeles viimati Prof. H. Remm
24 1950. aastatel, seega puuduvad andmed liigilistest muutustest viimase poole sajandi
25 jooksul.

26 Säaskeedega levivatest nakkushaigustest on praegu Eestis tõendatud tulareemia. Selle
27 nakkushaiguse teadaolevad looduskolded asuvad Põhja-Eestis, sealhulgas Pakri ja Prangli
28 saartel. Varem on malaaria olnud Eestis kohalik haigus, kuid selle haiguse järjepidev
29 epideemiaprotsess lõppes 1949. a (Jõgiste jt, 2005). Uute infektsioonidena, mis puudutavad
30 just põllumajandusmäletsejalisi on sisse toodud Schmallerbergi viirus ja sinikeeltõve
31 viirus, mille vektoriteks on ka Eestis levinud habesääsed.

32

33 **Mineviku ilmastikunähtuste mõju taimekaitse ja veterinaaria alavaldkondadele**

34 Kliimamuutused võivad mõjutada paljude haiguste ja terviseprobleemide epidemioloogiat.
35 Seoses kliimamuutustega ja viiruse kohastumisega on Kesk- ja Põhja-Euroopasse jõudnud
36 seni Vahemere regionis levinud lammaste katarraalne palavik (*bluetongue*). Eelmise aasta
37 alguses leidis kinnitust ka teise mäletsejaliste haigusetkitaja, Schmallerbergi viiruse,
38 esinemine Eestis, lambakarjas Hiiumaal ja Võrumaal. Eestis seda haigust veel diagnoositud
39 ei ole. Tegu on viiruslike taudidega, mida kannavad edasi habesääsed *Culicoides*
40 perekonnast (algelt ainult *Culicoides imicola*), seega on haiguse levik seotud ökoloogiliste
41 tingimustega (tugevad vihmajärged, temperatuur, niiskus ja pinnase iseärasused). Eelmise
42 kümnendi lõpul algas loomataudi kiire levik lisaks Vahemere äärsetele riikidele ka
43 Prantsusmaal ja Saksamaal ja seda levitasid nüüd ka muud sääseliigid. Kõige lähemal
44 Eestile on seda leitud Rootsis. Seoses aktiivsete tõrjemeetmetega, sh
45 vaksineerimisprogrammidega, oli aastaks 2011 suurem osa neist riikidest sellest taudist
46 vabanemas, kuid taudioht on endiselt olemas.

1 Mitmed uuringud on tõestanud peamiselt lehetäide ja liblikaliikide näitel, et kõrgematel
2 temperatuuridel suudavad putukad varem saavutada minimaalset lendamiseks vajalikku
3 temperatuuri, mis soodustab nende dispersiooni (Woiwod ja Harrington, 1994; Fleming ja
4 Tatchell, 1995; Zhou *et al.*, 1995). Samuti on leidnud kinnitust, et putukate areaali
5 laienemine põhjapoole korreleerub temperatuuri tõusuga (Logan ja Powell, 2001;
6 Parmesan, 2006). Eestis on ilmekas kohanemise näide kartulimardikast (*Leptinotarsa*
7 *decemlineata*), kes oli varasemalt karantiinne kahjur. Eestis leiti ta esmakordselt 1965. a
8 Pärnumaal. Alates 1970. a oli kartulimardika levik Eestis massiline. Esimeste sisserändajate
9 külmataluvuse katsete tulemused lubasid oletada, et liik Eestis ei kohastu, kuid juba 2002.
10 a olid tekkinud talvituvad populatsioonid (Hiiesaar jt, 2006).

11 On katseliselt tõestatud, et varem lumikatte alt vabanenud taimed kannatavad ootuspäraselt
12 üldiselt tugevama kahjustuse all, mida põhjustas suurem arv kahjustajaid. Siiski esines
13 üksikuid patogeeni- ja herbivooriliike, mis vohasid pigem jahedamas või hiljem lume alt
14 välja sulanud katselappidel. (Roy *et al.*, 2004).

15

16 Ülevaade meetmetest, mis aitavad kaasa kliimamuutustega kohanemisele 17 põllumajanduses

18 Kliimamuutuste mõjuga (sh teisenenud veerežiimi, uute kultuuride ja mulla viljakuse
19 vähenemisega) kohanemisele aitavad kaasa käibel olevate viljelustehnoloogiate
20 muutumine, sh haljasväetiste kasutamine, taimejäänuste sissekündmine jne. Rakendatud on
21 keskkonnameetmeid, mis hõlmavad nii regulatiivseid meetmeid kui ka toetusmeetmeid.
22 Põllumajandussektoris on välja töötatud kliimamuutuste leevendamise ja kliimamuutustega
23 kohanemise tegevuskava 2012–2020.

24 **MAK 2007–2013** teises teljes sisalduvatest toetusmeetmetest seostuvad kliimamuutustega
25 järgmised meetmed:

- 26 • Meede 2.2 – Natura 2000 toetus põllumajandusmaale
- 27 • Alameede 2.3.1 – Keskkonnasõbralik majandamine
- 28 • Alameede 2.3.2 – Mahepõllumajandusliku tootmise toetus
- 29 • Meede 2.7 – Natura 2000 toetus erametsamaale

30 Alates 2015. aastast on ühtset pindalatoetust taotlede kohustuslik täita kliimat ja keskkonda
31 säästvaid põllumajandustavasid. Rohestamise nõudeid, mida taotlejad peavad järgima, on
32 kolm: mitme kultuuri kasvatamine, püsirohumaat säilitamine ja ökoloogilise
33 kasutuseesmärgiga alade loomine.

34 MAK 2014–2020 raames on kliimamuutuste leevendamise ja nendega kohanemise vajadust
35 silmas peetud erinevate meetmete väljatöötamisel. Otseselt või kaudselt panustavad sellesse
36 enamus keskkonna- ja investeeringutoetusi, samuti erinevad keskkonnavalase teadlikkuse
37 suurendamise tegevused.

38 **MAK 2014–2020** meetmete loetelus seostuvad kliimamuutustega vahetumalt järgmised
39 meetmed:

- 40 • M10 – Põllumajanduse keskkonna- ja kliimameede,
- 41 • M11 – Mahepõllumajandus,
- 42 • M12 – Natura 2000 ja veepoliitika raamdirektiivi kohased toetused.

1 Põllumajanduse keskkonna- ja kliimameetme alla kuuluvad Põllumajanduslik
2 keskkonnatoetuse (PKT) põhitoetus ehk Keskkonnasõbraliku majandamise toetus (KSM),
3 PKT lisatoetused, mida on võimalik taotleda üksnes koos KSM toetusega: 1) piirkondlik
4 mullakaitse toetus; 2) keskkonnasõbraliku aianduse avamaa köögivilja, ravim- ja
5 maitsetaimede kasvatamise toetus ning maasikakasvatuse toetus; 3) piirkondlik veekaitse
6 toetus ja PKT eritoetused: 1) keskkonnasõbraliku aianduse puuvilja- ja marjakasvatuse
7 toetus; 2) poolloodusliku koosluse hooldamise toetus; 3) ohustatud tõugu looma pidamise
8 toetus; 4) kohalikku sorti taimede kasvatamise toetus.

9 **Maaelu ja põllumajandusturu korraldamise seaduse** alusel ja korras võib riik
10 Põllumajandusministeeriumi või PRIA kaudu anda riigiabina järgmisi toetusi:
11 turuarendustoetus, teavitustoetus, põllumajandusloomade aretustoetus, looduskahjutoetus,
12 põllumajanduskindlustustoetus, põllumajandustootja asendamise toetus, ohtliku
13 taimekahjustaja tõrjeabinõude rakendamise toetus, hukkunud põllumajandusloomade
14 korjaste kõrvaldamise ja nende jäätmekäitlusettevõttes hävitamise toetus ja ühise
15 majandustegevuse toetus.

16 **Põllumajanduskindlustustoetuse** eesmärgiks on võimaldada põllumajandustootjal
17 maandada looduslikest teguritest ja looma- ja taimehaigustest ning kahjurite levikust
18 tulenevaid riske. 2004. a looduskahju toetust said taotleda põllumajandustootjad kelle
19 marja-, puuvilja-, kartuli-, või köögiviljakasvatuses tekkis 2004. aastal ebasoodsatest
20 ilmastikutingimustest tingitud otsene looduskahju ning põllumajanduskultuuri hävimise või
21 kahjustamise tõttu vähenes saagikus enam kui 30% võrra võrreldes kolme eelneva aasta
22 keskmise toodanguga. Toetust maksti 112 taotlejale. Enamik kahjust oli põhjustatud
23 liigsademete tõttu tekkinud üleujutustest (69,8%), suuremat kahju põhjustasid veel
24 ähedalasuvate veekogude tulvavete põhjustatud üleujutused (17,8%) (PRIA, 2006).

25 Pestitsiidide majandamise sihtvaldkonna puhul on Põllumajandusministeeriumi
26 strateegiadokumentides välja toodud jätkuv vajadus põllumajanduslike veekaitsemeetmete
27 järele: sõnnikuhoidlate kordategemine, hajureostuse ohjamine ja mahepõllumajandusliku
28 tootmise toetamise jätkamine. Mulla majandamise parandamise sihtvaldkonnas
29 programmeeritakse põllumajandusliku keskkonnatoetuse alameede „Piirkondlik
30 mullakaitse toetus“.

31 Toitainete leostumise riski vältimiseks näeb Veeseadus (1994) ette, et nt lämmastikväetiste
32 puhul üle 100 kilogrammi hektarile peab väetist andma jaotatult. See võte vähendab
33 lämmastiku väljaleostumise- ning teraviljade lamandumisohtu ja suurendab terade
34 valgusisaldust. Eestis on sõnnikuga lubatud anda ühe hektari haritava maa kohta 170 kg
35 lämmastikku. Vedelsõnniku laotamine on keelatud ajavahemikus 1. detsember kuni 31.
36 märts ning muul ajal, kui maapind on kaetud lumega, külmunud või perioodiliselt
37 üleujutatud (Veeseadus, 1994). Leostumise riski oli arvestatud ka Maaelu arengukava 2014-
38 2020 sihtvaldkonnas 4C – Mullaerosiooni tõkestamine ja mulla majandamise parandamine.
39 Et olla toetuskõlblik, näeb KSM toetus ette, et vähemalt 30 % kogu ettevõtte KSM toetuse
40 toetusõiguslikust maast peab olema iga kohustuseaasta 1. novembrist kuni 31. märtsini
41 toitainete leostumise vältimiseks põllumajanduskultuurist koosneva talvise taimkatte all.
42 Antud alameetme eesmärk on säilitada mulla viljakust (toitainete ja elurikkuse) ja
43 soodustada keskkonnasõbralike majandamisviiside kasutuselevõttu ja jätkuvat kasutamist
44 põllumajanduses, et kaitsta ja suurendada bioloogilist ja maastikulist mitmekesisust ning
45 kaitsta mulla- ja veeseisundit; laiendada keskkonnasõbralikku planeerimist
46 põllumajanduses ja tõsta põllumajandustootjate keskkonnateadlikkust. Taotleja peab
47 järgima viljavahelduse nõuet, mille kohaselt ei tohi kogu ettevõtte KSM toetusõiguslikul
48 maal kasvatada samal põllul teravilja kauem kui kolmel järjestikusel aastal ning sama liiki
49 põllu-, rühvel- või köögiviljakultuuri kauem kui kahel järjestikusel aastal. Mullaviljakuse

1 muutuse jälgimiseks KSM nõuded näevad ette, et kõik tootjad peavad üks kord 5-aastase
2 kohustuseperioodi jooksul võtma mulla- ja sõnnikuproove. Teine oluline meede, mis toetab
3 mullaviljakuse ja veekvaliteedi säilitamist ja parandamist on mahepõllumajandusliku
4 tootmise (MAHE) toetus (Mahepõllumajandusliku tootmise toetuse saamise nõuded...,
5 2010), mille eesmärgiks on bioloogilise ja maastikulise mitmekesisuse ning mullaviljakuse
6 ja veekvaliteedi säilitamine ja parandamine ning mahepõllumajanduse arengu toetamine.
7 Toetus peab aitama kaasa mahetoodangu mahu ja mahepõllumajanduse konkurentsivõime
8 suurendamisele. 2014.aasta alguse seisuga oli mahepõllumajandusliku maa pindala 131 610
9 ha ning ajavahemikul 2007–2013 moodustasid MAHE alusest pinnast peaaegu poole (45–
10 51%) püsirohumaad. Eestis on püsirohumaad kogupindala oli 197 600 ha. Rohumaade tõttu
11 on mullaharimine aga enamikul toetusealusest pinnast suhteliselt ekstensiivne. See annab
12 võimaluse mulla struktuuri paranemiseks ja orgaanilise aine sisalduse säilimiseks või
13 suurenemiseks. Põllumajandusuuringute Keskus uuringute tulemused kinnitavad, et meede
14 soodustab mahepõllumajanduse terviklikku arengut ning keskkonna üldine seisund peaks
15 säilima või paranema mitmete näitajate osas. Rohkem tähelepanu tuleb pöörata
16 mullaviljakuse säilitamisele, kuna taimetoiteelementide bilanss maheettevõtete
17 põllumuldades on tihti negatiivne, sest paljud mahetootjad ei väeta oma põlde orgaaniliste
18 või looduslikku päritolu mineraalseid P ja K sisaldavate väetiste vähesuse või puudumise
19 tõttu. Liblikõieliste või kõrreliste heintaimede suur osakaal toetusalusel maal võimaldab
20 säilitada ja parandada mulla orgaanilise aine sisaldust, mulla struktuuri ja elurikkust ning
21 oluliselt takistada erosiooni.

22 **Loomakaitseadusest** tulenevalt peab sundventilatsiooniga loomalautades õhuvahetuse
23 tagamiseks olema tagavara- ja alarmsüsteem.

24 **Loomatauditõrje** seadus sätestab loomatauditõrje meetmed ja reguleerib nende
25 rakendamist, samuti loomataudist põhjustatud kahjude hüvitamist. Meetmete eesmärgiks on
26 ära hoida ja likvideerida loomade nakkushaigusi ning kaitsta inimest loomadega ühiste ja
27 loomade kaudu levivate haiguste eest. Erinevate loomataudide seiret korraldab Veterinaar-
28 ja Toiduamet. Eestis rakendatakse muu hulgas nt lammaste katarraalse palaviku tõrjeks
29 seiremeetmeid, mille käigus kogutakse püünistega putukaproove, et neid uurida nii
30 entomoloogiliselt kui virooloogiliselt ja jätkatakse veise-, lamba- ja kitsekarjade seiret.

31 **Taimekaitseadus** kehtestab ohtlike taimekahjustajate sisseveo ja leviku vältimiseks
32 kooskõlas Euroopa Ühenduse taimetervise direktiiviga (Dir 2000/29/EÜ) rida nõudeid,
33 millele sisseveetavad ja turustatavad taimed, taimsed saadused ja muud taimsed materjalid
34 peavad vastama. Taimetervise kontrolli teostab Põllumajandusamet.

35 Kliimamuutustega kaasnevate kahjustajate negatiivseid mõjusid vähendab kliimaatiliste
36 tegurite mõju uurimine patogeenidele ja kahjuritele, kahjustajapopulatsioonide seisundi
37 seire, taimekaitse süsteemide väljatöötamisel võimalike kliimastenaariumitega arvestamine
38 ja võimalike levikuteede tuvastamine.

39

40 **6.4. Kliimamuutustega seonduvad riskid, haavatavus ja mõjud**

41 Üldisemalt on põllumajanduses olulisimad kliimafaktorid:

- 42 • temperatuur
- 43 • sademed

- 1 • ekstreemsed ilmastikunähtused
- 2 • veerežiim
- 3 • tuul
- 4 • atmosfäärisaaste
- 5 • kiirgusrežiim

6 Analüüsi käigus ilmnes, et kliimafaktoritest kõige enam mõjutab Eesti põllumajandust
 7 temperatuuri muutumine (**Tabel 26**). Suur negatiivne risk kaasnes nelja kliimafaktoriga:
 8 temperatuuri, atmosfäärisaaste, ekstreemsete ilmastikunähtuste ja sademete režiimi
 9 muutustega. Positiivsetest mõjudest on samuti enamik sõltuvuses temperatuuri tõusust,
 10 kuigi lisaks sademete hulgale võivad ka atmosfäärisaaste (täpsemalt CO₂ kontsentratsiooni
 11 tõus, mis mõjutab taimefüsioloogiat), ekstreemsed ilmastikunähtused (põuane
 12 kevadperiood, mis on ebasoodne verdimevate putukate paljunemiseks ja arenguks) ning
 13 kiirgusrežiimi muutused (UV-kiirguse vähenemine, mis tõstab mikroobsete pestitsiidide
 14 tõhusust) luua põllumajandustootmise jaoks mõningaid soodsaid aspekte.

15

16 **Tabel 26.** Prognoositavate **kliimamuutuste mõju** kvalitatiivse analüüsi kokkuvõte Eesti **põllumajanduses** kuni aastani
 17 2100: **mõjude jaotus riskide ja võimaluste tasemete lõikes.**

Kliimafaktor	Negatiivse suunaga mõjud				Positiivse suunaga mõjud				Teadmata/ebamäärase suunaga mõjud			
	Suur risk	Keskmine risk	Väike risk	Kokku	Suur võimalus	Keskmine võimalus	Väike võimalus	Kokku	Suur risk	Keskmine risk	Väike risk	Kokku
Temperatuur	9	17	8	34	4	6	3	13		3	5	8
Sademed	1	4	3	8		1	1	2				
Ekstreemsed ilmastikunähtused	4	9	3	16			1	1				
Veerežiim			1	1						1		1
Tuul		2		2								
Atmosfäärisaaste	5	1	6	12		1	4	5		1	4	5
Kiirgusrežiim			1	1		1		1				
Muu			1	1						2		2

18

19

20 Alavaldkondadest ohustab kõige enam kliimafaktoritest tulenevaid mõjusid taimekasvatust
 21 (**Tabel 27**), kuigi need mõjud on enamasti keskmise või väikese riskiastmega. Kõige
 22 tõsisemad kliimamuutuste tagajärjed avalduvad loomakasvatuse alavaldkonnas, kus
 23 temperatuuri tõus võib kaasa tuua suure riskiastme kuue negatiivse suunaga tagajärje puhul.
 24 Taimekaitse- ja veterinaaria alavaldkonnas tuvastati selliselt kolm mõju.

25

26

1 **Tabel 27.** Prognoositavate **kliimamuutuste mõju** kvalitatiivse analüüsi kokkuvõte Eesti **põllumajanduses** kuni aastani
 2 2100: **mõjude jaotus alavaldkondade lõikes.**

Kliimafaktor	Negatiivse suunaga mõjud				Positiivse suunaga mõjud				Teadmata/ebamäärase suunaga mõjud			
	Taimikasvatus	Loomakasvatus	Taimekaitse/ veterinaaria	Kokku	Taimikasvatus	Loomakasvatus	Taimekaitse/ veterinaaria	Kokku	Taimikasvatus	Loomakasvatus	Taimekaitse/ veterinaaria	Kokku
Temperatuur	14	9	11	34	5	7	1	13	7	1		8
Sademed	6	1	1	8	1	1		2				
Ekstreemsed ilmastikunähtused	9	6	1	16		1		1				
Veerežiim	2			2						1		1
Tuul			2	2								
Atmosfäärisaaste	5	4	3	12	3		2	5	4		1	5
Kiirgusrežiim			1	1			1	1				
Muu		1		1					1		1	2

3

4

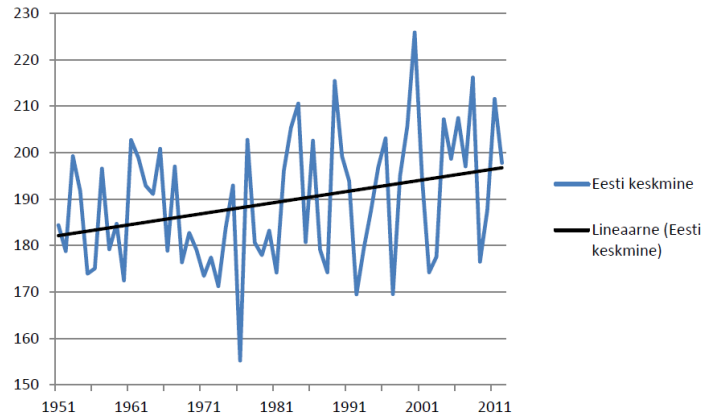
5 **6.4.1. Alavaldkond: taimekasvatus**

6 **6.4.1.1.Riskid ja haavatavus**

7 Kliimamuutustel võib olla taimekasvatusele positiivsed, negatiivsed ja teadmata,
 8 ebamäärase või vastuolulise suunaga neutraalseid mõjusid. Taimekasvatuse alavaldkonnas
 9 osutusid olulisimateks kliimarisikidemuuksusteks aasta keskmine temperatuuri tõus,
 10 sademete koguse suurenemine, lumikattega päevade arvu vähenemine, päevaste ja öiste
 11 ekstreemtemperatuuride muutus, üle 30 mm ööpäevas sademete esinemise kasv ja
 12 äärmuslike kliimasündmuste esinemise sagenemine. Äärmuslikud kliimasündmused võivad
 13 põhjustada kogu saagi ikaldumise keskmiselt ühel korral kümne aasta jooksul nagu näiteks
 14 on juhtunud Soomes alates 1960. a (Peltonen-Sainio ja Niemi, 2012).

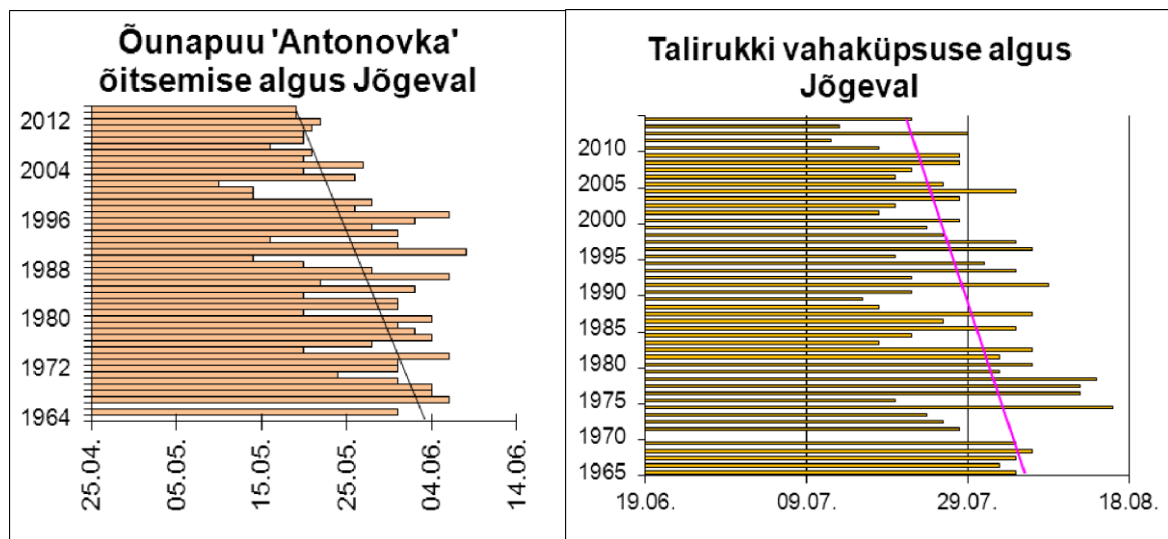
15 Aasta keskmine temperatuuri tõus ja öökülmade esinemise vähenemine on pikendanud
 16 vegetatsiooniperioodi (**Joonis 6**), mille tulemusena aastane potentsiaalne netoproduktioon
 17 (**Tabel 28** mõju 6.02) suureneb (Peltonen-Sainio *et al.*, 2009).

18 Öökülmade ohu vähenemine soodustab kevadel taimede külviaegade ettepoole toomist
 19 (Carter, 1998), mis hajutab kevadtöid pikemale ajaperioodile (mõju 6.06), kuid
 20 kasvuperioodi pikenemine sügisel ei ole nii efektiivne saagikusele, sest päevade pikkus
 21 sügisel lüheneb ja valgusintensiivsus on väiksem (Peltonen-Sainio *et al.*, 2009).



Joonis 6. Kasvuperioodi keskmine kestus perioodil 1951-2012 Eesti keskmisena. (Viru, 2014).

Kõrgem temperatuur kiirendab taimede kasvu (**Joonis 7**), millest tulenevalt suureneb ka taimede saagikus (**Tabel 28** mõju 6.02), kuid arvestama peab, et temperatuuri mõju on kultuurispetsiifiline. Kõrgem temperatuur kiirendab teraviljadel ja rapsil terade/seemnetel kasvamist ja küpsemist, kuid on oht, et terad jäävad väikeseks ning sellest tulenevalt on lõppsaak oodatust väiksem (mõju 6.02) (Reidsma ja Ewert, 2008). Söödakultuuridel avaldab kõrgem temperatuur produktsioonile positiivset mõju (mõju 6.02) (Hakala ja Mela, 1996). Ka suhkruppeedile ja kartuli kasvatamisele avaldab kõrgem temperatuur positiivset mõju (mõju 6.02). Heintaimede suuremat saaki soodustab ka kasvuperioodide pikenemine, sest öökülmade esinemine väheneb (mõju 6.02). Saagi varasem valmimine võimaldab varasemat saagikoristust (mõju 6.06). Varasem saagikoristus on oluline, sest tulevikus suurenevad ka sügiseste sademete kogused, mis võivad raskendada saagikoristust ja mis toob endaga kaasa lisaks ka saagikvaliteedi (mõju 6.03) languse (Jylhäö *et al.*, 2004).



Joonis 7. Pikaajalised trendid vegetatsiooniperioodi alguses perioodil 1964–2014 Eestis, läbi muutuste taimefenoloogias. (Keppart, 2015).

Muutuvad kliimatingimused, eriti just aastane keskmine temperatuuri tõus ja kasvuperioodi pikenemine tulevikus mõjutab kasvatavate kultuuride valikut (**Tabel 28** mõju 6.01). Kuid

1 lisaks kliimale, on oluline ka sordiaretus (mõju 6.01). Pikema kasvuperioodi ja sordiaretuse
2 koosmõju tulemusena on kasvatama hakatud pikema kasvuajaga kultuure nt. mais, mis on
3 saamas hetkel oluliseks söödakultuuriks silode tootmisel (mõju 6.01). Pikem kasvuperiood
4 võimaldab proteiiniallikana kasvatada hernest ja põlduba, tulevikus võidakse hakata
5 laialdasemalt kasvatama ka teisi pika kasvuperioodiga kultuure, nt tatar, päevalill, õlikanep,
6 lina, sojauba (mõju 6.01) (Peltonen-Sainio *et al.*, 2009).

7 Toitainete kättesaadavus ja omastamine sõltub niiskuse sisaldusest mullas. Kõrgema
8 temperatuuri positiivne mõju avaldub saagikusele ainult siis, kui taimedel on piisavat vett
9 kasvamiseks (mõju 6.05). Kui mullas on vähe vett vee kättesaadavus taimede poolt on
10 raskendatud vee vähesuse tõttu mullas, siis taimede poolt toitainete kättesaadavus on
11 limiteeritud ja tulemusena taimede saagikus väheneb (mõju 6.02). Ehkki tulevikus
12 keskmiste sademete kogused pigem suurenevad, ei ole ette teada, kas need kogused antud
13 kliimasoojenemise tingimustes on taimede kasvuks piisavad. Suviviljade saagikus sõltub ka
14 oluliselt veesisaldusest mullas seemnete külvamine ajal (mõju 6.02) , mistõttu on väga
15 oluline, et külvid teostataks õigeaegselt kasutades ära mullas olevat niiskust (mõju 6.05).
16 Kuna tulevikus lumikatte kestvus ja sademed lumena vähenevad, siis on oluline arvestada
17 kevadise põua esinemisvõimalust. Kevadist põuaperioodi ei kompenseeri ka hilisem suurem
18 sademete kogus kasvuperioodil, ehkki see suurendab terade täitumist ja tera massi (Rajala
19 *et al.*, 2011). Kevadise põuaperioodi mõju taliviljadele on väiksem, sest oma suurema
20 juurestikuga kasutavad nad mullas olevat vett efektiivsemalt. On leitud, et põuaperiood
21 terade formeerumise ajal vähendab lõppsaaki (mõju 6.02). Sademete rohkus terade
22 täitumise ajal vähendab terade kvaliteeti (mõju 6.03) (Ylhäisi *et al.*, 2010). Sademed
23 avaldavad kevadel positiivset ja sügisel negatiivset mõju.

24 Muutuvad ilmastikutingimused avaldavad kõige rohkem ja kõige tõenäolisemalt mõju
25 taliviljade saagikusele (**Tabel 28** mõju 6.02). Kasvuperioodi pikenemine sügisel tekitab
26 ohu, et enne talvitumist toimub taliviljade orase ülekasvamine, mis raskendab taliviljade
27 talvitumist ja talve üleelamist (mõju 6.02). Suurt probleemi taliviljade talvitumisele tekitab
28 see, kui püsiv lumikate tuleb külmumata maale, sest taliviljad lämbuvad lumikatte all ja
29 saak võib ikalduda (mõju 6.02). Tulevikuproгноosis näevad ette, et lumikatte
30 kestvuspäevade arv väheneb, kuid seoses sellega suureneb oht, et talvituv talvili saab
31 kahjustatud siis, kui lumikatte puudub ja temperatuur langeb oluliselt alla 0 °C (mõju 6.02).
32 Külmumus-sulamistsükli teo sagemine vähendab taliviljade talvitumiskindlust ning
33 põhjustab talvitumishaigusi, kuna tekkiv lumekoorik loob tingimused nt lumiseene tekkeks
34 (Hofgaard *et al.*, 2003). Soojad talved soodustavad ka toitainete leostumist põhjavele,
35 suurendades toitainete kadusid mullast ja suurendades vajadust väetiste järgi (mõjud 6.04,
36 6.05, 6.08 ja 6.09). Toitainete leostumist saab vältida, hoides mullad aastaringselt taimiku
37 all, rakendades sobivaid külvikordi (mõju 6.05).

38 Teine oluline faktor, mis saagikust mõjutab, on mulla orgaanilise aine sisaldus, mis on
39 peamine mullaviljakuse näitaja. Kliimamuutuste seisukohast on oluline jälgida ka muutusi
40 mulla orgaanilise aine varus. Kõrgem temperatuur ja sademete hulga suurenemine
41 samaaegselt põhjustab mullaviljakuse langust, sest soodustab mulla orgaanilise aine,
42 lagunemist (mõju 6.04) (Donnelly *et al.*, 1990; Paul ja Clark, 1996; Pietikäinen *et al.*, 2005),
43 mis toob endaga kaasa produktsiooni languse (mõju 6.02) (Lal, 2005). Lugato jt (2014)
44 leidsid, et mulla orgaanilise aine varu hakkab oluliselt vähenema aastast 2050, sest
45 orgaanilise aine sisend mulda väheneb (mõju 6.04), ehkki aastane netoproduktsioon
46 suureneb (mõju 6.02). Mulla orgaanilise aine lagunemist soodustab ka külmumus-
47 sulamistsükli vaheldus (mõju 6.04). Lumikattega päevade arvu vähenemine ja
48 tuulekiiruse kasv kevadperioodil soodustab tuule-erosiooni mõjul mulla viljaka pinna
49 ärakannet (mõju 6.05) juhul, kui põld on taimestikuta.

1 Arvatakse, et abiootilised faktorid, nagu kuum, külm, kuiv, soolsus ja toitainete vaegus
2 vähendavad enamiku kultuurtaimede keskmisi saake maailmas rohkem kui 50%
3 maksimaalsest saagipotentsiaalst (mõju 6.02) (Wang *et al.*, 2003). Sellegipoolest on Eesti
4 põllumajandusettevõtjate arvates peamine põllumajanduse haavatavust mõjutav faktor
5 turuolukord: kui aastati võib teraviljade saagikus kõikuda 30–40%, siis vähemalt sama suur
6 on turuhinna kõikumine. Kui ilmastiku varieerumisest tulenevate paljude riskide
7 maandamiseks on võimalik rakendada kompleksseid agrotehnilisi meetmeid ettevõtte
8 tasandil, siis kokkuostuhinna langemine alla omahinna viib ka suured ettevõtted
9 raskustesse. Pikemas perspektiivis pole põllumajandustoetuste süsteem jätkusuutlik ja
10 ideaalis peaks ettevõtete toimetulekut ja edenemist soodustatama läbi riikliku
11 maksusüsteemi. Siiski on praegu olukord, kui Eesti põllumajandustoetused jäävad oluliselt
12 alla Euroopa Liidu keskmiste, mistõttu Eesti põllumajandustootjad seisavad silmitsi
13 ebaõiglase konkurentsiga ühisturul. See survestab niigi pingelist majanduslikku seisu
14 turuolukorda ja tõstab ettevõtjate eksponeeritust mitmesugustele kõrvalistele riskidele, sh
15 kliima muutusest tulenevatele mõjudele.

16 Nii nagu paljud Põhja-Euroopa looduslike loomade ja taimede populatsioonid on
17 geneetiliselt hävinud või mujalt pärit asurkondadega ühte sulanud, on ka põllumajanduses
18 on 20. sajandi jooksul aset leidnud mitmete kariloomatõugude ja kultuurtaimede sortide
19 kadumine. Taimse genofondi suurendamise, geneetiliste ressursside kogumise ja säilitamise
20 ning kohalikesse oludesse sobivate sortide aretuse eesmärgil koostatud Eesti
21 sordiaretusprogramm nendib, et on olemas rida probleeme, mis seavad ohtu kvaliteetse
22 algmaterjali (mõju 6.01) tagamise. Eelkõige ei soodusta lühiajalised finantseerimiskeemid
23 sordiaretuse, kui pikaajalise investeringumahuka protsessi jätkusuutlikku arendamist, sh.
24 kliimamuutustest tingitud ohtude vähendamist (Sordiaretusprogramm 2009–2019).

25 Kui mitmetes Euroopa Liidu riikides kehtivad põhimõtted kriisiabiks ka põllukultuuride
26 hävimisega kaasnevate loodusõnnetuste korral, siis Eesti õigussüsteemis mehhanismid
27 looduskahjude hüvitamiseks puuduvad (Roben, 2013). Hädaolukorra seaduse § 43 lg 2 p 1
28 järgi ei hüvitata loodusõnnetuse, katastroofi või nakkushaiguste leviku toimest tulenevaid
29 kahjusid.

30

31 **6.4.1.2. Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud**

32 **a) Kuni aastani 2020**

33 Oletatavasti jäävad sel perioodil mõjud ilmastiku tavapärase varieeruvuse raamesse.

34 **b) Kuni aastani 2030**

35 Pessimistlik prognoos RCP8.5 annab põhjust eeldada madalamatel maadel sügise
36 saagikoristuse probleemide sagenemist (**Tabel 28** mõju 6.02, aga ka 6.06) ekstreemselt
37 vihmaste perioodide tõttu.

38 **c) 2021–2050**

39 Teatavaid majanduslikke tagasilööke võib anda kevadine põuariski tõus, millega kaasnevad
40 seemnete idanemise- ja kasvuprobleemid (mõju 6.02, aga ka 6.08). Samal ajal võib
41 saagikust alandada taimede omavaheline konkurents vee pärast. Põuaperioodil avaludva
42 kuumastressiga võivad kaasneda ka terade formeerumise häired (mõju 6.02). Sügisesed
43 heitlikud ilmad võivad raskendada põllutööde planeerimist (mõju 6.06) ja pika sügise korral
44 võib talivilja oras üle kasvada. Selle vältimiseks hakatakse kasutama rohkem
45 kasvuregulaatoreid, mis on ettevõtjale täiendav otsene rahaline väljaminek (mõju 6.08) ning

1 võib kaasa tuua keskkonnaseisundi halvenemise (mõju 6.09) suureneva saastekoormuse
2 tõttu. Talvised temperatuurid näitavad samuti tõusutrendi, mistõttu suureneb tõenäosus, et
3 talvel vahelduvad sulamis-külmumistsüklid ja taliviljad võivad seetõttu jääkooriku all
4 lämbuda või kannatada talvitushaiguste käes (mõju 6.02).

5 Ikaldust (mõju 6.02) võib ennustada äärmuslike kliimasündmuste (trombid, äikesetormid,
6 rahe) aga regiooniti teataval määral ka üleujutuste esinemise sagenemise tõttu. Kuna
7 tegemist on erakordselt lokaalse nähtusega, ei sisalda Eesti kliimastenaarium andmeid
8 tahkete sademete muutumise trendide kohta. Mõned rahe prognoosi mudelid maailmas on
9 suutelised ennustama rahet või rahe puudumist 12 h perspektiivis (Brimelow *et al.*, 2005).
10 Rahe võib põllumajanduses põhjustada väga tõsiseid tagajärgi ja võib potentsiaalselt viia
11 sajupiirkonda jäänud ettevõtte majandusraskustesse. Hollandi varasemate rahekahjustuse
12 andmete ja ilmastikunäitajate ekstrapoleerimisel leidsid Botzen jt (2010), et
13 kliimamuutused võivad kaasa tuua olulist rahekahjustuste tugevnemist. Näiteks aastaks
14 2050 võib iga-aastane rahekahjude tase avamaakultuuridel suureneeda Hollandis tänasega
15 võrreldes 25–50%, samas kui katmikaianduses võib see näitaja suureneeda üle 200%. Eestis
16 esineb keskmiselt 0–4 rahepäeva aastas teatud piirkonna kohta. Rahet sajab suhteliselt
17 rohkem mäestike piirkondades, Eestis kõrgustikel. Kevadel, aga ka sügisel on rahe
18 tõenäosus madalama temperatuuri ja kevadel ka suuremate õhumassikontrastide tõttu
19 suurem (Kamenik, 2013).

20 Sessoonne sademetehulga kasv, kui see avaldub pikema sajuperioodina, võib takistada
21 putuktolmlevate kultuuride viljumist (mõju 6.02) ja kahandada meetoodangut.

22 Pessimistliku kliimastenaariumi prognoositud temperatuuride tõusu tagajärjel
23 aktiveeruvad mulla orgaanilist ainet lagundavad saproobid, mille tagajärjel eraldub rohkem
24 CO₂ (mõju 6.09), ja muldade huumusvaru hakkab vähenema tõusvas tempos (mõju 6.04).
25 Kõrgemad temperatuurid tingivad loomakasvatusega seotud saasteainete emissioonide
26 kasvu, mille tagajärjel kasvab muldade hapestumise võimalus (mõju 6.04).

27 Positiivsetest muutustest võib sel perioodil oodata teatavate kultuuride kasutuselevõttu
28 (mõju 6.01). Temperatuurimuutused võivad nihutada Kesk-Euroopas kasvatatavate, seni
29 meil kliimaatiliste tingimuste tõttu kättesaamatute või majanduslikult mittetasuvate
30 kultuuride piiri. Ennustatakse, et Põhja-Euroopas on temperatuuritõus avamaaköögiviljade
31 ja põllukultuuride arenguks üldiselt soodne. Reeglina võib eeldada, et paraneb
32 kultuurtaimede veega varustatavus (mõju 6.05), saakide kvaliteet (mõju 6.03), nagu ka
33 saagikus (mõju 6.02). Siiski on prognoositav indeterminantsete kultuuride eelis
34 determinantsete ees (mõju 6.01), nagu on ka modelleeritud, nt kartuli varaste sortide
35 saagikuse olulist langust kogu Eestis juba aastaks 2050 (Saue, 2011). Kuna tegemist on
36 mitmete kliimaatiliste ja agrotehniliste faktorite keerulise koosmõju tagajärjega, vajab see
37 teema kindlasti täiendavat uurimist.

38 Keskmiste temperatuuride tõus võib anda märgatavat majanduslikku kokkuhoidu (mõju
39 6.08) küttega kasvuhoonete energiavajaduse arvel. Seetõttu võib katmikviljelus muutuda
40 konkurentsivõimelisemaks ja põllumajandusettevõtetele atraktiivsemaks tegevusalaks.

41 Vastuoluliste mõjude hulgas tuleb välja tuua põuaperioodil avalduva C-4 tüüpi taimede
42 eelise C-3 tüüpi taimede ees, mis jätkuvalt soosib maisi taaskasutusele võttu (mõju 6.01),
43 kuid võib tähendada ka kulutuste suurenemist umbrohtude tõrjele (mõju 6.08). Kultuuride
44 kasvupinna suurenemine ja külvipinna struktuurimuutused (mõju 6.01) võivad tuua nii
45 positiivseid kui negatiivseid tagajärgi. Tekib vastuolu: majandusliku kasu ja toidutootmise
46 eesmärgil soovitakse maksimaalset pinnakasutust, mullakaitse eesmärgil on vaja
47 võimalikult suurt pinda hoida püsirohumaa või kattedekultuuride all ja looduskaitse eesmärgil
48 on kultuurmaastikku vaja rajada looduslike biotoope ühendavaid ökoloogilisi koridore.

1 Samal ajavahemikul võib kliima soojenemine tingida muutusi aretatavatele sortidele
2 esitatavates nõuetes (mõju 6.01). Kultuurtaimede kohalike sortide ja nende metsikute
3 sugulasliikide mitmekesisus kahaneb pidevalt turunõudluse, kasvatustehnoloogiate ning
4 keskkonnatingimuste muutumise ja mitmete muude mõjurite tagajärjel. Arvestades
5 kasvavat kliimatilist ja sotsiaalmajanduslikku ebastabiilsust maailma kõikides piirkondades
6 tõusetub senisest teravamalt omakindlustatuse tarve. Omavarustatuse tagamisel suureneb
7 põllumajanduse osatähtsus. Kohalike sortide sordiaretus paneb aluse taimekasvatuse
8 konkurentsivõimele ja majanduslikule sõltumatusele. Olemasolevad kohalikud sordid, nagu
9 ka nende metsikud eellased, on olulised lähtematerjaliks aretuskollektsioonides ja
10 geneetilise varieeruvuse loomiseks uute sortide aretuses. Seega on põllumajanduskultuuride
11 mitmekesisuse kaitse omaette väljund, aga ka kriitiline tulevikuressurs.

12 Ettearvamatu, kuigi kliimamuutusest vahetult mõjutatud, on rändlindude käitumine, mille
13 tagajärjel võib põllumajandusettevõtte kannatada looduskahju külvide hävimise läbi (mõju
14 6.02).

15

16 c) 2051–2100

17 Uute negatiivsete mõjudena võib sel perioodil avalduda taimede kasvuhäired (**Tabel 28**
18 mõju 6.02) fotosünteesi pärssimise tõttu osooni kontsentratsiooni kasvu tagajärjel. Osooni
19 kontsentratsioon troposfääris on viimase saja aasta jooksul vähemalt kahekordistunud ja
20 mõned prognoosid ennustavad selle kiirenevat kasvu. Osoon on tugev fotokeemiline
21 oksüüdant, mille mõjul väheneb lehtede fotosünteesiv pind (nekroosi tagajärjel),
22 fotosünteesiline aktiivsus ja vee kasutamise efektiivsus. Osooni saaste arvatakse olevat
23 põhjustanud olulisi saagikadusid mitmel pool maailmas, eelkõige arenenud tööstusega
24 riikides. Siiski võib atmosfääri kõrgem CO_{2CO2} kontsentratsioon osooni negatiivset mõju
25 osaliselt või täielikult kompenseerida (Finnan *et al.*, 2002).

26 Kohati võib pessimistlikuma stsenaariumi alusel mõningast mõju taimekasvatusele (mõju
27 6.02) avaldada ülemise põhjaveekihi taseme tõus ja selle tagajärjel taimede maa-aluste
28 osade lämbumine liigvees. Hooajaliselt kasvav intensiivsema sajuga päevade arv võib
29 samuti tuua kaasa pinnase läbivettimise ja katkestusi põllutöömasinate töös (mõju 6.06),
30 kuna veega küllastunud muld võib tallamise tagajärjel kaotada struktuuri, vesi ei imbu
31 mulda ja muld degradeerub oluliselt.

32 Põuatundlikematel muldadel võib ette näha niisutussüsteemide rajamise vajadust (mõju
33 6.08).

34 Ka mõõdukama kliimastenaariumi järgi võib sel perioodil osutada oluliseks muutuseks
35 talviste temperatuuride tõus ja sellest tingitud toitainete väljaleostumine (mõju 6.04).
36 Sõnniku sügisene sisseküündmine kaotab mõtte ja võib põhjavee saastumise (mõju 6.09)
37 aspektist muutuda keskkonnaohtlikuks.

38 Peamiselt Lõuna-Eestis võib ette näha erosiooni suurenemist (mõju 6.05) tugevate
39 vihmavalingute tagajärjel.

40 Positiivset mõju võib sel perioodil hakata avaldama päevaste ja öiste
41 ekstreemtemperatuuride tõus, mille mõjul väheneb öökülmaoht, mis võib kaasa tuua
42 saagikuse kasvu (mõju 6.02) ja saagi kvaliteedi paranemist (mõju 6.03). CO₂
43 kontsentratsiooni tõus, tingib biomassi suurenemist (mõju 6.02), aga ka õhulõhede juhtivuse
44 vähenemist, millega väheneb saasteainete negatiivne mõju (mõju 6.07). Ebaselge on, kas
45 CO₂ kontsentratsiooni tõusu mõjul toimuvad muutused taimede morfoloogias ja
46 füsioloogias (mõju 6.03) on positiivsed või negatiivsed.

1

2 **6.4.2. Alavaldkond: loomakasvatus**

3 **6.4.2.1. Riskid ja haavatavus**

4 Eesti kliimaatilised tingimused on olnud loomakasvatuseks, eriti piimatootmiseks väga
5 sobivad. Käesoleval ajal toodetakse Eestis näiteks piima ca 30% ning sealiha 20%
6 omavajadusest rohkem.

7 Paljud taimekasvatuse alavaldkonnas kirjeldatud riskid mõjutavad läbi söodatootmise ka
8 loomakasvatuse valdkonda. Peamised kliimamuutused, mis otseselt mõjutavad
9 loomakasvatust (selle efektiivsust) on aasta keskmise temperatuuri tõus, sademete hulga
10 muutus (suurenemine või vähenemine), ekstreemsete ilmastikuolude sagenemine (põud,
11 paduvihmad) jms. Otseselt ilmastikuga seotud kliimamuutused mõjutavad eelkõige
12 aastaringiselt väljaspeetavaid loomi (paljud lihavedel ja lambad) ja vegetatsiooniperioodil
13 karjatatavaid loomi. Sisetingimustes peetavate loomade tervis ja heaolu sõltuvad suurel
14 määral tehniliste seadmete tööst. Kliimamuutustega kaasnevad äärmuslikud
15 ilmastikunähtused (sagenevad ja tugevnevad äikesetormid) võivad põhjustada rohkem
16 katkestusi energiavarustuses ning halvata seeläbi elektri- ja elektroonikaseadmete tööd.

17

18 **6.4.2.2. Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud**

19 **a) Kuni aastani 2020**

20 Kliimamuutuse mõjude avaldumine on suhteliselt tagasihoidlik, kuid mõned
21 ekstreemsemad perioodid (aastad) võivad eristuda. Välistada ei saa kuumalainetest,
22 üleujutustest jt äärmuslikest kliimatingimustest põhjustatud looduskatastroofide mõju
23 loomade (ja inimese) elule, tervisele ja heaolule ning ettevõtete majanduslikule
24 toimetulekule.

25 **b) Kuni aastani 2030**

26 Lisaks mõnele juhuslikult ekstreemsemale perioodile (aastale) võib kliimamõjusid
27 avalduda pessimistliku kliimastenaariumi RCP8.5 järgi prognoositava aastakeskmise
28 temperatuuritõusu tõttu. Positiivsetest muutustest võib ette näha teatud meetaimede
29 produktiivsuse tõusu (**Tabel 29** mõju 6.05), mis võib soodsa korjebaasi olemasolul kaasa
30 tuua suurema meesaagi (mõju 6.02). Eesti kliimatingimustes on talvitumine (kestab
31 keskmiselt 6 kuud) mesilaspere jaoks aastaringi kõige kriitilisem periood. Soojema ja
32 lühema talve tõttu väheneb mesilate talvine söödakulu (mõju 6.08), suureneb mesilastepere
33 elujõulisus (mõju 6.07) ja paraneb kevadine areng (mõju 6.05). Negatiivsetest muutustest
34 võib kasvav temperatuur sel perioodil esile tuua loomakasvatusega (sõnnikumajandusega)
35 seonduvate kasvuhoonegaaside (CO₂, CH₄ ja N₂O), ammoniaagi (NH₃) ning lõhnaainete
36 emissiooni kasvu (mõju 6.09) (Rong, *et al.*, 2014; Ngwabie, *et al.*, 2011; Kaasik ja
37 Maasikmets, 2013).

38 **c) 2021–2050**

39 Eeldatavasti avalduvad ülaltoodud muutused juba ka mõõdukama kliimastenaariumi
40 RCP4.5 realiseerumisel. Pessimistlikuma stsenaariumi prognooside järgi on alust eeldada,
41 et päevaste ja öiste ekstreemtemperatuuride kasvuga pikeneb taimede vegetatsiooniperiood,
42 mille tulemusena suureneb põllumajandusloomade söödabaas (rohu- ja karjamaadelt on

1 võimalik saada rohkem niiteid) (**Tabel 29** mõju 6.05). Seda soodustab ka keskmine
2 sademetehulga kasv. Tagajärjeks on võimalik loomakasvatustoogangu kasv (mõju 6.02).

3 Kuna vegetatsiooniperiood pikeneb, siis pikeneb ka väetiste s.h. orgaaniliste väetiste
4 kasutamise aeg. Lüheneb periood, kus väetiste kasutamine (laotamine) on keelatud, mistõttu
5 töökorralduslikult on võimalik koormust hajutada ja ressursse paremini ära kasutada (mõju
6 6.06). Kuna orgaanilisi jms. väetiseid on lubatud kasutada pikema perioodi vältel, siis
7 väheneb sõnnikuhoidlate minimaalse mahutavuse nõue. Praegu peavad sõnnikuhoidlad
8 mahutama vähemalt 8 kuu sõnniku koguse (mõju 6.08). Keskmise temperatuuri tõus
9 soodustab veelgi ehituslikult odavamate soojustamata või osaliselt soojustatud
10 loomapidamishoonete rajamist (mõju 6.08).

11 Ehkki kliimastenaariumid RCP 4,5 ja 8,5 põuaperioodide sagedust otseselt ei modelleeri,
12 on see nimetatud mitmete kliimafaktorite olulise koosmõjuna. Loomakasvatuses seostub
13 põuaperioodidega eelkõige negatiivne mõju rohusööda kättesaadavusele ning varule (mõju
14 6.04) ja sellega seoses ka tootmise efektiivsusele (mõju 6.02). Prognoositavad kevadised
15 põuaperioodid võivad pärssida rohhtaime arengut. Selle tulemusena võib esimese niite
16 saak jääda kesiseks. See omakorda mõjutab järgnevate niidete saaki nii ajaliselt kui ka
17 kvaliteedi osas (mõju 6.02) Põuaperioodide sagenemisel võib produktiivloomadel esineda
18 sagedamini kuumastressi, mille tulemusena toodangu (piim, juurdekasv) produktsioon
19 oluliselt langeb (mõju 6.02). Pikemate põuaperioodide tagajärjel muutub oluliselt
20 veevarude kättesaadavus (mõju 6.04, 6.05) ja kvaliteet, mis mõjutab paljusid sektoreid, sh
21 loodusliku vooluvee toitega vesiviljelust. Põuaperioodidega kaasnev veetemperatuuri
22 ekstreemne tõus suurendab kalade hukkumise riski ja sagedust (mõjud 6.02 ja 6.07) ning
23 toodangu kvaliteeti (mõju 6.03).

24 **d) 2051–2100**

25 Kliimamuutuste prognooside suurema realiseerumise korral (eriti RCP8.5), on ka
26 ülaltoodud mõjude avaldumine oluliselt tõenäolisem. Ka pessimistlikuma
27 kliimastenaariumi RCP8.5 realiseerumine võib avaldada mõningast positiivset mõju veise-
28 ja seakasvatuse efektiivsusele ja produktiivsusele (**Tabel 29** mõju 6.02), kui koosmõjus
29 temperatuuriga soodustab piisav sademete hulk vegetatsiooniperioodi kestel söödataimede
30 arengut. Soojavereliste loomade (ja inimeste) heaolu võib kasvada seoses sellega, kui
31 kevadisel põuaperioodil (või maaparandustööde ja/või efektiivse tõrjetehnoloogia
32 väljatöötamisel ning rakendamisel) väheneb sääskede jt verdimevate putukate või nende
33 sigimispaikade arv (mõju 6.07).

34 Eesti sisevete tavapärase temperatuurirežiimi puhul kestab forelli kasvuperiood
35 kasvandustes umbes pool aastat (aprillist oktoobrini). Vikerforelli juurdekasv sõltub
36 temperatuurist ja on alla 6 °C juures juba tähtsusetu (Paaver *et al.*, 2006). Kui jääkatte
37 periood lüheneb (kevad saabub varem ja sügis hiljem), siis forelli kasvuperiood pikeneb ja
38 võib eeldada, et see mõjutab positiivselt kalade juurdekasvu (mõju 6.02). Samas, sagedased
39 keskkonnatingimuste ekstreemsed muutused (veetemperatuuri järsk muutumine,
40 orgaanilise aine sisalduse suurenemine ja/või hapnikusisalduse vähenemine) põhjustavad
41 kaladel stressi, nõrgestavad organismi immuunsüsteemi ja sellest tulenevalt võib esineda
42 rohkem nakkushaigusi (mõju 6.07) (Päkk, 2013). Temperatuuri keskmine tõus loob soodsad
43 tingimused uute loomataudide ning zoonooside levikuks (mõju 6.07) (vt. alavaldkond
44 Taimekaitse ja veterinaaria).

45 Üleujutuste puudumine lumikatte vähenemise, vooluvete taseme ühtlustumise jm faktorite
46 koosmõjul võib viia tõsisemate tagajärgedega kulupõlengute sagenemisele, mis ohustab
47 põllumajandusehitisi (mõju 6.08). Kevadise suurvee vähenemine võiks lubada jõeluhate

1 kasutuselevõttu söödatootmiseks, kuid looduskaitsete piirangute tõttu võib seal niitmist
2 alustada alles ajal, mil taimik on juba ülekasvanud ja kaotanud oma toiteväärtuse.

3 Teadmata suunaga mõjude hulka võib lugeda küsimust, kas ja kuidas mõjutab
4 temperatuuritõus kohalike loomatõugude kohasust. Seetõttu võib tekkida vajadus
5 aretusprogrammide täiendamiseks, mis aitaks produktiivloomadel kohaneda soojama
6 kliimaga (mõju 6.01).

7

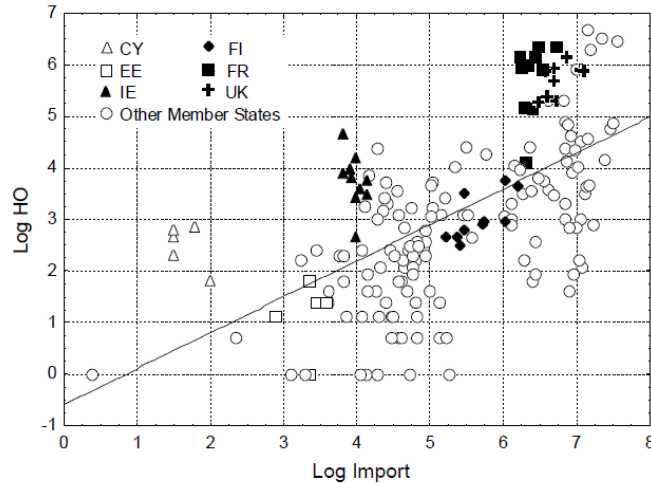
8 **6.4.3. Alavaldkond: taimekaitse ja veterinaaria**

9 **6.4.3.1. Riskid ja haavatavus**

10 Liigirikkus kahaneb üldjuhul põhja suunas, kuigi seoses kliimamuutusega on sellest trendist
11 on palju kõrvalekaldeid teatud putukaliikide seas. Näiteks tõestavad mõningad uuringud, et
12 kliimamuutuste mõjul on vähenenud rohkem just lõunapoolsemate suurliblikate arvukus
13 teatavatel parasvöötme aladel (Conrad *et al.*, 2004; Fox *et al.*, 2013), samas kui
14 põhjapoolsemate alade liigirikkkuse vähenemist on tasakaalustanud sisseränne lõunast. On
15 tõendeid, et kõikjal suureneb generalistidest liikide (st. toidu ja kasvukoha suhtes
16 vähenõudlike liikide) osakaal, samal ajal aga kitsalt spetsialiseerunud liikide osakaal
17 sagenevate häiringute mõjul langeb (Warren *et al.*, 2001). Mõjude mitmekesisuse ja
18 vastuolulisuse tõttu on kahjustajate (ja nendega seotud kasurite) populatsioonidünaamika
19 prognoosimine erinevatel kultuuridel võimalik ainult konkreetse paiga seireandmetest
20 lähtuvalt.

21 Põllumajandusettevõtja haavatavus kohalike taimekahjustajate arvukuse ja kahjustuste
22 varieeruvuse suhtes on reeglina kontrolli all, sest kuulub tavapäraste riskide hulka, millega
23 saab ja peab arvestama juba ettevõtluse alustamisel. Kliima soojenemine võib
24 individuaalseid riske muuta, seoses:

- 25 • uute kultuuride/sortide sissetoomisega (**Tabel 30** mõju 6.01) levivate
26 tavakahjustajate (s.t seadusandlikult mittereguleeritud taimekahjustajate) levikuala
27 laienemisega;
- 28 • muude uute levikuteedega (s.t uutest päritoluriikidest sissetoodavate
29 kaubaartiklitega või vanadest päritoluriikidest sissetulevate uute kaubaartiklitega,
30 millega kahjustaja võib levida);
- 31 • liikide (sh herbivooride) areaali laienemisega loodusliku leviku teel;
- 32 • muutustega troofiliste suhete kaskaadis, milles kõrgema troofilise taseme
33 organismid, nt taimekahjustajate arvukust reguleerivad parasitoidid, on
34 muudatustele tundlikumad;
- 35 • ohtlike ja paljundusmaterjalil ohtlike taimekahjustajate sissetoomise ja
36 kohastumisega.
- 37 • Rahvusvahelises kaubanduses on ohtlike taimekahjustajate arv positiivses
38 korrelatsioonis taimede ja taimsete saaduste impordimahtudega (**Joonis 8**).



Joonis 8. Korrelatsioon Euroopa Liidus taimsete materjalide sisseveol avastatud ohtlike **taimekahjustajate** (HO) ja põllumajandustoodete impordi kogumahtude vahel aastatel 1999-2008 (Švilponis et al. 2010). Punktid tähistavad iga-aastaseid logaritmitud andmeid riigiti.

Põllumajandusettevõtja haavatavust ohtliku taimekahjustaja sissetoomisel peaks aitama lahendada riik, et seeläbi hoida ära ohtlike taimekahjustajate kohastumine ja levik Eestis. Siiski on Eesti õigusruumis reguleeritud ohtlike taimekahjustajate tõrjeabinõude hüvitamine puudulikult: taimekaitseaduse § 15 sätestab ohtliku taimekahjustaja tõrjeabinõude rakendamisel tehtud kulude hüvitamise isikule, keda järelevalveasutus on ettekirjutusega kohustanud tõrjeabinõusid rakendama, kuid jätab õigustatud isikute ringist välja turustajad ja töötledajad, käsitledes taimekahjustaja ebasoodsat mõju ettevõtte majandustegevusele tavalise äririskina. Veelgi enam: tõrjeabinõude rakendamise kulude hüvitamisi riigiabina läbi PRIA on võimalik Põllumajandusministri määruse nr 45 (vastu võetud 26.05.2011) alusel taotleda ainult kahe ohtliku taimekahjustajate nimekirja kuuluva taimekahjustaja esinemise korral: nendeks on kartuli ringmädanik (tekitajaks *Clavibacter michiganensis ssp. sepedonicus*) ja viljapuu-bakterpõletik (tekitajaks *Erwinia amylovora*).

6.4.3.2. Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud

a) Kuni aastani 2020

Võib eeldada, et jätkuvalt võib ilmastik põllumajandust mõjutada läbi taimekahjustajate arvukust soosivate või mittesoosivate keskkonnategurite (**Tabel 30** mõju 6.07).

b) Kuni aastani 2030

RCP8.5 kliimastenaariumi realiseerumisel võib keskmiste temperatuuride tõusu tagajärjel oodata kahjustajate põhjustatud saagikadude suurenemist (**Tabel 30** mõju 6.02). Mõningast kasvutendentsi võivad näidata ka külmaõrnade kahjustajate ellujäämine ja sellest tulenev suurem kevadine nakkuskoormus talviste temperatuuride tõusu tõttu ja ka suurenenud põuastressi tagajärjel langev taimede haiguskindlus ja sellest tingitud teatavate patogeenide puhangute sagenemine (mõju 6.07).

c) 2021–2050

Perioodil suureneb tõenäosus, et temperatuuride tõus soosib taimekahjustajate arengut, mis toob kaasa saagikadude kasvu (**Tabel 30** mõju 6.02) ja tingib vajaduse investeerida

1 taimekaitsesse senisest enam (mõju 6.08). Seda mõju suurendab sesoonse sademetehulga
2 kasv pessimistliku stsenaariumi korral.

3 Pessimistliku kliimastenaariumi puhul võib negatiivset mõju hakata avaldama ka
4 kahjustajate areaali laienemine, sh uute loomataudide ja zoonooside levik, kahjustajate
5 varasem dispersioon keskmiste temperatuuride tõusu mõjul ja taimetoiduliste organismide
6 elutsükli muutumine ja kättesaadavuse vähenemine looduslikele vaenlastele (mõju 6.07).
7 Talvine lumikatte vähenemine ja talvine ja kevadine tuulekiiruse kasv võivad muuta
8 mullaerosiooni senisest suuremaks probleemiks, millega võib kaasneda mullapatogeenide
9 levik. Vähenev päikesekiirgus (sh UV-kiirgus) võib soosida lehepatogeenide (sh.
10 seenhaiguste) ellujäämist. Teatavate lehekahjustajate (mitmesugused roostesened,
11 jahukasted, laiktõved, lehepõletikud) puhanguid soosib ka kõrge CO₂ tase. Tugevad
12 tuuled ja äikesetormid võivad teataval määral soosida patogeenide ja lennuvõimeliste
13 putukate kauglevi senisest enam (mõju 6.07).

14 Madalam päikesekiirguse tase ja vähenenud eksponeeritus sellele soodustab ka paljude
15 mikroobsete putukatõrjevahendite ellujäämist, mis võiks positiivselt mõjuda biotõrje
16 efektiivsusele. Varieeruva mõjuga kliimafaktoriteks sel perioodil võivad osutada troofiliste
17 suhete muutumine kahjustajate kompleksides, muutunud patogeeni virulentsus ja muutused
18 kasvatatavate kultuuride valikus (mõju 6.01), mis toob põllumajandusse uued kahjustajad
19 ja nendega seotud organismid. Väikese tõenäosusega võib senisest enam avalduda
20 rändlindudega seonduvaid haigusi. Keskmise temperatuuri tõusu tulemusena võivad
21 muutuda rändlindude rändekoridorid ning sellest tulenevalt ka lindudega seotud haiguste
22 levik. Kuna ornitoloogide seas ei ole ühtset seisukohta, kas keskmise temperatuuri tõus
23 suurendab Eestis rändlindude arvukust, arvukus jääb samale tasemel või hoopis väheneb
24 (kuna on soojem, ei talvitu linnud enam praegustel talvitusaladel), siis ka seose
25 prognoosimine pole võimalik (mõju 6.07).

26 **d) 2051–2100**

27 Eeldatavasti suureneb sel perioodil kõigi eelpool nimetatud negatiivsete mõjude tõenäosus
28 nii mõõduka kui ka pessimistliku kliimastenaariumi puhul. Otsest negatiivset mõju võib
29 hakata osutama ka kohalike sortide kohasuse (*fitness*’i) muutus. Kuigi tavaliselt pööratakse
30 sordiaretuses suurt rõhku ka haigus- ja kahjurikindlusele, on kliimamuutustega kaasnev
31 saagikadu enamasti sõltunud abiootilistest teguritest, nt. veepuudus, mis võib põuatundlikel
32 muldadel saaki vähendada enam kui 50% võrra (Lane ja Jarvis, 2007). Siiski ennustatakse,
33 et põllumajandus on tõenäoliselt suuteline kohanema globaalselt tõusvate
34 temperatuuridega, kasutades vaid sordiaretuse, selektsiooni ja agrotehnilisi meetmeid,
35 eeldusel, et aastakeskmised temperatuurid ei tõuse enam kui 4°C järgmise sajandi jooksul.
36 Paraku on sordiaretus pikaajaline protsess, milles uue sordi aretuseks kulub vähemalt 10–
37 12 aastat, ning veel 7–8 aastat kulub sordi omaksvõtmiseni tootjate poolt. Seetõttu on ilmselt
38 ka tulevikus aretuse põhiohk mitte resistentsusaretusel, vaid sortidel, mis oleksid kohased
39 kasvatamiseks vähese sisendiga põllumajandustootmises, ilma et nad vajaksid piiratud (nt.
40 vesi põuaperioodil) või kulukate ja keskkonnavahendite (nt. kemikaalid) ressursside
41 lisamist (**Tabel 30** mõju 6.01).

42 Lisaks herbivooride ja nende looduslike vaenlaste (ja toidutaimede) võimalike
43 fenoloogiliste tsüklite lahkumisele, võib kahjustajate kättesaadavust mõjutada
44 atmosfääri CO₂ kontsentratsiooni tõusu mõjul suurenev lehemass, mis pakub neile kaitset
45 ka kontaktsete pestitsiidide eest (mõju 6.01, aga ka 6.08).

46 Positiivseks mõjuks võib osutada mullas talvituvate kahjustajate (eelkõige putukkahjurite)
47 elumuse langus soojenevate talvedega kaasneva mulla liigniiskuse ja hapnikupuuduse
48 tagajärjel, ehkki samas võib hukkuda ka kasureid (jooksiklased, lühitiiblad jmt.).

1 Lignifitseerumisprotsessi aktiveerumine kõrge CO₂ kontsentratsiooni juures võib
2 tõsta juurviljade vastupidavust teatud mullapatogeenidele. Haiguskindlus võib tõusta
3 hiliskülmade vähenemise tõttu, kui võrd mitmed patogeenid kasutavad taimekudedesse
4 sisenemiseks külmakahjustusega kaasnevat vigastust. Lehepatogeenide (nt. jahukasted)
5 nakatusvõime võib samuti väheneda, kui kõrge CO₂ taseme juures on lehtedel vähem
6 õhulõhesid (mõju 6.07).

7

8

Tabel 28. Kliimamuutuste mõju **taimekasvatusele**.

Periood	Stsenaarium (RCP 4,5; RCP 8,5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju tüübi nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+0/-)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
Kuni 2020	Senine ilmastik			Olulisi muutusi pole ette näha						
Kuni 2030	RCP 8,5	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv aastaajal keskmiselt	6.02	Raskendatud saagikoristus sügisel (saagikuse muutus)	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Piirkonniti, sõltuvalt mullaliigist
	RCP 8,5	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv aastaajal keskmiselt	6.03	Raskendatud saagikoristus sügisel (saagi kvaliteedi langus)	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Piirkonniti, sõltuvalt mullaliigist
2021-2050	RCP 8,5	Päevaste ja öiste ekstreemtemp.de muutus	6.01	Kultuuride kasvupinna suurenemine; külvipinna struktuurimuutused kultuuride lõikes	+0/-	väike-keskmine	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Päevaste ja öiste ekstreemtemp.de muutus	6.05	Pikemast veg. perioodist tulenev väetiste (sh. sõnniku) kasutamise aja pikenemine	+0/-	väike	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Päevaste ja öiste ekstreemtemp.de muutus	6.06	Muutused kliimaatiliste aastaegade alguses ja kestuses ning taimede fenofaasides	+0/-	väike-keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv aastaajal keskmiselt	6.02	Raskendatud saagikoristus sügisel (saagikuse muutus)	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Piirkonniti, sõltuvalt mullaliigist
	RCP 8,5	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv aastaajal keskmiselt	6.02	Raskendatud saagikoristus sügisel (saagikuse muutus)	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Piirkonniti, sõltuvalt mullaliigist
	RCP 8,5	Sesoonne sademetehulga kasv	6.02	Raskendatud saagikoristus sügisel (saagikuse muutus)	-	väike	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
		Äärmuslike kliimasündmuste esinemise sagenemine (nt. tugev tuul, äikesetormid, tromb, rahe)	6.02	Saagi langus	-	keskmine	väike	väike	otsene	Üleriigiline
		Üleujutuste suurem sagedus	6.02	Saagi langus	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
		Põuariski tõus kevadel	6.02	Seemnete idanemise ja kasvuprobleemid	-	keskmine	väike	väike	otsene	Üleriigiline
		Põuariski tõus kevadel	6.02	Taimede omavaheline konkurents vee pärast	-	väike-keskmine	väike	väike	otsene	Üleriigiline
RCP 8,5	Sügiselised heitlikud ilmad (pikenenud sügisel)	6.02	Talivilja orase ülekasvamine; (saagikuse muutus)	-	keskmine-suur	väike	väike	otsene	Üleriigiline	

Periood	Stsenaarium (RCP 4,5; RCP 8,5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju tüübi nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+/0/-)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP 8,5	Talviste temperatuuride tõus, Külmmumis-sulamistsüklid talvitumisel	6.02	Talviljade ikaldus - jääkooriku tõttu lämbunud taimed; (saagikuse muutus)	-	keskmine-suur	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
		Püsiv lumikate külmumata maale	6.02	Talviljade ikaldus lumikatte all väljakurnamise tõttu (füsioloogiline).	-	keskmine	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Talviste temperatuuride tõus, Külmmumis-sulamistsüklid talvitumisel	6.02	Talviljade ikaldus talvitushaiguste tõttu; (saagikuse muutus)	-	keskmine-suur	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
		Püsiv lumikate külmumata maale	6.02	Talviljade ikaldus talvitushaiguste tõttu; (saagikuse muutus)	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Kuumastressi sagenemine põua perioodil	6.02	Terade formeerumise häired;	-	väike	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Sesoonne sademetehulga kasv	6.02	Tolmeldamist võib takistada õitsemisaegne pidev sadu; (saagikuse muutus)	-	keskmine	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv aastaajal keskmiselt	6.03	Raskendatud saagikoristus sügisel (saagi kvaliteedi langus)	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Piirkonniti, sõltuvalt mullaliigist
	RCP 8,5	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv aastaajal keskmiselt	6.03	Raskendatud saagikoristus sügisel (saagi kvaliteedi langus)	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Piirkonniti, sõltuvalt mullaliigist
	RCP 8,5	Sesoonne sademetehulga kasv	6.03	Raskendatud saagikoristus sügisel (saagi kvaliteedi langus)	-	väike	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.04	CO2 eraldumine intensiivsema org. aine lagunemise taseme juures; Muldade huumusvaru vähenemine (toitainete varu)	-	väike	väike	väike	otsene	Üleriigiline, kuid rohkem Põhja-Eestis, kus on õhema mullad
	RCP 8,5	Talviste temperatuuride tõus, Külmmumis-sulamistsüklid talvitumisel	6.04	Toitainete talvine väljaleostumine mullast ja sattumine põhjavette	-	keskmine	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Sügiseseid heitlikud ilmad (pikenenud sügisel)	6.08	Kasvuregulaatorite kasutamine suureneb	-	keskmine-suur	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
		Loomakasvatusega seotud saasteainete (NH3, N2O) emissiooni suurenemine	6.09	muldade hapestumine	-	suur	suur	väike	kaudne	Üleriigiline
	RCP 8,5	Päevaste ja öiste ekstreemtemp.de muutus	6.01	Indeterminantsete kultuuride eelis determinantsete ees	+/-	keskmine	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.01	Muutused kasvatatavate kultuuride valikus, sh teat. kultuuride levik põhjapoolle	+	väike-keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline

Periood	Stsenaarium (RCP 4,5; RCP 8,5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju tüübi nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+/-)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP 8,5	Päevaste ja öiste ekstreemtemp.de muutus	6.02	Muutused kultuuride saagikuses	+	keskmine	väike- keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Sesoonne sademetehulga kasv	6.02	Taimede veega varustatus (saagikuse muutus)	+	väike- keskmine	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Päevaste ja öiste ekstreemtemp.de muutus	6.03	Muutused saagi kvaliteedis	+	keskmine	väike- keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.08	Energiasääst katmikviljeluses - efektiivsuse ja produktiivsuse tõus	+	keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
		Kuumastressi sagenemine põuaperioodil	6.08	C4-tüüpi taimede (umbrohud, mais) eelis C3-tüüpi kultuuride ees (teravili); kulutused umbrohutõrjele suuremad	+/-	väike	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Päevaste ja öiste ekstreemtemp.de muutus	6.01	Muutused aretatavate sortide nõuetes;	+0/-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
		Rändlindude rändekoridoride muutumine (+/0/-)	6.02	Külvide hävimine	+0/-	keskmine	keskmine	väike	suund ettearvamat	Regionaalne
2051-2100	RCP 4,5	Päevaste ja öiste ekstreemtemp.de muutus	6.01	Kultuuride kasvupinna suurenemine; külvipinna struktuurimuutused kultuuride lõikes	+0/-	väike- keskmine	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Päevaste ja öiste ekstreemtemp.de muutus	6.01	Kultuuride kasvupinna suurenemine; külvipinna struktuurimuutused kultuuride lõikes	+0/-	väike- keskmine	väike	keskmine	otsene	Üleriigiline
		CO2 kontsentratsiooni tõus	6.03	Lämmastiksisalduse vähenemine; muutused toitainete- ja vee tasakaalus;	+0/-	väike	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Päevaste ja öiste ekstreemtemp.de muutus	6.05	Pikemast veg. perioodist tulenev väetiste (sh. sõnniku) kasutamise aja pikenemine;	+0/-	väike	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Päevaste ja öiste ekstreemtemp.de muutus	6.06	Muutused kliimatiliste aastaegade alguses ja kestuses ning taimede fenofaasides;	+0/-	väike- keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Päevaste ja öiste ekstreemtemp.de muutus	6.06	Muutused kliimatiliste aastaegade alguses ja kestuses ning taimede fenofaasides;	+0/-	väike- keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Päevaste ja öiste ekstreemtemp.de muutus	6.06	Pikemast veg. perioodist tulenev väetiste (sh. sõnniku) kasutamise aja pikenemine;	+0/-	väike	väike	keskmine	otsene	Üleriigiline
		Kuumastressi sagenemine põuaperioodil	6.08	C4-tüüpi taimede (umbrohud, mais) eelis C3-tüüpi kultuuride ees (teravili); kulutused umbrohutõrjele suuremad	+0/-	väike	väike	keskmine	otsene	Üleriigiline
		Osooni kontsentratsiooni tõus	6.02	Fotosünteesi pärssimine; kasvu aeglustumine vähenenud C-assimilatsiooni tõttu; Saagikuse langemine;	-	väike	väike	väike	otsene	Üleriigiline

Periood	Stsenaarium (RCP 4,5; RCP 8,5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju tüübi nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+/0/-)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
		Põuariski tõus kevadel	6.02	Ikaldus (saagikuse muutus)	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
		Üleujutuste suurem sagedus	6.02	Ikaldus (saagikuse muutus)	-	suur	keskmine	väga väike	otsene	Üleriigiline
		Äärmuslike kliimasündmuste esinemise sagenemine (nt. tugev tuul, äikesetormid, tromb, rahe)	6.02	Ikaldus, saagi hävimine; (saagikuse muutus)	-	suur	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	6.02	Liigvesi kasvuperioodil	-	keskmine	väike	väike	otsene	Piirkonni, sõltuvalt mullaliigist
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.02	Muutused taimede veetarbimises; (mõjutavad saagikust)	-	keskmine	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv aastaajal keskmiselt	6.02	Pinnase läbivettimine (mülkad); (saagikuse muutus)	-	keskmine	väike	väike	otsene	Piirkonni, sõltuvalt mullaliigist
	RCP 4,5	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv aastaajal keskmiselt	6.02	Raskendatud saagikoristus sügisel (saagikuse muutus)	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Piirkonni, sõltuvalt mullaliigist
	RCP 4,5	Sesoonne sademetehulga kasv	6.02	Raskendatud saagikoristus sügisel (saagikuse muutus)	-	väike	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv aastaajal keskmiselt	6.02	Raskendatud saagikoristus sügisel (saagikuse muutus)	-	keskmine	keskmine	suur	otsene	Piirkonni, sõltuvalt mullaliigist
	RCP 8,5	Sesoonne sademetehulga kasv	6.02	Raskendatud saagikoristus sügisel (saagikuse muutus)	-	väike	keskmine	keskmine	otsene	Üleriigiline
		Äärmuslike kliimasündmuste esinemise sagenemine (nt. tugev tuul, äikesetormid, tromb, rahe)	6.02	Saagi langus; (saagikuse muutus)	-	keskmine	väike	keskmine	otsene	Üleriigiline
		Üleujutuste suurem sagedus	6.02	Saagi langus; (saagikuse muutus)	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Üleriigiline
		Põuariski tõus kevadel	6.02	Seemnete idanemise ja kasvuprobleemid;	-	keskmine	väike	keskmine	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.02	Sesoonsed muutused mullaveerežiimis (mõjutavad saagikust)	-	keskmine	väike	väike	otsene	Üleriigiline
		Põuariski tõus kevadel	6.02	Taimede omavaheline konkurents vee pärast;	-	väike - keskmine	väike	keskmine	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Sügiseseid heitlikud ilmad (pikenenud sügisel)	6.02	Talivilja orase ülekasvamise;	-	keskmine-suur	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Sügiseseid heitlikud ilmad (pikenenud sügisel)	6.02	Talivilja orase ülekasvamise;	-	keskmine-suur	väike	keskmine	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Talviste temperatuuride tõus, Külmumis-sulamistsüklid talvitumisel	6.02	Talviljade ikaldus - jääkooriku tõttu lämbunud taimed; (saagikuse muutus)	-	keskmine-suur	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline

Periood	Stsenaarium (RCP 4,5; RCP 8,5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju tüübi nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+/-)	Majanduslik mõju (suur, keskmise, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmise, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmise, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP 8,5	Talviste temperatuuride tõus, Külmumis-sulamistsüklid talvitumisel	6.02	Taliviljade ikaldus - jääkooriku tõttu lämbunud taimed; (saagikuse muutus)	-	keskmise-suur	keskmise	keskmise	otsene	Üleriigiline
		Püsiv lumikate külmumata maale	6.02	Taliviljade ikaldus lumikatte all väljakurnamise tõttu (füsioloogiline). (saagikuse muutus)	-	keskmise	väike	keskmise	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Talviste temperatuuride tõus, Külmumis-sulamistsüklid talvitumisel	6.02	Taliviljade ikaldus talvitushaiguste tõttu; (saagikuse muutus)	-	keskmise-suur	keskmise	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Talviste temperatuuride tõus, Külmumis-sulamistsüklid talvitumisel	6.02	Taliviljade ikaldus talvitushaiguste tõttu; (saagikuse muutus)	-	keskmise-suur	keskmise	keskmise	otsene	Üleriigiline
		Püsiv lumikate külmumata maale	6.02	Taliviljade ikaldus talvitushaiguste tõttu; (saagikuse muutus)	-	keskmise	keskmise	keskmise	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Kuumastressi sagenemine põuaperioodil	6.02	Terade formeerumise häired;	-	väike	väike	keskmise	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Kuumastressi sagenemine põuaperioodil	6.02	Terade formeerumise häired; (saagikuse muutus)	-	väike	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Sesoonne sademetehulga kasv	6.02	Tolmeldamist võib takistada õitsemisaegne pidev sadu;(saagikuse muutus)	-	keskmise	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Sesoonne sademetehulga kasv	6.02	Tolmeldamist võib takistada õitsemisaegne pidev sadu;(saagikuse muutus)	-	keskmise	väike	keskmise	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv aastaajal keskmiselt	6.02	Torni põhjustatud üleujutused ja tormikahjustused;	-	väike	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv aastaajal keskmiselt	6.03	Raskendatud saagikoristus sügisel (saagi kvaliteedi langus)	-	keskmise	keskmise	keskmise	otsene	Piirkonni-, sõltuvalt mullaliigist
	RCP 4,5	Sesoonne sademetehulga kasv	6.03	Raskendatud saagikoristus sügisel (saagi kvaliteedi langus)	-	väike	keskmise	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv aastaajal keskmiselt	6.03	Raskendatud saagikoristus sügisel (saagi kvaliteedi langus)	-	keskmise	keskmise	suur	otsene	Piirkonni-, sõltuvalt mullaliigist
	RCP 8,5	Sesoonne sademetehulga kasv	6.03	Raskendatud saagikoristus sügisel (saagi kvaliteedi langus)	-	väike	keskmise	keskmise	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Aastakeskmise temperatuuritõus	6.04	CO2 eraldumine intensiivsema org. aine lagunemise taseme juures; Muldade huumusvaru vähenemine	-	väike	väike	väike	otsene	Üleriigiline, kuid rohkem põhja-Eestis, kus on õhema mullad

Periood	Stsenaarium (RCP 4,5; RCP 8,5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju tüübi nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+/0/-)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.04	CO2 eraldumine intensiivsema org. aine lagunemise taseme juures; Muldade huumusvaru vähenemine	-	väike	väike	keskmine	otsene	Üleriigiline, kuid rohkem põhja-Eestis, kus on õhema mullad
	RCP 8,5	Talviste temperatuuride tõus, Külmumis-sulamistsüklid talvitumisel	6.04	Huumusvaru vähenemine mikroorganismide aktiveerumise tõttu.	-	väike	väike	väike	otsene	Üleriigiline
		Loomakasvatusega seotud saasteainete (NH3, N2O) emissiooni suurenemine	6.04	muldade hapestumisest tulenev mullaviljakuse langus	-	suur	suur	keskmine	kaudne	Üleriigiline
		CO2 kontsentratsiooni tõus	6.04	Muldade muutunud süsiniku- ja lämmastikvarud; Kõrge C:N suhe, aeglane lagunemine;	-	väike	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Talviste temperatuuride tõus, Külmumis-sulamistsüklid talvitumisel	6.04	Toitainete talvine väljaleostumine mullast ja sattumine põhjavette;	-	keskmine	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Talviste temperatuuride tõus, Külmumis-sulamistsüklid talvitumisel	6.04	Toitainete talvine väljaleostumine mullast ja sattumine põhjavette	-	keskmine	väike	keskmine	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv aastaajal keskmiselt	6.05	Erosioon	-	väike	väike	väike	otsene	Lõuna-Eesti
	RCP 8,5	Lumikattega päevade arv [väheneb]	6.05	Tuule-erosioon	-	väike	väike	väike	otsene	Üleriigiline
		Osooni kontsentratsiooni tõus	6.07	Ülitundlikkuse reaktsioon taimedel - kloroos (2-10 ppm)	-	väike	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Sügiseseid heitlikud ilmad (pikenenud sügiseseid)	6.08	Kasvuregulaatorite kasutamine suureneb	-	keskmine-suur	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Sügiseseid heitlikud ilmad (pikenenud sügiseseid)	6.08	Kasvuregulaatorite kasutamine suureneb	-	keskmine-suur	keskmine	keskmine	otsene	Üleriigiline
		Põuariski tõus kevadel	6.08	Suurenenud vajadus kastmissüsteemide rajamise järele	-	keskmine	väike	väike	otsene	Üleriigiline, kuid ettevõtte tasandil
		Osooni kontsentratsiooni tõus	6.04	Lämmastikutsükli muutused	(?)	väike	väike	väike	otsene	Üleriigiline
		Osooni kontsentratsiooni tõus	6.04	Muldade muutunud C- ja N-varud	(?)	väike	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Päevaste ja öiste ekstreemtemp.de muutus	6.01	Indeterminantsete kultuuride eelis determinantsete ees;	+/-	keskmine	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Päevaste ja öiste ekstreemtemp.de muutus	6.01	Indeterminantsete kultuuride eelis determinantsete ees;	+/-	keskmine	väike	keskmine	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.01	Muutused kasvatatavate kultuuride valikus, sh teat. kultuuride levik põhjapoolle;	+	väike-keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.01	Muutused kasvatatavate kultuuride valikus, sh teat. kultuuride levik põhjapoolle	+	väike-keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Üleriigiline

Periood	Stsenaarium (RCP 4,5; RCP 8,5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju tüübi nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+/0/-)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP 8,5	Päevaste ja öiste ekstreemtemp.de muutus	6.02	Muutused kultuuride saagikuses	+	keskmine	väike- keskmine	keskmine	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Päevaste ja öiste ekstreemtemp.de muutus	6.02	Muutused kultuuride saagikuses	+	keskmine	väike- keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
		CO2 kontsentratsiooni tõus	6.02	Suurenenud biomassi produktsioon;	+	keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Sesoonne sademehulga kasv	6.02	Taimede veega varustus (saagikuse muutus)	+	väike- keskmine	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Sesoonne sademehulga kasv	6.02	Taimede veega varustus (saagikuse muutus)	+	väike- keskmine	väike	keskmine	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Päevaste ja öiste ekstreemtemp.de muutus	6.02	Öökülmade vähenemisest tingitud saagikuse suurenemine (?)	+	keskmine	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Päevaste ja öiste ekstreemtemp.de muutus	6.03	Muutused saagi kvaliteedis	+	keskmine	väike- keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Päevaste ja öiste ekstreemtemp.de muutus	6.03	Muutused saagi kvaliteedis	+	keskmine	väike- keskmine	keskmine	otsene	Üleriigiline
		CO2 kontsentratsiooni tõus	6.07	Õhulõhede juhtivuse vähenemine vähendab saasteainete kahjulikku mõju	+	väike	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.08	Energiasääst katmikviljeluses - efektiivsuse ja produktiivsuse tõus	+	keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.02; 6.08	Energiasääst katmikviljeluses - efektiivsuse ja produktiivsuse tõus	+	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.01	Kohalike sortide kohasus (fitness) muutub; Vajadus uute kohalikesse oludesse sobilike sortide aretamiseks ja sordirikkuse säilitamise aluseks	+/-	väike- keskmine	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.03	Muutused saagi kvaliteedis;	+/-	väike	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
		CO2 kontsentratsiooni tõus	6.01; 6.08	Füsioloogilise vee kasutamise tõhusus (C4 tüüpi taimede eelis C3 tüüpi taimede ees); kulutused umbrohutõrjele suuremad	+/-	keskmine	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Päevaste ja öiste ekstreemtemp.de muutus	6.01	Muutused aretatavate sortide nõuetes;	+0/-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Päevaste ja öiste ekstreemtemp.de muutus	6.01	Muutused aretatavate sortide nõuetes;	+0/-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Üleriigiline
		Rändlindude rändekoridoride muutumine (+/0/-)	6.02	Külvide hävimine	+0/-	keskmine	keskmine	keskmine	suund ettearvamat	Regionaalne
		CO2 kontsentratsiooni tõus	6.03	Muutused taime morfoloogias ja füsioloogias	+0/-	väike	väike	väike	otsene	Üleriigiline

Tabel 29. Kliimamuutuste mõju loomakasvatusele.

Periood	Stsenaarium (RCP 4,5; RCP 8,5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju tüübi nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+/0/-)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
Kuni 2020	Senine ilmastik			Olulisi muutusi pole ette näha, eristuda võivad mõned ekstreemsed aastad.						
Kuni 2030	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.09	Kasvuhoonegaaside (CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O) emissiooni suurenemine loomakasvatuses	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.09	Loomakasvatusega seotud saasteainete (H ₂ S, NH ₃) emissiooni suurenemine sõnnikukäitluses	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.09	Lõhnaainete emissiooni suurenemine loomakasvatuses (sotsiaalne)	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.05; 6.02	Teatud meetaimede produktsiooni tõus	+	keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.07	Kiireneb haudme areng mesilastel, mistõttu pered tugevamad ja talvituvad paremini	+	suur	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
2021-2050	RCP 8,5	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	6.05	Luhaheinamaadel looduskaitespiirangud al. 01. juulit ei tohi niita (lindude pesitsusaja kaitse). Taimik ülekasvanud, söödaväärtus madal	0	väike	keskmine	väike	otsene	Regionaalne
	RCP 8,5	Sesoonne sademetehulga kasv	6.02	Mesilaste nektari- ja õietolmu korjet mõjutavad pikemad sademete perioodid; (saagikuse muutus)	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
		Kuumastressi sagenemine põuaperioodil	6.02	Produktiivloomade toodangutaseme langus	-	suur	suur	väike	otsene	Üleriigiline
		Kuumastressi sagenemine põuaperioodil	6.02	Teat. meetaimede (jahedalembesed) produktsiooni langus (kättesaadavus)	-	väike	väike	väike	otsene	Üleriigiline
		Kuumastressi sagenemine põuaperioodil	6.03	Tootmisveisakud, kalade väärarengud ja kvaliteedi langus kalakasvandustes	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
		Põuariski tõus kevadel	6.04	Rohusööda tootmise komplitseerumine	-	suur	suur	väike	otsene	Üleriigiline
		Kuumastressi sagenemine põuaperioodil	6.07	Hapnikuvaeguses ja liiga soojas vees võivad külmalembesed (lõhilased) kalad hukkuda	-	suur	suur	väike	otsene	Üleriigiline

Periood	Stsenaarium (RCP 4,5; RCP 8,5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju tüübi nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+/-)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
		Äärmuslike kliimasündmuste esinemise sagenemine (nt. tugev tuul, äikesetormid, tromb, rahe)	6.07	Hapnikuvaeguses kalad võivad hukkuda; samuti sead, linnud ja veised sundventilatsiooniga loomapidamishoonetes;	-	suur	keskmine	väike	otsene	Regionaalne
		Üleujutuste suurem sagedus	6.07	Oht saartel, laidudel ja rannikualadel (luhtadel?) karjatavatele loomadele.	-	väike	väike	väike	otsene	Regionaalne
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.07	Veekogude eutrofeerumine ja ohtlike vetikate vohamine ohustab kalakasvatust;	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
		Äärmuslike kliimasündmuste esinemise sagenemine (nt. tugev tuul, äikesetormid, tromb, rahe)	6.08	Elektrikatkestused ja automaatikaseadmete töö häired (loomad sisetingimustes)	-	suur	suur	väike	otsene	Regionaalne
		Loomakasvatusega seotud saasteainete (NH3, N2O) emissiooni suurenemine	6.08	Intensiivsem ventilatsioon - suurem energiakulu	-	suur	suur	väike	otsene	Üleriigiline
		Kuumastressi sagenemine põuaperioodil	6.08	Muutused veetarbimises põhjustavad veevarustuse häireid kalakasvandustes;	-	suur	suur	väike	otsene	Üleriigiline
		Äärmuslike kliimasündmuste esinemise sagenemine (nt. tugev tuul, äikesetormid, tromb, rahe)	6.08	Suureneb vajadus lokaalsete elektrigeneraatorite ja/või maakaablite järele;	-	suur	suur	väike	otsene	Regionaalne
		Loomakasvatusega seotud saasteainete (NH3, N2O) emissiooni suurenemine	6.09	eutrofeerumine;	-	suur	suur	väike	kaudne	Üleriigiline
		Loomakasvatusega seotud saasteainete (NH3, N2O) emissiooni suurenemine	6.09	Happevihmad,	-	suur	suur	väike	kaudne	Üleriigiline
	RCP 4,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.09	Kasvuhoonegaaside (CO2, CH4, N2O) emissiooni suurenemine loomakasvatuses;	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.09	Kasvuhoonegaaside (CO2, CH4, N2O) emissiooni suurenemine loomakasvatuses;	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Üleriigiline
		Loomakasvatusega seotud saasteainete (NH3, N2O, CO2, CH4) emissiooni suurenemine	6.09	Kasvuhoonegaaside otsene emissioon	-	suur	suur	väike	otsene	Üleriigiline

Periood	Stsenaarium (RCP 4,5; RCP 8,5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju tüübi nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+/0/-)	Majanduslik mõju (suur, keskmise, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmise, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmise, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP 4,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.09	Loomakasvatusega seotud saasteainete (H2S, NH3) emissiooni suurenemine sõnnikukäitluses;	-	keskmise	keskmise	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.09	Loomakasvatusega seotud saasteainete (H2S, NH3) emissiooni suurenemine sõnnikukäitluses;	-	keskmise	keskmise	keskmise	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.09	Lõhnaainete emissiooni suurenemine loomakasvatuses (sotsiaalne).	-	keskmise	keskmise	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.09	Lõhnaainete emissiooni suurenemine loomakasvatuses (sotsiaalne).	-	keskmise	keskmise	keskmise	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.02	Teat. meetaimede produktsiooni tõus;	+	keskmise	keskmise	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.02	Teat. meetaimede produktsiooni tõus;	+	keskmise	keskmise	keskmise	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Päevaste ja öiste ekstreemtemp.de muutus	6.06	Pikemast veg. perioodist tulenev väetiste (sh. sõnniku) kasutamise aja pikenemine;	+	suur	keskmise	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Päevaste ja öiste ekstreemtemp.de muutus	6.05	Niidete (saagikoristuste) arvu suurenemine;	+	keskmise	keskmise	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.07	Kiireneb haudme areng mesilastel, mistõttu pered tugevamad ja talvituvad paremini; (tervis)	+	suur	keskmise	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.07	Kiireneb haudme areng mesilastel, mistõttu pered tugevamad ja talvituvad paremini; (tervis)	+	suur	keskmise	keskmise	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Talviste temperatuuride tõus, Külmmumis-sulamistsükli talvitumisel	6.08	Enam põhjust ehitada soojustamata või osaliselt soojustatud farmihooneid;	+	suur	keskmise	väike	otsene	Ettevõte
RCP 8,5	Päevaste ja öiste ekstreemtemp.de muutus	6.08	Sõnnikuhoidlate mahu vähenemine;	+	keskmise	keskmise	väike	otsene	Üleriigiline	
2051-2100	RCP 4,5	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	6.05	Luhaheinamaadel looduskaitespiirangud, enne 01. juulit ei tohi niita (lindude pesitsusaja kaitse). Taimik ülekasvanud, söödaväärtus madal	0	väike	keskmise	väike	otsene	Regionaalne
	RCP 8,5	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	6.05	Luhaheinamaadel looduskaitespiirangud, enne 01. juulit ei tohi niita (lindude pesitsusaja kaitse). Taimik ülekasvanud, söödaväärtus madal	0	väike	keskmise	keskmise	otsene	Regionaalne
	RCP 4,5	Sesoonne sademetehulga kasv	6.02	Mesilaste nektari- ja dietoimu korjet mõjutavad pikemad sademete perioodid.	-	keskmise	keskmise	väike	otsene	Üleriigiline

Periood	Stsenaarium (RCP 4,5; RCP 8,5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju tüübi nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+/0/-)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP 8,5	Sesoonne sademete hulga kasv	6.02	Mesilaste nektari- ja õietolmu korjet mõjutavad pikemad sademete perioodid.	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Üleriigiline
		Kuumastressi sagenemine põua perioodil	6.02	Produktiivloomade toodangutaseme langus;	-	suur	suur	keskmine	otsene	Üleriigiline
		Kuumastressi sagenemine põua perioodil	6.02	Teat. meetaimede (jahedalembesed) produktsiooni langus (kättesaadavus).	-	väike	väike	keskmine	otsene	Üleriigiline
		Kuumastressi sagenemine põua perioodil	6.03	Tootmisveisakud, kalade väärarendud ja kvaliteedi langus kalakasvandustes;	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Üleriigiline
		Põuariski tõus kevadel	6.04	Rohusööda tootmise komplitseerumine;	-	suur	suur	keskmine	otsene	Üleriigiline
		Kuumastressi sagenemine põua perioodil	6.07	Hapnikuvaeguses ja liiga soojas vees võivad külmalembesed (lõhilased) kalad hukkuda;	-	suur	suur	keskmine	otsene	Üleriigiline
		Äärmuslike kliimasündmuste esinemise sagenemine (nt. tugev tuul, äikesetormid, tromb, rahe)	6.07	Hapnikuvaeguses kalad võivad hukkuda; samuti sead, linnud ja veised sundventilatsiooniga loomapidamishoonetes;	-	suur	keskmine	keskmine	otsene	Regionaalne
		Põuariski tõus kevadel	6.07	Mesilasperede hukkumise põhjuste kompleks.	-	väike	väike	väike	kaudne	Üleriigiline
		Üleujutuste suurem sagedus	6.07	Oht saartel, laidudel ja rannikualadel (luhtadel?) karjatavatele loomadele.	-	väike	väike	keskmine	otsene	Regionaalne
	RCP 4,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.07	Veekogude eutrofeerumine ja ohtlike vetikate vohamine ohustab kalakasvatust;	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.07	Veekogude eutrofeerumine ja ohtlike vetikate vohamine ohustab kalakasvatust;	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Üleriigiline
		Äärmuslike kliimasündmuste esinemise sagenemine (nt. tugev tuul, äikesetormid, tromb, rahe)	6.08	Elektrikatkestused ja automaatikaseadmete töö häired (loomad sisetingimustes);	-	suur	suur	keskmine	otsene	Regionaalne
		Loomakasvatusega seotud saasteainete (NH3, N2O) emissiooni suurenemine	6.08	Intensiivsem ventilatsioon - suurem energiakulu;	-	suur	suur	keskmine	otsene	Üleriigiline
		Kulupõlengud, tulekahjud	6.08	Kui luhtadel üleujutus pole, suureneb kulupõlengute oht, risk põllumajandusehitistele.	-	väike	väike	väike	otsene	Üleriigiline
		Kuumastressi sagenemine põua perioodil	6.08	Muutused veetarbimises põhjustavad veevarustuse häireid kalakasvandustes;	-	suur	suur	keskmine	otsene	Üleriigiline

Periood	Stsenaarium (RCP 4,5; RCP 8,5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju tüübi nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+/0/-)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
		Äärmuslike kliimasündmuste esinemise sagedasus (nt. tugev tuul, äikesetormid, trombi, rahe)	6.08	Suureneb vajadus lokaalsete elektrigeneraatorite ja/või maakaablite järele;	-	suur	suur	keskmine	otsene	Regionaalne
		Loomakasvatusega seotud saasteainete (NH ₃ , N ₂ O) emissiooni suurenemine	6.09	eutrofeerumine;	-	suur	suur	keskmine	kaudne	Üleriigiline
		Loomakasvatusega seotud saasteainete (NH ₃ , N ₂ O) emissiooni suurenemine	6.09	Happevihmad,	-	suur	suur	keskmine	kaudne	Üleriigiline
	RCP 4,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.09	Kasvuhoonegaaside (CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O) emissiooni suurenemine loomakasvatuses;	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.09	Kasvuhoonegaaside (CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O) emissiooni suurenemine loomakasvatuses;	-	keskmine	keskmine	suur	otsene	Üleriigiline
		Loomakasvatusega seotud saasteainete (NH ₃ , N ₂ O, CO ₂ , CH ₄) emissiooni suurenemine	6.09	Kasvuhoonegaaside otsene emissioon	-	suur	suur	keskmine	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.09	Loomakasvatusega seotud saasteainete (H ₂ S, NH ₃) emissiooni suurenemine sõnnikukäitluses;	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.09	Loomakasvatusega seotud saasteainete (H ₂ S, NH ₃) emissiooni suurenemine sõnnikukäitluses;	-	keskmine	keskmine	suur	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.09	Lõhnaainete emissiooni suurenemine loomakasvatuses (sotsiaalne).	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.09	Lõhnaainete emissiooni suurenemine loomakasvatuses (sotsiaalne).	-	keskmine	keskmine	suur	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.02	Teat. meetaimede tootmise tõus;	+	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.02	Teat. meetaimede tootmise tõus;	+	keskmine	keskmine	suur	otsene	Üleriigiline

Periood	Stsenaarium (RCP 4,5; RCP 8,5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju tüübi nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+/0/-)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP 8,5	Sesoonne sademetehulga kasv	6.02	Veise- ja seakasvatuse efektiivsuse ja produktiivsuse tõus;	+	väike	väike	väike	otsene	Eeldatavasti regionaalne, sõltub sellest, millisel aastajal sademete hulk suureneb. Suurenemine kevadel ja suvel (vegetatsiooni perioodil) mõjutab positiivselt, suurenemine sügisel ja talvel mõju ei oma või on mõju negatiivne
	RCP 4,5	Päevaste ja öiste ekstreemtemp.de muutus	6.05	Niidete (saagikoristuste) arvu suurenemine	+	keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Päevaste ja öiste ekstreemtemp.de muutus	6.05	Niidete (saagikoristuste) arvu suurenemine	+	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Päevaste ja öiste ekstreemtemp.de muutus	6.06	Pikemast veg. perioodist tulenev väetiste (sh. sõnniku) kasutamise aja pikenemine	+	suur	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Päevaste ja öiste ekstreemtemp.de muutus	6.06	Pikemast veg. perioodist tulenev väetiste (sh. sõnniku) kasutamise aja pikenemine	+	suur	keskmine	keskmine	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.07	Kiireneb haudme areng mesilastel, mistõttu pered tugevamad ja talvituvad paremini	+	suur	keskmine	keskmine	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.07	Kiireneb haudme areng mesilastel, mistõttu pered tugevamad ja talvituvad paremini	+	suur	keskmine	suur	otsene	Üleriigiline
		Põuariski tõus kevadel	6.07	Sääski võib olla vähem, mistõttu suureneb soojavereliste loomade (ja inimeste) heaolu	+	väike	väike	väike	kaudne	Üleriigiline
	RCP 4,5	Talviste temperatuuride tõus, Külumumis-sulamistsüklid talvitumisel	6.08	Enam põhjust ehitada soojustamata või osaliselt soojustatud farmihooneid	+	suur	keskmine	väike	otsene	Ettevõtte
	RCP 8,5	Talviste temperatuuride tõus, Külumumis-sulamistsüklid talvitumisel	6.08	Enam põhjust ehitada soojustamata või osaliselt soojustatud farmihooneid	+	suur	keskmine	keskmine	otsene	Ettevõtte
	RCP 4,5	Päevaste ja öiste ekstreemtemp.de muutus	6.08	Sõnnikuhoidlate mahu vähenemine	+	keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Päevaste ja öiste ekstreemtemp.de muutus	6.08	Sõnnikuhoidlate mahu vähenemine	+	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Üleriigiline

Periood	Stsenaarium (RCP 4,5; RCP 8,5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju tüübi nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+/0/-)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.08	Veise- ja seakasvatuse efektiivsuse ja produktiivsuse tõus	+	väike	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.01	Kohalike tõugude kohasus (fitness muutub); Võib tekkida vajadus aretusprogrammide täiendamiseks, mis aitaks produktiivloomadel soojema kliimaga kohaneda	+/-	väike	väike	väike	otsene	Loomakasvatuses mõju üleriigiline (soojema kliimaga kohastunud kohalikud tõud)

Tabel 30. Kliimamuutuste mõju põllumajandusele: taimekaitse- ja veterinaaria.

Periood	Stsenaarium (RCP 4,5; RCP 8,5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Alavaldkond (eelnevalt defineeritud)	Mõju tüübi nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+/-)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
Kuni 2020	Senine ilmastik		Taimekaitse ja veterinaaria		Olulisi muutusi pole ette näha						
Kuni 2030	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	Taimekaitse	6.02	Kahjustajate põhjustatud saagikadude suurenemine;	-	suur	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Talviste temperatuuride tõus, külmumis-sulamistsüklid talvitumisel	Taimekaitse	6.07	Külmaõrnade kahjustajate ellujäämine, tugevam esmasnakkus (inokulatsioon);	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
		Kuumastressi sagenemine põuaperioodil	Taimekaitse	6.07	Teat. kahjustajate puhangud; (taimetervis)	-	keskmine	väike	väike	otsene	Üleriigiline
2021-2050	RCP 4,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	Taimekaitse	6.02	Kahjustajate põhjustatud saagikadude suurenemine;	-	suur	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	Taimekaitse	6.02	Kahjustajate põhjustatud saagikadude suurenemine;	-	suur	keskmine	keskmine	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Päevaste ja öiste ekstreemtemp.de muutus	Taimekaitse	6.07	Herbivooride elutsükli muutumine ja kättesaadavuse vähenemine loodusl. vaenlastele.	-	väike	väike	väike	otsene	Üleriigiline
		CO2 kontsentratsiooni tõus	Taimekaitse	6.07	Herbivooride toidutarbimise tõus;	-	väike	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Talviste temperatuuride tõus, Külmumis-sulamistsüklid talvitumisel	Taimekaitse	6.07	Külmaõrnade kahjustajate ellujäämine, tugevam esmasnakkus (inokulatsioon);	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Talviste temperatuuride tõus, Külmumis-sulamistsüklid talvitumisel	Taimekaitse	6.07	Külmaõrnade kahjustajate ellujäämine, tugevam esmasnakkus (inokulatsioon);	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Üleriigiline
		CO2 kontsentratsiooni tõus	Taimekaitse	6.07	Lehekahjustajate puhangud (mikrokliima - roosted, jahukasted, laiktõved, põletikud);	-	keskmine	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	Taimekaitse	6.07	Lennuvõimeliste putukate dispersiooni varasemaks muutumine;	-	keskmine	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskm. päikesekiirguse vähenemine sj lühilainelise kiirguse vähenemine (UV-B)	Taimekaitse	6.07	Seenpatogeenide ellujäämise suurenemine	-	väike	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Sesoonne sademetehulga kasv	Taimekaitse	6.07	Taimehaiguste põhjustatud kahjude tõus;	-	keskmine	väike	väike	otsene	Üleriigiline

Periood	Stsenaarium (RCP 4,5; RCP 8,5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Alavaldkond (eelnevalt defineeritud)	Mõju tüübi nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+/0/-)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	Taimekaitse	6.07	Taimekahjustajate areaali muutumine;	-	keskmine- suur	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel	Taimekaitse	6.07	Taimekaitsevahendite triiv (Roundup)	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
		CO2 kontsentratsiooni tõus	Taimekaitse	6.07	Taimetoidulistele putukatele ligipääsetavuse vähenemine (lood. vaenl. või pritsimisel);	-	väike	väike	väike	otsene	Üleriigiline
		Püsiv lumikate külmumata maale	Taimekaitse	6.07	Taliviljade ikaldus talvitushaiguste tõttu;	-	keskmine	väike	väike	otsene	Üleriigiline
		Kuumastressi sagenemine põuaperioodil	Taimekaitse	6.07	Teat. kahjustajate puhangud;	-	keskmine	väike	keskmine	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Lumikattega päevade arv [väheneb]	Taimekaitse	6.07	Tuule-erosioon; Mullapatogeenide edasikandumine (anemohooria).	-	väike- keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline (regionaalne)
	RCP 8,5	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel	Taimekaitse	6.07	Tuule-erosioon; Mullapatogeenide edasikandumine (anemohooria).	-	väike- keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	Taimekaitse	6.07	Troofiliste suhete muutumine kahjustajate kompleksides;	-/0/+	suur-väike	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskm. päikesekiirguse vähenemine sj lühilainelise kiirguse vähenemine (UV-B)	Taimekaitse	6.07	Mikroobsete taimekaitsevahendite ellujäämuse suurenemine	+	keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
		CO2 kontsentratsiooni tõus	Taimekaitse	6.07	Suurenenud C-sisaldusega juurviljad on vastupidavamad mullapatogeenidele;	+	väike	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	Taimekaitse	6.01	Muutused kasvatatavate kultuuride valikus, sh teat. kultuuride levik põhjapoolle;	+/0/-	väike	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
		CO2 kontsentratsiooni tõus	Taimekaitse	6.07	Muutunud patogeeni virulentsus/peremeestaime vastuvõtlikkus.	+/0/-	keskmine	väike	väike	otsene	Üleriigiline
		Äärmuslike kliimasündmuste esinemise sagenemine (nt. tugev tuul, äikesetormid, tromb, rahe)	Taimekaitse, veterinaaria	6.07	Patogeenide (aga ka teat. lennuvõimeliste putukate) dispersioon (kauglevi).	-	Keskmine	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	Veterinaaria	6.07	Uute loomataudide (sh. mesilaste ja kalade haigustekitajate) ja zoonooside ja nende siirutajate levik;	-	suur	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
		Rändlindude rändekoridoride muutumine (+/0/-)	Veterinaaria	6.07	Lindudega seotud haigused	+/0/-	keskmine	keskmine	väike	suund ettearvamatu	Regionaalne

Periood	Stsenaarium (RCP 4,5; RCP 8,5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Alavaldkond (eelnevalt defineeritud)	Mõju tüübi nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+/0/-)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
2051-2100	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	Taimekaitse	6.01	Kohalike sortide kohasus (fitness) muutub; Vajadus uute kohalikesse oludesse sobilike ja haiguskindlate sortide aretamiseks;	-	väike-keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline, regionaalne
	RCP 4,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	Taimekaitse	6.02	Kahjustajate põhjustatud saagikadude suurenemine;	-	suur	keskmine	keskmine	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	Taimekaitse	6.02	Kahjustajate põhjustatud saagikadude suurenemine;	-	suur	keskmine	suur	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Päevaste ja öiste ekstreemtemp.de muutus	Taimekaitse	6.07	Herbivooride elutsükli muutumine ja kättesaadavuse vähenemine loodusl. vaenlastele.	-	väike	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Päevaste ja öiste ekstreemtemp.de muutus	Taimekaitse	6.07	Herbivooride elutsükli muutumine ja kättesaadavuse vähenemine loodusl. vaenlastele.	-	väike	väike	keskmine	otsene	Üleriigiline
		CO2 kontsentratsiooni tõus	Taimekaitse	6.07	Herbivooride toidutarbimise tõus;	-	väike	väike	keskmine	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Talviste temperatuuride tõus, Külmumis-sulamistsükli talvitumisel	Taimekaitse	6.07	Külmaõrnade kahjustajate ellujäämine, tugevam esmasnakkus (inokulatsioon);	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Talviste temperatuuride tõus, Külmumis-sulamistsükli talvitumisel	Taimekaitse	6.07	Külmaõrnade kahjustajate ellujäämine, tugevam esmasnakkus (inokulatsioon);	-	keskmine	keskmine	suur	otsene	Üleriigiline
		CO2 kontsentratsiooni tõus	Taimekaitse	6.07	Lehekahjustajate puhangud (mikrokliima - roosted, jahukasted, laiktõved, põletikud);	-	keskmine	väike	keskmine	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	Taimekaitse	6.07	Lennuvõimeliste putukate dispersiooni varasemaks muutumine;	-	keskmine	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	Taimekaitse	6.07	Lennuvõimeliste putukate dispersiooni varasemaks muutumine;	-	keskmine	väike	keskmine	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Aastakeskm. päikesekiirguse vähenemine sj lühilainelise kiirguse vähenemine (UV-B)	Taimekaitse	6.07	Seenpatogeenide ellujäämise suurenemine	-	väike	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskm. päikesekiirguse vähenemine sj lühilainelise kiirguse vähenemine (UV-B)	Taimekaitse	6.07	Seenpatogeenide ellujäämise suurenemine	-	väike	väike	keskmine	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Sesoonne sademetehulga kasv	Taimekaitse	6.07	Taimehaiguste põhjustatud kahjude tõus;	-	keskmine	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Sesoonne sademetehulga kasv	Taimekaitse	6.07	Taimehaiguste põhjustatud kahjude tõus;	-	keskmine	väike	keskmine	otsene	Üleriigiline
RCP 4,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	Taimekaitse	6.07	Taimekahjustajate areaali muutumine;	-	keskmine-suur	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline	

Periood	Stsenaarium (RCP 4,5; RCP 8,5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Alavaldkond (eelnevalt defineeritud)	Mõju tüübi nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+/-)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	Taimekaitse	6.07	Taimekahjustajate areaali muutumine;	-	keskmine- suur	keskmine	keskmine	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel	Taimekaitse	6.07	Taimekaitsevahendite triiv (Roundup)	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel	Taimekaitse	6.07	Taimekaitsevahendite triiv (Roundup)	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Üleriigiline
		CO2 kontsentratsiooni tõus	Taimekaitse	6.07	Taimetoiduliste putukatele ligipääsetavuse vähenemine (lood. vaenl. või pritsimisel);	-	väike	väike	keskmine	otsene	Üleriigiline
		Kuumastressi sagenemine põuaperioodil	Taimekaitse	6.07	Teat. kahjustajate puhangud;	-	keskmine	väike	suur	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Lumikattega päevade arv [väheneb]	Taimekaitse	6.07	Tuule-erosioon; Mullapatogeenide edasikandumine (anemohooria).	-	väike- keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline (regionaalne)
	RCP 4,5	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel	Taimekaitse	6.07	Tuule-erosioon; Mullapatogeenide edasikandumine (anemohooria).	-	väike- keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Lumikattega päevade arv [väheneb]	Taimekaitse	6.07	Tuule-erosioon; Mullapatogeenide edasikandumine (anemohooria).	-	väike- keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Üleriigiline (regionaalne)
	RCP 8,5	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel	Taimekaitse	6.07	Tuule-erosioon; Mullapatogeenide edasikandumine (anemohooria).	-	väike- keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Üleriigiline
		Osooni kontsentratsiooni tõus	Taimekaitse	6.07	Soodustab teat. Patogeenide lööbimist taimes, pärsib teisi.	-/+	väike	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	Taimekaitse	6.07	Troofiliste suhete muutumine kahjustajate kompleksides;	-/0/+	suur-väike	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	Taimekaitse	6.07	Troofiliste suhete muutumine kahjustajate kompleksides;	-/0/+	suur-väike	väike	keskmine	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Aastakeskm. päikesekiirguse vähenemine sj lühilainelise kiirguse vähenemine (UV-B)	Taimekaitse	6.07	Mikroobsete taimekaitsevahendite ellujäämuse suurenemine	+	keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskm. päikesekiirguse vähenemine sj lühilainelise kiirguse vähenemine (UV-B)	Taimekaitse	6.07	Mikroobsete taimekaitsevahendite ellujäämuse suurenemine	+	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Talviste temperatuuride tõus, Külmumis-sulamistsüklid talvitumisel	Taimekaitse	6.07	Mullas talvituvate kahjustajate elumuse langus liigniiskuse ja hapnikuvaeguse tõttu;	+	väike	väike	väike	otsene	Üleriigiline
		CO2 kontsentratsiooni tõus	Taimekaitse	6.07	Suurenenud C-sisaldusega juurviljad on vastupidavamad mullapatogeenidele;	+	väike	väike	keskmine	otsene	Üleriigiline

Period	Stsenaarium (RCP 4,5; RCP 8,5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Alavaldkond (eelnevalt defineeritud)	Mõju tüübi nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+/0/-)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
		CO2 kontsentratsiooni tõus	Taimekaitse	6.07	Õhulõhede tiheduse vähenemine pärsib sisenevaid patogeene (nt. jahukaste);	+	väike	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	Taimekaitse	6.01	Muutused kasvatatavate kultuuride valikus, sh teat. kultuuride levik põhjapoolsele;	+/0/-	väike	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	Taimekaitse	6.01	Muutused kasvatatavate kultuuride valikus, sh teat. kultuuride levik põhjapoolsele;	+/0/-	väike	keskmine	keskmine	otsene	Üleriigiline
		CO2 kontsentratsiooni tõus	Taimekaitse	6.07	Muutunud patogeeni virulentsus/peremeestaimede vastuvõtlikkus.	+/0/-	keskmine	väike	keskmine	otsene	Üleriigiline
		Äärmuslike kliimasündmuste esinemise sagenemine (nt. tugev tuul, äikesetormid, tromb, rahe)	Taimekaitse, veterinaaria	6.07	Patogeenide (aga ka teat. lennuvõimeliste putukate) dispersioon (kauglevi).	-	Keskmine	väike	keskmine	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	Veterinaaria	6.07	Uute loomataudide (sh. mesilaste ja kalade haigustekitajate) ja zoonooside ja nende siirutajate levik;	-	suur	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	Veterinaaria	6.07	Uute loomataudide (sh. mesilaste ja kalade haigustekitajate) ja zoonooside ja nende siirutajate levik;	-	suur	keskmine	keskmine	otsene	Üleriigiline
		Rändlindude rändekoridoride muutumine (+/0/-)	Veterinaaria	6.07	Lindudega seotud haigused	+/0/-	keskmine	keskmine	keskmine	suund ettearvamatu	Regionaalne

1

2 **6.4.4. Mõjude kokkuvõte**

3 Töö aluseks olnud kliimastenaariumite alusel võib üldjärelalusena välja tuua vajaduse
4 käsitleda ekstreemsetest ilmastikunähtustest ja ohtlike taimekahjustajate areaali
5 laienemisest ning loomataudide ja zoonooside levikust tingitud hädaolukordi eraldi
6 ilmastiku normaalse varieeruvuse piiresse jäävatest kliimasündmustest. Põllumajandus on
7 oma olemuselt ilmastikust sõltuv majandusharu, mistõttu paljud riskid on erinevate
8 tehnoloogiatega või majanduslike meetmetega maandatavad, eeldusel, et erinevate
9 kliimafaktorite mõjud on ette ennustatavad. Kliimafaktoritest tingitud riskide (ja
10 võimaluste) hinnanguline tase suurenes periooditi kliimastenaariumitega ettenähtud
11 muutujate väärtuste, aga ka muutuse avaldumise tõenäosuse kasvades. Teatavaid mõjusid
12 aitab tasakaalustada loomulik, pidev õppimis- ja kohanemisprotsess. Positiivsete muutuste
13 sotsiaalse ja majandusliku mõju määr võib jääda individuaalselt varieeruvaks huvigruppide
14 esindajate erineva kohanemisvõime ja investeeringusuutlikkuse pärast.

15

16 **6.4.5. Piiriülesed aspektid**

17 Tervisliku toidu kättesaadavuse tagamine on piiriülene teema, sest suur osa meie toidust,
18 põllumajanduslikust toorainest ja sisenditest tuleb teistest riikidest. ELi ja Eesti toidualased
19 õigusnormid hõlmavad kõiki toiduahela osi alates sööda ja toidu tootmisest kuni selle
20 töötlemise, ladustamise, transpordi, impordi ja ekspordi ning jaemüügini. Palju taime- ja
21 loomaterviseiga seotud piiriüleseid meetmeid ja süsteeme on juba loodud, kuid neid tuleb
22 kohandada uute olukordade ja nõuetega. Teatavad meetmed võivad olla tõhusad praegustes
23 kliimaoludes, kuid võivad vajada tugevdamist või läbivaatamist radikaalsema või kiiremate
24 kliimamuutuste korral.

25 **6.5. Edasised uuringusuunad**

26 Seoses kliimakohanemisega määratleti olulisemateks uurimisvajadusteks järgmised
27 teemad:

- 28 • Agroklimatoloogiliste näitajate modelleerimine;
- 29 • Eriolukordade modelleerimine, nt üleujutused, põuad põllumajandusmaal;
- 30 • Muldade süsinikuvaru seire ja negatiivse huumusbilansi põhjuste väljaselgitamine;
- 31 • Alternatiivne kasutus kolmanda ja neljanda niite rohusöödale? (Analoogne
32 probleem on luhheinamaade rohusööda kasutus pärast maakasutuse piirangu
33 lõppu?);
- 34 • Tõhusate biotõrjemeetodite leidmine verdimevate putukate sh parmude vastu
35 (algatatud klastriprojekt);
- 36 • Niisutussüsteemide efektiivsuse ja keskkonnasäästlikkuse uuring;
- 37 • Mesinduse korjebaasi tagava taimekasvatuse külvipinna struktuuri optimeerimine;
- 38 • Mesilaste haiguste ja parasiitide seire;
- 39 • Kalade parasiitide seire;

- 1 • Loodusõnnetustest tingitud hädaolukordade ja põllumajanduse kriisireguleerimise
2 formaaljuriidilised alused ja võimalused.

3

4 Suure määramatuse tõttu tuleks prioriteetsemate uurimisvaldkondade hulka arvata ka mitme
5 faktori koosmõjude sh biotiliste ja abiootiliste stressorite, troofiliste suhete komplekside
6 ja peremeesorganismi resistentsuse / patogeeni virulentsuse, kultuuride ja loomade
7 innovaatiliste kasvatustehnoloogiate, külvipinna struktuuri ning saasteainete emissiooni
8 optimeerimise uurimine.

9

1 **7. Metsandus**

2 **Tullus, Hardi; Drenkhan, Rein; Lutter, Reimo; Hanso, Märt**

3 **Eesti Maaülikool, metsandus- ja maahitusinstituut**

4 **7.1. Sissejuhatus**

5 Metsanduse valdkonna analüüs on järgnevalt esitatud kolme alavaldkonnana. Käesolevas
6 uurimuses metsandust käsitlevates peatükkides lähtutakse metsanduses üldtunnustatud
7 mõistetest, mis on fikseeritud Metsaseaduses (2006) ja Eino Laasi toimetatud koguteoses
8 „Metsamajanduse alused“ (2011) ning Eesti metsanduse arengukavas („Eesti metsanduse
9 arengukava aastani 2020“, 2010).

10 **Metsamajanduse ja metsatööstuse** peatükis käsitletakse kliimamuutuste mõju
11 metsasektorile laiemalt, nii looduses toimuvate muutuste kui ka puidutööstuses tekkida
12 võivate tehnoloogiliste probleemide analüüsina. Järgnevalt keskendutakse teises
13 alavaldkonnas metsa kui ökosüsteemi majandamisele ja teadliku inimtegevusena metsade
14 kujundamisele, st **metsakasvatusele**. Kolmandas alavaldkonnas keskendutakse kliima
15 muutumisega kaasnevale kõige suuremale metsakasvatustlikule riskile ja ohutegurile:
16 **metsahaigustele**.

17 Kliimamuutused põhjustavad eeldatavalt olulisi pikaajalisi muutusi Eesti metsade
18 koosseisus, produktioonis ja metsade ökoloogilises seisundis. Võivad muutuda
19 metsanduslike tegevuste proportsioonid ja eesmärgid. Metsatööstus peab arvestama
20 kohaliku puidu sortimentatsiooni muutustega. Temperatuuri tõusuga võivad kaasneda
21 tehnoloogilised probleemid nagu nt sulamaaga metsaraied ja raskendatud väljavedu
22 metsast. Sademete suurenemisel saab oluliseks metsateede ja metsakuivenduskraavide
23 korrashoid.

24 Eesti metsad on valdavalt poollooduslikud. Metsade kasvu ja arengut suunatakse
25 metsakultuuride rajamise ja hooldusraietega. Eestis puudub arvestatavas mahus
26 plantatsiooniline, lühikese raieringiga, intensiivmeetodil puidu biomassi kasvatamisele
27 suunatud metsandus. Metsaökosüsteemid arenevad valdavalt looduslikul teel ja on
28 prognoositavalt võimelised reageerima aeglastele kliimamuutustele jätkusuutlikult. Olulist
29 ja vältimatut kahju võivad tekitada ekstreemsed ilmastikuolud. Samas on vaja
30 metsakasvatajate ja matsaomanike nõustamist looduslähedaste kliimamuutusi
31 pehmendavate metsakasvatustviiside osas. Uudset lähenemist on vaja
32 metsataimekasvatuses, metsaselektsioonis, puistute hooldamises, metsakaitses ja
33 metsapatoloogias.

34 Kliimamuutustega seotud riskide osas on üheks olulisemaks metsahaigused, eriti invasiivse
35 iseloomuga haiguspuhangud ja samuti võimalikud kahjurputukate masspaljunemised.
36 Metsahaigusi soodustavad eriti tõusev temperatuur eelkõige jahedamal aastaajal ja
37 vaatamata suurenevatele sademetele prognoositavad suvised põuad.

38 **7.2. Metoodika**

39 **Hetkeolukorra analüüs**

1 Metsanduse peatükis esitatud hetkeolukorra analüüs on peamiselt kirjanduse analüüs.
2 Kliima muutumise mõju metsadele käsitlevat teaduskirjandust on viimasel paaril
3 aastakümnel ilmunud trükis väga suures mahus. Üldised arusaamad võimalikest riskidest ja
4 prognoositavatest muutustest boreaalsetes ja hemiboreaalsetes metsades on üldtunnustatud.
5 Eestile looduslikult lähedastes riikides, nt Soomes ja Rootsis, on kujundatud ka vastavad
6 riiklikud strateegiad, mis olid aluseks ka käesoleva analüüsi koostamisel ja tulemuste
7 esitamisel.

8

9 **Mõjude analüüs**

10 Mõjude analüüs tugineb peamiselt ekspertarvamustele ja kliimamuutuste mõju metsadele
11 ja metsandusele üldistavale kirjandusele. Kliima muutumisest tingitud ja tulevikus
12 realiseeruda võivate riskide, haavatavuse ja mõjude hindamisel metsanduses lähtuti
13 Keskkonnaagentuuri (Luhamaa *et al.*, 2015) kuni aastani 2100 koostatud prognoosidest.
14 Lähtuti peamiselt kliimastenaariumitest RCP4.5 ja 8.5. Neist viimast kasutati harva
15 esinevate, ekstreemsete, kuid metsandust enim mõjutavate sündmuste mõju
16 prognoosimisel. Kliima muutumise detailset mõju metsadele käsitlevat teaduskirjandust on
17 viimasel paaril aastakümnel ilmunud trükis väga suures mahus (nt ülevaateartiklid: Saxe *et*
18 *al.*, 2001; Hyvönen *et al.*, 2007; Kellomäki *et al.*, 2008; Lindner *et al.*, 2014). Üldised
19 arusaamad võimalikest riskidest, mõjudest ja prognoositavatest muutustest boreaalsetes ja
20 hemiboreaalsetes metsades on üldtunnustatud. Eestile looduslikult lähedastes riikides, nagu
21 Soomes ja Rootsis on kujundatud ka vastavad riiklikud strateegiad, kus esitatavad mõjude
22 prognoosid olid aluseks ka käesoleva analüüsi teostamisel ja tulemuste esitamisel.

23 Kliima muutustega seotud teoreetilisemat laadi, eelkõige puude elutegevuses toimuvaid
24 muutusi on Eestis põhjalikult uuritud Tartu Ülikooli FAHM (*Free Air Humidity*
25 *Manipulation*) ehk Metsaökosüsteemi Õhuniiskusega Manipuleerimise Ekspirimendis
26 (Kupper *et al.*, 2011). FAHM on TÜ ökofüsioloogia ja rakendusökoloogia töörühma poolt
27 rajatud unikaalne eksperiment, kus osalevad ka Eesti Maaülikooli metsateadlased, mis uurib
28 puude ja metsaökosüsteemi kohanemist ning talitlust suurenenud õhuniiskusel. FAHM
29 katsetes saadud tulemused (Kupper *et al.*, 2011; Tullus *et al.*, 2012; Sellin *et al.*, 2013;
30 Godbold *et al.*, 2014; Niglas *et al.*, 2014; Rosenvald *et al.*, 2014; Tullus *et al.*, 2014) ja
31 nende teoreetiline interpretatsioon olid aluseks käesolevas, kliimamuutuste mõju puude
32 elutegevusele analüüsis üldistuses.

33 Detailsemat meetodikat on kasutatud metsahaiguste prognoosimisel. Juba alanud
34 massiivses uute haigusetkitajate invasioonis on patogeenide määramiseks kasutatud
35 välitöödel kogutud haigusproovide mikroskopeerimist, puhaskultuuride meetodikat ning
36 molekulaardiagnostikat (vt Drenkhan ja Hanso, 2009; Drenkhan *et al.*, 2014a).
37 Haigusetkitajate epidemioloogilis-etioloogiliste analüüside abimaterjaliks on olnud
38 ilmajaamade andmestik, s.h. eriti kuude keskmised õhutemperatuurid ja sademete summad.
39 Teiseks abimaterjaliks on olnud männiokaste eluea nn okkajälje meetodil saadud
40 retrospektiivne uurimismaterjal kontrollperioodist 1887 kuni 2006 (vt Drenkhan ja Hanso,
41 2006; Hanso ja Drenkhan, 2012). Okaste eluea retrospektiivsete andmete hankimiseks ja
42 analüüsiks kasutatud okkajälje meetodika on välja töötatud Soomes (vt Aalto ja Jalkanen
43 1998, 2004; Drenkhan, 2011). Kliimamuutuste visualiseerimiseks ja metsapatoloogiliste
44 seoste mõistmiseks on kasutatud kalendrikuude keskmiste õhutemperatuuride
45 standardhälbe statistilisi võrdlusi pikaajalise perioodi 1866–2011 kohta (Hanso ja
46 Drenkhan, 2013). Invasiivsete haigusetkitajate leviku hindamiseks Eestis on tehtud
47 projektipõhiseid monitooringulisi uuringuid.

1 Mõjude analüüsi tekstis (ptk 7.4) on viidatud mõjude ülevaattetabelites (**Tabel 31, Tabel 32**
2 ja **Tabel 33**) esitatud konkreetsetele mõjudele (mõju 7.XX).

3 **7.3. Alavaldkondlik hetkeolukorra analüüs**

4 **7.3.1. Metsamajandus ja metsatööstus**

5 **Probleemid, võimalused ja ohud**

6 Üle poole Eesti maismaast on kaetud metsaga. Metsamajandus moodustab 2% SKT-st, koos
7 puidu väärindamisega 5–6% (Aastaraamat: Mets 2013, 2014). Kliimamuutused võivad
8 oluliselt mõjutada sektori võimekust ning osakaalu majanduses ja tööhõives. Puidu kvaliteet
9 võib langeda ja kulutused metsanduses suurened.

10 Temperatuuri tõusuga võivad kaasned majanduslikud ja tehnoloogilised probleemid.
11 Talvise külmunud pinnasega metsaraie perioodi lühenemine või ära jäämine muudab turu
12 puiduga varustamise ebastabiilseks. Saeveskid peavad tegema lisakulutusi puidutagavara
13 ladustamiseks. Puidu väljavedu raiekohast teeäärde muutub kallimaks, rohkem mulda ning
14 taimkatet lõhkuvaks. Puidu väljaveoga kaasnevad puude juurevigastused suurendavad
15 puidumädanike leviku riski. Lüheneb ümarpuidu riskivaba säilitamise aeg vahelaos, sest
16 suureneb puidu kahjustuse oht puitu asustavate seente poolt, nt puidusinetus jms.

17 Sademete suurenemisel muutub oluliseks metsateede ja kuivendusvõrkude korrashoid,
18 suurenevad vastavad kulutused.

19 Puidu kvaliteeti võib vähendada puude lopsakast kasvust tulenev suurenev okslikkus ja
20 paksemad (hõredama puiduga) aastarõngad.

21 Suurened võib metsatulekahjude risk, mis samas jääb Eesti üldises kliimas suhteliselt
22 madalaks ja tulekahjud tihedast teede võrgust tulenevalt kiiresti likvideeritavaks.

23

24 **Ilmastikunähtuste mõjude kirjeldus minevikus**

25 Suurem mõju on olnud tormidel. Mõjunud on nii Eestis toimunud tormid kui ka
26 naaberriikides nt Soomes ja Rootsis toimunud, seda eelkõige puiduturu mahtude ja puidu
27 hindade kaudu. Kui tööjõu maksumus jääb Eestis pikemaks ajaks oluliselt madalamaks kui
28 Soomes-Rootsis-Norras, siis mõjutab see tööjõukättesaadavust suurte tormide järel
29 (minnakse tööle Rootsi ja Soome tormimurdu koristama).

30

31 **Ülevaade meetmetest, mis aitavad kohaneda, mida juba rakendatakse**

32 Koostatud on Eesti metsanduse arengukava („Eesti metsanduse arengukava aastani 2020“,
33 2010), kus on kavandatud kliima muutusi pehmendavad meetmed. Arengukavas
34 prognoositakse muutusi metsade tagavaras ja juurdekasvus ja planeeritakse tegevused
35 eesmärgiga suurendada puidu kui taastuva loodusvara osakaale energiamajanduses.
36 Lähtutakse eesmärgist vähendada fossiilsete kütuste kasutamisest tulenevat CO₂
37 emissiooni.

38 Eestis toimib riiklikult korraldatud seiresüsteem (nt metsaseire programm, kompleksseire
39 programm), mis on seotud metsade erinevate komponentide jälgimise ja analüüsiga ning
40 mida saab tulevikus täiustada, et paremini jälgida kliimamuutuste mõju metsadele.

41

1 7.3.2. Metsakasvatus

2 Probleemid, võimalused ja ohud

3 Kliimamuutuste mõjul uute majandatavate puuliikide jõudmist Eestisse ei prognoosita.
4 Selliste puuliikide nagu pöök ja valgepöök Eesti tingimustega kohanemist pidurdavad
5 üksikutel aastatel esinevad ekstreemselt madalad talvised temperatuuri, mille esinemist ei
6 välista aasta keskmise temperatuuri tõus. Kuid muutuda võib okaspuude ja lehtpuude
7 vahekorid viimaste kasuks. See muudab omakorda kohaliku saadava puidu
8 sortimentatsiooni. Uusi võõrpuuliike Eestisse juurde tuua pole vajadust ja ei tohigi, seda
9 kinnitavad metsapatoloogia seisukohad.

10 Kliimamuutuse mõju ennustamisel ei piisa kahe faktori teadmisest: keskmise temperatuuri
11 tõus ja sademete hulga suurenemine. Olulisem on sesoonne dünaamika: suvise põua
12 tõenäosus, vegetatsiooniperioodi pikkus, ekstreemsete talviste miinimumtemperatuuride
13 esinemine, talve järsk algus sügisel jne. Temperatuuri tõusu positiivset mõju võivad
14 oluliselt vähendada suvised põuad ja varajane talv.

15 Metsaseleksioonis ja metsaseemne varumisel saab jätkata põhimõtet, et seemet võib viia
16 lõunast põhjasuunas ja idast läänesuunas.

17 Kõrgem temperatuur ja rohkem sademeid tähendab boreaalsetes metsades metsavarise
18 kiiremat lagunemist, kiiremat aineriinget ja suuremat biomassi produktsiooni. Kindlasti
19 tuleb seda üldist seisukohta täpsustada Eesti tingimustes lähtudes mullatüübist ja
20 metsatüübist (metsakasvukohatüübist). Kliimamuutuste tõttu kiireneb metsades aineriinge
21 ja soodsa sademete koguse korral kiireneb puude kasv. Samas suureneb mullast toitainete
22 väljauhte risk. Kliimamuutustega kaasnev süsihappegaasi kontsentratsiooni tõus
23 atmosfääris omab samuti väetavat efekti puude kasvule. Puistud saavutavad varem
24 diameetriühise küpsusvanuse.

25 Metsaökosüsteemi kiirem aineriinge võib tähendada toorhuumuslikel (turvasmuldadel) ja
26 kõdusoo metsakasvukohatüübist metsamullas seotud süsiniku tagavara vähenemist, mis võib
27 negatiivselt mõjuda Eesti metsade süsinikubilansile ja sellest tulenevale võimalikule
28 süsinikukvootide kaubandusele.

29 Mitmete häiringute (tormid, põuad, invasiivsed haigused jt ekstreemsused) tõttu suureneb
30 prognoositavalt sanitaarraiate maht. Tuleb arvestada, et sanitaarraietest saadava puidu
31 kvaliteet on madal, vähene on saematerjali väljatulek. Tuuleheite mahtu suurendab pinnase
32 vähene külmutamine talvel.

33 Eesti metsad on valdavalt poollooduslikud. Metsakultuuride koosseisu lisandub looduslik
34 uuendus, sellised kooslused on muutuvates keskkonnatingimustes tolerantsemad.
35 Metsaökosüsteemid arenevad valdavalt looduslikul teel ja on prognoositavalt võimelised
36 reageerima aeglastele kliimamuutustele jätkusuutlikult.

37 Metsakasvatases ja eriti puude raile valikul tuleb tegutseda kliimamuutuste mõjuga samas
38 suunas, jättes kasvama ja uut metsapõlve moodustama need puuliigid ja need puud, mis on
39 osutunud muutuvates tingimustes vastupidavamateks. Harvendusraieid tuleb teha
40 alameetodil, sanitaarraie põhimõttel, raiudes puid, mis loodusliku iseharvenemise
41 tingimustes on kasvus alla jäänud. Samuti peab seemnepuude valik ja turberaietel esimese
42 etapis alles jäätavate puude valik lähtuma eelkõige nende elujõust. Puuliigi valikul võib
43 senisest rohkem panustada lehtpuudele, eriti kase kasvatamisele ja okaspuudest männi
44 kasvatamisele, sest mänd on kuusest enamiku keskkonnatingimuste ja kahjustajate suhtes
45 tolerantsem.

1 Eesti metsade ametlikud küpsusvanused on praegu majanduslikust küpsusvanusest oluliselt
2 kõrgemad. Võib eeldada, et kliimamuutustest tulenev mõju puude suremisele avaldub
3 rohkem vanemates puistutes. Seega tuleb küpsusvanused muuta paindlikumaks, iga puistu
4 seisundit arvestavaks, eriti on küpsusvanuse vähendamist vaja kuusikute kohta.

5

6 **Ilmastikunähtuste mõjude kirjeldus minevikus**

7 Varasematest ilmastiku nähtustest võib välja tuua sajanditormi aastal 1967, kus kannatasid
8 teistest rohkem puistud, mida oli hiljuti järsult harvendatud hooldusraiete või turberaiete
9 teel.

10 Põuased suved viimastel kümnenditel soodustanud putukkahjurite, eriti kuuse kooreüraski
11 levikut ja vastavalt sanitaarraie vajadust.

12

13 **Ülevaade meetmetest, mis aitavad kohaneda, mida juba rakendatakse**

14 Otseselt kohanemismeetodeid rakendatud ei ole. Kuid probleemi tähtsustamist näitab
15 kliimamuutuste peatüki olemasolu Eesti metsanduse arengukavas (2010). Metsaseadus
16 (2006) ja metsa majandamise eeskiri (2006) kliimamuutustega otseselt ei arvesta. Senisest
17 suuremas mahus männi, kui tormikindlama puuliigi kultiveerimist ja istutusmaterjali
18 tootmist kavandab Riigimetsa Majandamise Keskus („RMK arengukava 2015–2020“,
19 2014). Vastavalt vähendatakse kuuse kui tormihella, põuakartliku ja juuremädanikule ning
20 põuaga seotud putukkahjurite tundliku puuliigi kultiveerimist.

21 Senisest enam tuleks Eestis rakendada ja samas meie metsanduslike teadmiste põhjal
22 täiendada Soomes ja Rootsis väljatöötatud puistute kasvukäigu mudeleid, analüüsida tuleb
23 erinevaid kliimamuutuste stsenaariume. Samas tuleb vältida Euroopa jaoks liialt
24 universaalseid mudeleid, mis võivad anda valed tulemused hemiboreaalsetes tingimustes
25 asuva Eesti metsade produktsiooni, süsiniku sidumise jt protsesside kohta.

26

27 **7.3.3. Metsahaigused**

28 **Probleemid, võimalused ja ohud**

29 Metsapatoloogilisest seisukohast, eriti just uute, invasiivsete haigusetekitajate saabumisele
30 on inimene tahtmatult kaasa aidanud valdavalt meist lõunasse jäävatest maadest aastasadu
31 kestnud võõrpuuliikide introduktsiooni kaudu. Kliimasoojenemise tõttu, mil ära langevad
32 meie kliimas normaalsed talvekülmad, on lõunast saabuvate invasiivsete patogeenide jaoks
33 sobiv võõrpuuliikide introduktsiooni tulemusena patogeenidele nende kodumaalgi
34 sobivaimaks osutunud substraat, millele nad on evolutsiooni käigus enim kohastunud.
35 Seetõttu on uute, invasiivsete haiguste riskid metsanduses paari viimase sajandi jooksul
36 pidevalt kasvanud, kliimamuutuste tendents soojenemise ja ka niiskuse kasvu suunas
37 niisamuti. Viimane teatavasti suurendab oluliselt haigusetekitajate levimist ja aktiivsust.
38 Kuna ennustatakse enam sademeid siis on nt võimalik, et sagenevad ka ohtliku taimlahaiguse
39 männi-pudetõve puhangud (Drenkhan, 2011; Hanso ja Drenkhan, 2012). Suurenedavad võivad ka
40 niiskuselembese patogeeni kompleksi (*Phytophthora* spp.) kahjustused taimlates, puukoolides
41 ja metsakooslustes.

42 Ülevaateartiklis grupeerivad Sturrock jt (2011) metsade kahjustusi seonduvalt
43 kliimamuutustega järgnevalt: 1. kliima otsene mõju patogeenidele nt punavöötaud (tekitaja

1 *Dothistroma septosporum*), 2. Kliima kaudne mõju patogeenidele nt külmaseen (*Armillaria* sp.)
2 ning 3. kompleksne mõju, s.o käsitleb erinevate mõjufaktorite koosmõju nt hariliku saare
3 suremine Euroopas.

4 Klopfenstein jt (2009) järgi võivad kliima muutused kitsamalt juuremädanikke mõjutada
5 mitmel viisil: a) otsene mõju peremeestaime ja patogeeni arengule, ellujäämisele,
6 paljunemisele, levikule; b) füsioloogilised muutused puu kaitse mehhanismides; c) kaudne mõju
7 seisneb peamiselt mutualistide (kahe erinevast liigist organismi kasulik ja vajalik kooselu) ja
8 konkurentide arvukuse muutustes.

9 Seega, nii metsanduse kui ka kliima spetsiifikast lähtuvalt (pikaealisus *versus* kiirete
10 muutuste võimalus) tuleb väga ettevaatlikult suhtuda metsade uuendamisse (selektiooni ja
11 taimekasvatuse) kliimamuutustega kohanemiseks (nt teadusartiklites avaldamist leidnud
12 kavu uuendada Hollandis metsi Lõuna-Euroopas looduslikult kasvavate puuliikide ja/või -
13 kloonidega). Arvestama peab ilmastikus toimuvate ekstreemsustega, millele eksootliigi
14 puud ei pruugi vastu pidada.

15 Metsapatoloogilise uurimistöö üks oluline eesmärk varustada rakenduslikku metsakaitset
16 metsahaiguste tõrjeks vajaliku teadusliku teabega, eriti mis puudutab uute ohtude varajast
17 avastamist ja tõrjespetsiifika avamist.

18 Teiseks rakenduslikult oluliseks ülesandeks on, kliimast sõltuvate epideemiliste haiguste
19 korral (nt lumepudetõbi), epideemia lõpu prognoosimine, millega kaasneb selle haiguse
20 tõrjevajaduse lõppemine. See on selgelt loodus- ja keskkonnakaitseliku tähendusega: peatab
21 nt keemilise tõrje korral looduse asjata saastamise.

22 Vaid kõrgekvaliteedilise metsapatoloogilise järelevalve ja monitooringu abil on võimalik
23 aegsasti (nii teaduslikus kui ka rakenduslik-metsakaitselikus mõttes) tabada kohe ära uute
24 patogeenide esmasaabumine Eestisse. Uute haiguste saabumist on võimalik erialase
25 kirjanduse abil aegsasti prognoosida, veel enne nende tegelikku kohalejõudmist.
26 Profülaktiline tõrje ja mõjude pehmemdamine on otsesest tõrjest efektiivsem ja vähem
27 kulukas!

28

29 **Ilmastikunähtuste mõjude kirjeldus minevikus**

30 Euroopas ja ka Eestis on teada umbes ühe dekaadi jooksul suhteliselt sooja temperatuuriga
31 perioodi esinemisest 1931–1939 (Vedin, 1990), mis päädis Eestis erakordselt külma
32 temperatuuriga 1940nda aasta alguses. Selle erakordne ekstreemsuse tulemusena said
33 kahjustada eelkõige viljapuud, aga ka metsapuudest harilik saar (*Fraxinus excelsior*) ja
34 harilik tamm (*Quercus robur*) (Mathiesen, 1940). Siin on nimetatud kahjustused otsese
35 ilmastiku ekstreemsuse tagajärjel, kuid millised olid sellele ekstreemsetele aastatele
36 järgnevad hilisemad kahjud on teadmata. Kuna sõja tõttu analüüse ei tehtud ega kirja
37 pandud.

38

39 **Ülevaade meetmetest, mis aitavad kohaneda, mida juba rakendatakse**

40 Eelpoolnimetatud teoreetilisele situatsioonihinnangule tuleks meie arvates üles ehitada ka
41 metsapatoloogilise kliimakohanemise tegevuskava, mis rakenduslikus mõttes eeldab
42 kindlasti väga tihedat kontakti ja koostööd Keskkonnaameti, Põllumajandusameti,
43 Keskkonnaagentuuri ning Riigimetsa Majandamise Keskuse raames tegutsevate
44 metsakaitselike institutsioonidega, samuti teistes alluvustes tegutsevate metsanduslike,
45 keskkonnakaitselike ja muude lähedaste teaduslike institutsioonidega.

1 Hetkel uute ja invasiivsete haiguste seiret tehakse projektipõhiste üritustena ning pole
2 seotud pikaajaliste eesmärkidega.

3

4 **7.4. Kliimamuutustega seonduvad riskid, haavatavus ja mõjud**

5 Metsandust mõjutavad oluliselt järgmised kliimategurid:

- 6 • keskmise **õhutamperatuuri** tõus;
- 7 • keskmise **talvise õhutamperatuuri** tõus;
- 8 • keskmiste **sademet** hulga suurenemine kasvuperioodil;
- 9 • **lumikattega päevade arvu** vähenemine;
- 10 • **tormide** sagenemine;
- 11 • **põuaste suvede** sagenemine;
- 12 • kõrgemad **maksimaalsed temperatuurid**;
- 13 • **ekstreemselt madala temperatuuri** harv, kuid võimalik esinemine.

14

15 **7.4.1. Alavaldkond: metsamajandus ja metsatööstus**

16 **7.4.1.1.Riskid ja haavatavus**

17 Metsamajandus ja põllumajandus on võrdse mahuga Eesti SKT-st, olles peamiseks Eesti
18 muldade viljakust kasutatavaks majandusvaldkonnaks. Kliimamuutused võivad oluliselt
19 mõjutada sektori võimekust ning osakaalu majanduses ja tööhõives. Raiutava puidu maht,
20 kvaliteet, puidu sortide valik ja jaotus puuliigiti võib tulevikus muutuda. Kulude struktuur
21 ja maht metsatööstuses võib muutuda.

22 Peamiseks teguriteks saavad keskmise temperatuuri tõusu ja sademete hulga
23 suurenemisega (Kont *et al.*, 2003; IPCC, 2007; EEA, 2012; IPCC, 2013) kaasnevad
24 majanduslikud ja tehnoloogilised probleemid.

25 Talvise külmunud pinnasega metsaraie perioodi lühenemine või ära jäämine muudab turu
26 puiduga varustamise ebastabiilseks. Saeveskid peavad tegema lisakulutusi puidutagavara
27 ladustamiseks ja säilitamiseks. Puidu väljavedu raiekohast teeäärde muutub kallimaks,
28 rohkem mulda ning taimkatet lõhkuvaks. Puidu väljaveoga kaasnevad puude
29 juurevigastused suurendavad juure- ja tüvemädanike leviku riski (Drenkhan *et al.*, 2014b).
30 Lüheneb ümarpuidu riskivaba säilitamise aeg vahelaos, sest suureneb puidu kahjustuse oht
31 puitu asustavate seente poolt, nt puidusinetus jms puidu kvaliteeti kahandavad
32 mikroorganismid (Schmidt, 2006). Kliima soojenemise lainel levivad meile uued
33 seenpatogeened (nt *Diplodia sapinea* tekitab puidusinetust männi puidul), mis ei ole alati
34 ainult elusate puude patogeened, vaid ka otseselt puidukvaliteedi kahandajad (vt Hanso ja
35 Drenkhan, 2009; Käkki 2014). Kuid taoliste kahjustuste suurenemine mõjutab aga
36 metsatööstuse siseriiklikku ja ekspordist saadavat tulu. Näiteks, *Pinus radiata* on
37 puidusinetuse vastu äärmiselt tundlik ja vastuvõtlik, seetõttu Uus-Meremaal on
38 hinnanguline iga-aastane saamata jäänud tulu ca 86,44 miljonit USA dollarit (Schmidt,

1 2006). Sademete sageduse suurenemisega kaasnev keskmise suhtelise õhuniiskuse
2 suurenemine vähendab taimestiku transpireerimist (Kupper *et al.*, 2011), mistõttu
3 mineraalmulla niiskustingimused paranevad ja positiivne mõju puude elutegevusele
4 avaldub iseäranis põuastel suvedel (Niglas *et al.*, 2014). Lehtpuud suudavad üldiselt
5 suureneva õhuniiskusega hästi kohaneda kuid esineb liigispetsiifilisi erinevusi, eriti hea on
6 arukase kohanemisvõime niiskema õhuga (Sellin *et al.*, 2013, Rosenvald *et al.*, 2014, Tullus
7 *et al.*, 2014).

8 Sademete suurenemisel muutub oluliseks metsateede ja kuivendusvõrkude ning
9 peaaravoolu veekogude korrashoid, suurenevad vastavad kulutused. Tegelikult ei ole
10 sellest tegurist lähtudes metsateede ja kuivendusvõrkude süsteemi võimekust hinnatud.
11 Majanduslikust aspektist vaadates on nimetatud infrastruktuuri rekonstrueerimine
12 hädavajalik (Timberg, 2006). Eeldatavalt mõjutab tormide sagenemine Läänemere
13 regioonis negatiivselt rohkem okaspuid, kuna lehtpuudel on tormide sagedasema esinemise
14 perioodil lehed varisenud ja nende vastupanu tuulele seega suurem (Smith *et al.*, 2008).

15 Olenemata kliima muutumise üldisest trendist jäävad jätkuvalt olulist mõju avaldama harva
16 esinevad ekstreemsed olud (tormid, põuased suved ja äärmuslikult madal talvine
17 temperatuur). Mastaapsed tormid võivad oluliselt mõjutada puidu ülestõotamise suutlikkust
18 ning puidu hinda turul. Näiteks 2005. aasta jaanuaritormi tulemusena langesid puidu hinnad
19 kõikjal Läänemere maades (BNS, 2005). Madalam puidu hind on positiivne saetööstustele,
20 kuid omakorda kasvab kulu ümarpuidu ladustamisele. Tormikahjude tulemusel suureneb
21 selgelt oht metsapatogeenide levikuks kui ei suudeta õigeaegselt puitu üles töötada ja
22 metsast välja vedada (Voolma, 2005). Üraskite poolsele otsesele kahjule lisandub, et
23 putukad tassivad kaasa mitmeid seenhaigusi, s.h puidusinetuse tekitajaid (Schmidt, 2006).
24 Ekstreemsused ise on põhjuseks metsade kahjustuste tekkeks ehk stressis puud on
25 vastuvõtlikumad haigustele (vt ptk **7.4.3 metsahaigused**). Sellest tingituna kasvavad juure-
26 ja tüvemädanikest tingitud kahjud, suureneb mädaniketkitajate intensiivsus ehk teisisõnu
27 vanemates puistutes suureneb mädanikuga puude osakaal (Drenkhan *et al.*, 2014b), seega
28 puiduväärtus väheneb. Seepärast tuleb analüüsida ja hinnata raievanuse optimeerimist.

29 Kliimamuutuste positiivseks tulemuseks võib prognoosida metsade juurdekasvu
30 suurenemist (Hyvönen *et al.*, 2007; Kellomäki *et al.*, 2008), mis viimase poolsajandi
31 vaatluste põhjal on juba ka kinnitust leidnud (nt Uri *et al.*, 2012). Samas on ebaselge, kas
32 see positiivne mõju on pikaajaline, oluliseks küsimuseks on kliimamuutuste pikaajaline
33 mõju toitainete (eelkõige lämmastiku) ringele ja kättesaadavusele, mis ei pruugi pikas
34 perspektiivis olla piisav, et tagada puudel teiste paraneva kättesaadavusega ressursside ja
35 tegurite (CO₂, vesi, temperatuur) maksimaalset kasutamist.

36 **7.4.1.2. Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud**

37 **a) kuni aastani 2020**

38 Suuri muutusi pole ette näha. Suurimaks probleemiks jääb metsast puidu väljaveo
39 raskenemine pehmetel talvedel (**Tabel 31** mõju 7.01). Kulutusi tuleb teha metsateede ja -
40 kraavide korrashoiule. Metsandus mõjutavaks peamiseks teguriks jääb olukord puiduturul.

41

42 **b) kuni aastani 2030**

43 Kliimamuutuste positiivne või ka neutraalne mõju tuleneb eeldatavast metsade biomassi
44 produktsiooni suurenemisest (**Tabel 31** mõju 7.02). Samal ajal võib olla metsade
45 juurdekasvule negatiivne mõju patogeenide kahjustustest (mõju 7.03). Raiemaht, eelkõige

1 noorendike hooldus ja ka harvendusraie, saab seetõttu suureneda (Briceño-Elizondo *et al.*,
2 2006, Zubizarreta-Gerendiain *et al.*, 2015). Raiemahu suurenemine noorendiku hoolduse
3 korral tähendab eelkõige selle raieviisiga läbitavate metsade pindala suurenemist.
4 Uuendusraiate osas võib suureneda sanitaarlageraiete ja harvikute raie maht. Tervikuna
5 kliimamuutused aastaks 2030 uuendusraiate mahtu ei mõjuta, peamiseks raietemahu
6 määrajaks jääb puiduturu olukord. Metsade tuleoht jääb samaks või suureneb põuastel
7 suvedel (mõju 7.11).

8 Peamiseks negatiivseks mõjuks saavad probleemid metsast puidu väljaveol, mis raskeneb
9 pehmetel talvedel, suurenevad kulutused metsateede ja -kraavide korrashoiule (**Tabel 31**
10 mõju 7.01). Metsade sanitaarne seisund võib halveneda ja sanitaarraiate vajadus võib
11 suureneda (mõju 7.03; 7.07). Tulenevalt talvistest ilmastikutingimustest raiete maht kõigub
12 aastati, võivad tekkida probleemid tööjõu liikuvuses, stabiilse kaadri hoidmine
13 metsatööstuses raskeneb (mõju 7.07). Vahelaos puidukvaliteedi kahanemine (7.03).

14

15 **c) 2021–2050**

16 Jätkuvad aastaks 2030 kujunenud mõjud. Harvendusraietel saadava lehtpuidu osakaal võib
17 kasvada. Metsade üldine juurdekasv, eriti lehtmetsade (biomassi tootmine) võib
18 suureneda (**Tabel 31** mõju 7.02). Patogeenidest tingitud negatiivsed mõjud puidu
19 juurdekasvule ja puidukvaliteedile võivad kasvada (mõju 7.03).

20

21 **d) 2051–2100**

22 Sajandi teiseks pooleks prognoositavad tähtsamad mõjud on jätkuvalt raskused puidu
23 metsast väljaveol suurenevad kulutused metsateede ja -kraavide korrashoiule (mõju 7.01).
24 Lehtpuupuidu, sh harvendusraiate raie maht suureneb, puistud saavad kiiremini raieküpseks,
25 sest lehtmetsade raiering on üldjuhul lühem kui okasmetsal. (**Tabel 31** mõju 7.02). Tekib
26 vajadus paindlike raievanuste kehtestamiseks, sest soojenev kliima kiirendab juure- ja
27 tüvemädanike arengut ja kahandab metsa majanduslikku väärtust, seda eriti kuusikutes
28 (mõju 7.03). Põuakartlikel liivastel kasvukohtadel võib puude kasv isegi paraneda, savistel
29 kasvukohtadel tekib liigniiskuskasvu pidurdumist (v7.09). Sanitaarraiate vajadus suureneb,
30 raiete maht kõigub aastati, kasvavad probleemid tööjõu liikuvuses (mõju 7.05). Ebaselge
31 on metsade produktiivsuse esialgse suurenemise püsimine pikemas perspektiivis.

32

33 **7.4.2. Alavaldkond: metsakasvatuse**

34 **7.4.2.1. Riskid ja haavatavus**

35 Kliimamuutuste mõjul uute majandatavate puuliikide jõudmist Eestisse ei prognoosita ja
36 seda tegurit käesolevas mõjude analüüsis ei puudutata. Selliste puuliikide nagu pöök ja
37 valgepöök Eesti tingimustega kohanemist pidurdavad üksikutel aastatel esinevad
38 ekstreemselt madalad talvised temperatuurid, mille esinemist ei välista aasta keskmise
39 temperatuuri tõus ja vastavad stsenaariumid (Hanso ja Drenkhan, 2013). Kuid muutuda võib
40 okaspuude ja lehtpuude vahekord viimaste kasuks (Smith *et al.*, 2008). Mis omakorda
41 muudab kohaliku saadava puidu sortide valik (Kellomäki ja Kolström, 1993; Briceño-
42 Elizondo *et al.*, 2006). Uusi võõrpuuliike Eestisse juurde tuua pole vajadust ja ei tohigi,
43 seda kinnitavad metsapatoloogia seisukohad (vt ka ptk **7.4.3 metsahaigused**).

1 Kliimamuutuse mõju ennustamisel ei piisa kahe faktori teadmisest: keskmise temperatuuri
2 tõus ja sademete hulga suurenemine. Olulisem on sesoonne dünaamika ja ekstreemsete
3 ilmastiku tingimuste esinemine: suvise põua tõenäosus, vegetatsiooniperioodi pikkus,
4 ekstreemsete talviste miinimumtemperatuuride esinemine, talve järsk algus sügisel jne.
5 Temperatuuri tõusu positiivset mõju võivad oluliselt vähendada suvised põuad ja varajane
6 talv. Kuigi kliimastsenaariumid ei prognoosi meile ekstreemsete tingimuste sageduse ja
7 ulatuse suurt kasvu, luges metsandust analüüsinud töörühm neid tegureid (torm, põud,
8 madal talvine temperatuur) oluliseks kui mitmeid kliima aeglast muutumist kajastavaid
9 näitajaid. Mitmete häiringute (tormid, põuad, invasiivsed haigused jt ekstreemsused) tõttu
10 suureneb prognoositavalt sanitaarraiate maht (Gardiner *et al.*, 2000; Jactel *et al.*, 2009).
11 Tuleb arvestada, et sanitaarraietest saadava puidu kvaliteet on madal, vähene on
12 saematerjali väljatulek. Tuuleheite mahtu suurendab pinnase vähene külmumine talvel
13 (Peltola *et al.*, 2010). Varasematest ilmastiku nähtustest võib välja tuua sajanditormi aastal
14 1967, kus kannatasid teistest rohkem puistud, mida oli hiljuti järsult harvendatud
15 hooldusraiate või turberaiete teel. Põuased suved viimastel kümnenditel soodustanud
16 putukkahjurite, eriti kuuse kooreüraski levikut ja vastavalt sanitaarraie vajadust.

17 Kliimamuutuste tõttu kiireneb metsades aineringe ja soodsa sademete koguse korral
18 kiireneb puude kasv. Samas suureneb mullast toitainete väljauhte risk. Kliimamuutustega
19 kaasnev süsihappegaasi kontsentratsiooni tõus atmosfääris omab samuti väetavat efekti
20 puude kasvule (Kellomäki *et al.*, 1997; Linder *et al.*, 2010). Puistud saavutavad varem
21 diameetripõhise küpsusvanuse (Zubizarreta-Gerendiain *et al.*, 2015). Metsaökosüsteemi
22 kiirem aineringe võib tähendada toorhuumuslikel (turvasmuldadel) ja kõdusoo
23 metsakasvukohatüübis metsamullas seotud süsiniku tagavara vähenemist, mis võib
24 negatiivselt mõjuda Eesti metsade süsinikubilansile ja sellest tulenevale võimalikule
25 süsinikukvootide kaubandusele.

26 Eesti metsad on valdavalt pool-looduslikud. Metsakultuuride koosseisu lisandub looduslik
27 uuendus, sellised kooslused on muutuvates keskkonnatingimustes tolerantsemad.
28 Metsaökosüsteemid arenevad valdavalt looduslikul teel ja on prognoositavalt võimelised
29 reageerima aeglastele kliimamuutustele jätkusuutlikult. Metsakasvatases ja eriti puude raie
30 valikul tuleb tegutseda kliimamuutuste mõjuga samas suunas, jättes kasvama ja uut
31 metsapõlve moodustama need puuliigid ja need puud, mis on osutunud muutuvates
32 tingimustes vastupidavamateks. Harvendusraieid tuleb teha alameetodil, sanitarraie
33 põhimõttel, raiudes puid, mis loodusliku iseharvenemise tingimustes on kasvus alla jäänud.
34 Samuti peab seemnepuude valik ja turberaietel esimese etapis alles jäävatate puude valik
35 lähtuma eelkõige nende elujõust. Puuliigi valikul võib senisest rohkem panustada
36 lehtpuudele, eriti kase kasvatamisele ja okaspuudest männi kasvatamisele Mänd on kuusest
37 enamuse keskkonnatingimuste ja kahjustajate suhtes tolerantsem.

38 Eesti metsade ametlikud küpsusvanused on praegu majanduslikust küpsusvanusest oluliselt
39 kõrgemad (Korjus *et al.*, 2011). Võib eeldada, et kliimamuutustest tulenev mõju puude
40 suremisele avaldub rohkem vanemates puistutes. Seega tuleb küpsusvanused muuta
41 paindlikumaks, iga puistu seisundit arvestavaks, eriti on küpsusvanuse vähendamist vaja
42 kuusikute kohta.

43 **7.4.2.2. Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud**

44 **a) kuni aastani 2020**

45 Olulisi muutusi pole ette näha, metsade biomassi tootmine pigem kasvab, puude
46 kasvuperiood pikeneb.

1

2 **b) kuni aastani 2030**

3 Suuri mõjusid pole ette näha. Kuidu teatud tendentse võib eeldada. Lehtmetsad hakkavad
4 paremini kasvama (**Tabel 32** mõju 7.02). Hooldusraied võivad olla suladel talvedel
5 raskendatud ja metsakultuuride rajamine sademete rohketel kevadatel ja hooldamine aastati
6 ebaühtlane (mõju 7.01). Puude vaalimine sula lume poolt võib suurened (mõju 7.10).
7 Positiivsena võib loota vihmastel suvedel tulekahjude riski vähenemist (mõju 7.11).
8 Metsade tervislik seisund halveneb, kasvab kahjurputukate levik ja sanitaarraiate vajadus
9 (mõju 7.07). Põuastel suvedel tulekahjude risk suureneb ja kuusikute sanitaarne seisund
10 halveneb (mõju 7.12).

11

12 **c) 2021–2050**

13 Lehtmetsad hakkavad paremini kasvama (**Tabel 32** mõju 7.02). Raskendatud on
14 uuendusraied, ebaühtlane metsakultuuride rajamine ja hooldamine aastati (mõju 7.01).
15 Puude vaalimine sula lume poolt suureneb (mõju 7.10). Tulekahjude risk väheneb vihmastel
16 suvedel (mõju 7.11). Sanitaarraiate maht suureneb, metsade tervislik seisund halveneb,
17 kasvab kahjurputukate levik (mõju 7.07). Tulekahjude risk põuastel suvedel suureneb (mõju
18 7.12). Kuusikute sanitaarne seisund halveneb. Kõrged maksimaalsed temperatuurid võivad
19 mõjuda puude kasvule pidurdavalt (mõju 7.13). Metsade liigilist koosseisu ja tervisliku
20 seisundit võivad mõjutada ka kasvõi ainult korra poole sajandi jooksul esinevad väga
21 madalad temperatuurid (mõju 7.14).

22

23 **d) 2051–2100**

24 Üldised mõjude prognoosid on samad, mis 2050 lõpuks, vt eelmine lõik. Lehtmetsad
25 hakkavad paremini kasvama, muutub okas- ja lehtmetsade suhtarv. Raskendatud
26 uuendusraied, ebaühtlane metsakultuuride rajamine ja hooldamine aastati. Tulekahjude risk
27 väheneb vihmastel suvedel. Sanitaarraiate maht suureneb, metsade tervislik seisund
28 halveneb, kahjurputukate masslevik. Tulekahjude risk põuastel suvedel suureneb.
29 Kuusikute sanitaarne seisund halveneb. Kuuse kultiveerimine väheneb. Kõrged
30 maksimaalsed temperatuurid võivad mõjuda puude kasvu pidurdavalt. Metsade liigilist
31 koosseisu ja tervislikku seisundit võivad mõjutada isegi vaid korra poole sajandi jooksul
32 esinevad väga madalad temperatuurid.

33

34 **7.4.3. Alavaldkond: metsahaigused**

35 **7.4.3.1.Riskid ja haavatavus**

36 Metsanduse valdkonnas tervikuna võivad kliima muutustel olla nii positiivsed, negatiivsed
37 kui ka teadmata suunaga mõjud. Metsahaiguste valdkonnas on võimalik hinnata vaid neid
38 kliimast tingitud mõjusid, mille kohta on olemas (avaldatud) vastavat infot, s.t. mida on
39 kusagil varem analüüsitud.

40 Kõige enam mõjutavad metsahaigusi otseselt järgmised olulised ilmastikus toimuvad
41 nähtused: keskmine õhutemperatuuri suurenemine, õhutemperatuuri sesoonne soojenemine
42 talvel, sademete hulga kasv suvel ning lumikattega päevade arvu vähenemine.
43 Metsahaigustele kaudselt on olulised järgmised ilmastikutunnuste muutused: põuaste

1 suvede sagenemine ehk suviste sademete hulga vähenemine ja kõrged positiivsed ja
2 negatiivsed temperatuurid ning nende äärmuste suhteliselt kiire vaheldumine pikaajalise
3 keskmisega võrreldes. Neid viimaseid käsitleme pigem ekstreemsete ilmastikunähtustena,
4 mis esmalt nõrgestavad peremeestaimi, muutes patogeeni jaoks lihtsamaks juurdepääsu
5 „toidule“. Lisaks kõigele muule tuleb arvestada mitme teisegi olulise aspektiga, nagu
6 globaalne kaubandus (eriti: tunduvalt kasvanud ja kasvav loodusliku materjali transport).
7 Samas metsade majandamine toimub järjest enam positiivsetel temperatuuridel. Viimane
8 soodustab juuremädanike levikut, mis omakorda suurendab puude stressi ja tormituulte
9 mõju puudele. Seega on metsahaigustele tormituulte sagenemine pigem kaudse mõjuga,
10 sarnaselt kaudse mõjuga on ka putukarüüstete ohu kasv.

11 Metsahaiguste intensiivistumine ja uute haiguste invasioon on oluliselt seotud keskmise
12 õhutemperatuuri suurenemise ning talvede soojenemisega. Isegi suhteliselt väike ca 1°C
13 keskmine temperatuuri muutus võib osutada metsapatoloogias kriitiliseks, kuna varasem
14 talvine madal temperatuur oli takistuseks lõunapoolse päritoluga patogeenide saabumisele
15 (Woods *et al.*, 2005). Viimase paarikümne aasta jooksul on meile levinud kümmekond
16 erinevat uut invasiivset patogeeni, nende levikut saab osaliselt seostada kliima soojeneva
17 trendiga (Hanso ja Drenkhan, 2013). Hetkel oleme enam analüüsinud invasiivse männi
18 okkahaiguse punavöötaudi tekitajat *Dothistroma septosporum*, mis on meile levinud
19 arvatavasti koos soojeneva ilmastikuga. Nimetatud seenpatogeeni populatsiooni geneetiline
20 analüüs on kinnitanud äärmiselt suurt geneetilist varieeruvust, mis tähendab seenele sobivat
21 keskkonda paljunemiseks, ilmselt ka suguliseks paljunemiseks (Drenkhan *et al.*, 2013).
22 Lisaks soojenevale kliimale on uute haiguste invasioonis tähtis rõhutada ka sobivate
23 peremeestaimede olemasolu neile uues keskkonnas ning taimse materjali importi (vt ka ptk
24 **7.4.3 metsahaigused**). Näiteks invasiivse ja karantiinse pruunvöötaudi tekitaja
25 (*Lecanosticta acicola*) värske analüüsi valguses on ilmne, et see patogeen on toodud meile
26 inimese poolt. Patogeeni mõlema paarumistüübi tõestamine meie poolt Eestis võib viidata
27 ka korduvale invasioonile või sugulisele paljunemisele (Adamson *et al.*, 2015), mis
28 tähendab nimetatud lõunapoolse päritoluga seene poolt juba sobiva keskkonna kujunemist
29 Eestis.

30 Kui arutleda soojenevate talvede mõju üle metsandusele, siis üheks tõsiasjaks selles on
31 asjaolu, et juuremädanike levik metsades on suurem kui varem (vt Drenkhan *et al.*, 2014b).
32 Seda saab küll osaliselt seletada intensiivsema metsade majandamisega, kuid ka sellega, et
33 varasemad külmad talved olid takistuseks juuremädanike levikule. Juurepessu
34 (*Heterobasidion* spp.) intensiivsemat levimist soosib ka see, et eosed on võimelised levima
35 Eestis pehmel talvel (Tiia Drenkhan, avaldamata andmed).

36 Kuna enamus seeni on niiskuslembesed, siis männipudetõve (tekitaja *Lophodermium*
37 *sediciosum*) retrospektiivse analüüsi näitel võib kinnitada haigusetekitaja epideemiate
38 intensiivistumise seost sademete kasvuga suvel (Hanso ja Drenkhan, 2012). Kuid paljude
39 patogeenide kohta on vastav info alles ebaselge. Lumikattega päevade arvu vähenemine on
40 otseselt positiivne talvitumishaiguste vähenemise tõttu. Samas ei saa välistada tulevikus
41 väga madalate temperatuuride esinemist **boreaalses ja hemiboreaalses tsoonis** (Hanso ja
42 Drenkhan, 2013). Arvestades erinevaid prognoose ja hinnanguid on ekstreemsete
43 ilmastikunähtuste esinemine ilmselt järjest tõenäolisem.

44 Kliimamuutuste mõjude hindamiseks tulevikus lähtuti vastavalt Keskkonnaagentuuri
45 aruandele „Eesti tuleviku kliimastenaariumid aastani 2100“ ja kliimastenaariumite
46 RCP4.5 ja RCP8.5, v.a hinnang põudade (sademete vähenemise võimalikkus) ja
47 ekstreemselt madalate temperatuuride esinemisele (Drenkhan ja Hanso, 2006; Hanso ja
48 Drenkhan, 2013).

1

2 7.4.3.2. Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud

3 a) kuni aastani 2020

4 Jätkub senine trend ilmastikus ning võib lisanduda uusi patogeene (**Tabel 33** mõju 7.03).
5 Hetkel väga drastilisi muutusi võrreldes olemasolevaga ei ole ette näha.

6

7 b) kuni aastani 2030

8 Positiivse mõjuga on lumikattega päevade arvu vähenemine, rohkem positiivseid mõjusid
9 metsatervise seisukohast on keeruline prognoosida (**Tabel 33** mõju 7.04).

10 Negatiivse või isegi teadmata mõjuga metsatervisele on järgmised riskid:

- 11 • Keskmise õhutemperatuur suureneb;
- 12 • Keskmise õhutemperatuur suureneb talvel;
- 13 • Keskmiste sademete hulk suureneb suvel;
- 14 • Tormide sagenemine;
- 15 • Kõrgemad maksimaalsed temperatuurid;
- 16 • Põuaste suvede sagenemine ehk sademete hulga kahanemine suvel;
- 17 • Ekstreemselt madala temperatuuri esinemise võimalikkus.

18 Ilmastik on pigem sarnane senisele. Riskidest tingitud majanduslikke mõjusid hinnati kuni
19 aastani 2030 pigem keskmisteks ning avaldumise tõenäosusi tagasihoidlikeks. Näiteks
20 invasiivste seenpatogeenide negatiivsed mõjud ei pruugi avalduda kohe vaid mõninga
21 hilinemisega. (mõju 7.03).

22

23 c) 2021–2050

24 Nimetatud perioodil on positiivsed ja negatiivsed ilmastikust tulenevad riskid sarnased
25 eelnevale, kuid majanduslike ja sotsiaalsete mõjude esinemise tõenäosus juba mõnevõrra
26 suurem. Majanduslikult olulisemaks võiks hinnata keskmisest õhutemperatuuri
27 suurenemisest ning talvise õhutemperatuuri suurenemise riski. (**Tabel 33** mõju 7.03).

28

29 d) 2051–2100

30 Perioodil 2051–2100 on enamgi tõenäolisemad ilmastikust tulenevad riskid. Suuremat
31 majanduslikku kahju võivad põhjustada järgmised negatiivse mõjuga riskid:

- 32 • Keskmise õhutemperatuur suureneb;
- 33 • Keskmise õhutemperatuur suureneb talvel;
- 34 • Keskmiste sademete hulk suureneb suvel;
- 35 • Tormide sagenemine;
- 36 • Kõrgemad maksimaalsed temperatuurid;

- 1 • Ekstreemselt madala temperatuuri esinemise võimalikkus.
- 2 Ilmselt on prognoos väga ebalev, kuna lisaks ilmastiku riskidele on oluline ka
- 3 inimtegevusega kaasnev aspekt, nt globaalne kaubandus ja metsamajanduses toimuvad
- 4 arengud.
- 5

Tabel 31. Kliimamuutuste mõju metsamajandusele ja metsatööstusele.

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	RISK (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Töenäosus (kõrge, keskmine, madal, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
Kuni 2020	Senine ilmastik	Temperatuuri ja sademete hulga suurenemine	7.01	Metsast puidu väljaveo raskenemine pehmetel talvedel, suurenevad kulutused metsateede ja -kraavide korrashoiule	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Keskmine õhutemperatuur suureneb	7.02	Metsade biomassi produktsiooni suurenemine, raiemaht saab seetõttu suurenda	+	väike	väike	keskmine	kaudne	kogu Eesti
Kuni 2030	Senine ilmastik	Külmunud pinnasega periood väheneb	7.01	Metsast puidu väljaveo raskenemine pehmetel talvedel, suurenevad kulutused metsateede ja -kraavide korrashoiule	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Keskmete sademete hulk suureneb talvel	7.01	Probleemid metsast puidu väljaveol	-	väike	väike	väike	kaudne	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Keskmete sademete hulk suureneb suvel	7.01	Probleemid metsast puidu väljaveol ja hooldusraiate teostamisel niisketil kasvukohtadel	-	väike	väike	väike	kaudne	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Lumikattega päevade arvu vähenemine	7.01	Metsa väljaveo tingimused võivad nii paraneda kui ka halveneda	0	väike	väike	väike	kaudne	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Tormide sagenemine	7.07	Sanitaarraiate vajadus suureneb, raiete maht kõigub aastati, probleemid tööjõu liikuvuses	-	keskmine	keskmine	väike	kaudne	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Põuaste suvede sagenemine	7.07	Metsade sanitaarne seisund halveneb, sellest tingitud täiendavad raied	-	keskmine	keskmine	väike	kaudne	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Kõrgemad maksimaalsed temperatuurid	7.08	Suvised metsatööd raskendatud, raiutud puidu riknemine	-	väike	väike	väike	kaudne	kogu Eesti
	2021- 2050	RCP4.5, RCP8.5	Keskmine õhutemperatuur suureneb	7.02	Peene lehtpuupuidu raiemaht suureneb, puistud saavad kiiremini raieküpseks, metsa tagavara suurem juurdekasv	+	keskmine	keskmine	keskmine	otsene
RCP4.5, RCP8.5		Külmunud pinnasega periood väheneb	7.01	Metsast puidu väljaveo raskenemine pehmetel talvedel, suurenevad kulutused metsateede ja -kraavide korrashoiule	-	keskmine	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	RISK (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Tõenäosus (kõrge, keskmine, madal, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP4.5, RCP8.5	Keskmete sademete hulk suureneb talvel	7.01	Metsast puidu väljaveo raskenemine pehmetel talvedel, suurenevad kulutused metsateede ja -kraavide korrashoiule	-	keskmine	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Keskmete sademete hulk suureneb suvel	7.01	Liivastel kasvukohtadel puude kasv paraneb, savistel kasvukohtadel tekib liigniiskus	-	keskmine	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Lumikattega päevade arvu vähenemine	7.01	Metsa väljaveo tingimused võivad nii paraneda kui ka halveneda	0	väike	väike	väike	kaudne	kogu Eesti
	RCP8.5	Tormide sagenemine	7.07	Sanitaarraiate vajadus suureneb, raiete maht kõigub aastati, probleemid tööjõu liikuvuses	-	keskmine	keskmine	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP8.5	Põuaste suvede sagenemine	7.07	Metsade sanitaarne seisund halveneb	-	väike	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP8.5	Kõrgemad maksimaalsed temperatuurid	7.09	Suvised metsatööd raskendatud, raiutud puidu riknemine	-	väike	keskmine	väike	kaudne	kogu Eesti
	RCP8.5	Ekstreemselt madala temperatuuri harv esinemine	7.09	Metsatööd raskendatud	-	väike	suur	väike	kaudne	kogu Eesti
2051-2100	RCP4.5, RCP8.5	Keskmine õhutemperatuur suureneb	7.02	Lehtpuupuidu, sh harvendusraiate raiemaht suureneb, puistud saavad kiiremini raieküpseks	+	keskmine	suur	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Külmunud pinnasega periood väheneb	7.01	Metsast puidu väljaveo raskenemine pehmetel talvedel, suurenevad kulutused metsateede ja -kraavide korrashoiule	-	suur	suur	suur	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Keskmete sademete hulk suureneb talvel	7.01	Metsast puidu väljaveo raskenemine pehmetel talvedel, suurenevad kulutused metsateede ja -kraavide korrashoiule	-	suur	suur	suur	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Keskmete sademete hulk suureneb suvel	7.01	Liivastel kasvukohtadel puude kasv paraneb, savistel kasvukohtadel tekib liigniiskus	+	keskmine	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Lumikattega päevade arvu vähenemine	7.01	Metsa väljaveo tingimused võivad nii paraneda kui ka halveneda	0	väike	väike	väike	kaudne	kogu Eesti
	RCP8.5	Tormide sagenemine	7.05	Sanitaarraiate vajadus suureneb, raiete maht kõigub aastati, kasvavad probleemid tööjõu liikuvuses	-	keskmine	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP8.5	Põuaste suvede sagenemine	7.03	Metsade sanitaarne seisund halveneb	-	keskmine	suur	suur	kaudne	kogu Eesti
RCP8.5	Kõrgemad maksimaalsed temperatuurid	7.09	Suvised metsatööd raskendatud, raiutud puidu riknemine	-	väike	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti	

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	RISK (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Tõenäosus (kõrge, keskmine, madal, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP8.5	Eksteemselt madala temperatuuri harv esinemine	7.09	Metsatööd raskendatud	-	väike	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti

Tabel 32. Kliimamuutuste mõju metsakasvatusele.

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	RISK (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Tõenäosus (kõrge, keskmine, madal, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
Kuni 2020	Senine ilmastik	Temperatuuri ja sademete hulga suurenemine	7.02	Metsade kasvu kiirenemine, puude kasvuperioodi pikenemine	+	väike	väike	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Keskmine õhutemperatuur suureneb	7.02	Lehtmetsad hakkavad paremini kasvama	+	keskmine	väike	keskmine	otsene	kogu Eesti
Kuni 2030	Senine ilmastik	Külmunud pinnasega periood väheneb	7.01	1) hooldusraied raskendatud, 2) metakultuuride rajamine ja hooldamine aastati ebaühtlane	-	väike	väike	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Keskmete sademete hulk suureneb talvel	7.10	Puude vaalimine sula lume poolt suureneb	-	väike	väike	väike	kaudne	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Keskmete sademete hulk suureneb suvel	7.11	Tulekahjude risk väheneb	+	väike	väike	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Tormide sagenemine	7.07	Metsade tervislik seisund halveneb, kasvab kahjurputukate levik ja raiete vajadus	-	keskmine	väike	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Põuaste suvede sagenemine	7.12	Tulekahjude risk suureneb. Kuusikute sanitaarne seisund halveneb.	-	keskmine	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Kõrgemad maksimaalsed temperatuurid	7.13	Võivad mõjuda puude kasvule pidurdavalt	-	väike	väike	väike	kaudne	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Eksteemselt madala temperatuuri harv esinemine	7.14	Metsade liigilist koosseisu ja tervisliku seisundit võivad mõjutada isegi vaid korra poole sajandi jooksul esinevad väga madalad temperatuurid	-	väike	väike	väike	kaudne	kogu Eesti
	2021- 2050	RCP4.5, RCP8.5	Keskmine õhutemperatuur suureneb	7.02	Lehtmetsad hakkavad paremini kasvama	+	keskmine	väike	keskmine	otsene
RCP4.5, RCP8.5		Külmunud pinnasega periood väheneb	7.01	Raskendatud uuendusraied, ebaühtlane metsakultuuride rajamine ja hooldamine aastati	-	väike	väike	keskmine	kaudne	kogu Eesti
RCP4.5, RCP8.5		Keskmete sademete hulk suureneb talvel	7.10	Puude vaalimine sula lume poolt suureneb	-	väike	väike	väike	kaudne	kogu Eesti
RCP4.5, RCP8.5		Keskmete sademete hulk suureneb suvel	7.11	Tulekahjude risk väheneb	+	väike	väike	keskmine	kaudne	kogu Eesti

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	RISK (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Töenäosus (kõrge, keskmine, madal, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP8.5	Tormide sagenemine	7.07	Sanitaarraiate maht suureneb, metsade tervislik seisund halveneb, kasvab kahjurputukate levik	-	keskmine	väike	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP8.5	Põuaste suvede sagenemine	7.12	Tulekahjude risk suureneb. Kuusikute sanitaarne seisund halveneb.	-	keskmine	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP8.5	Kõrgemad maksimaalsed temperatuurid	7.13	Võivad mõjuda puude kasvule pidurdavalt	-	väike	väike	väike	kaudne	kogu Eesti
	RCP8.5	Eksteemselt madala temperatuuri harv esinemine	7.14	Metsade liigilist koosseisu ja tervisliku seisundit võivad mõjutada ka kasvõi ainult korra poole sajandi jooksul esinevad väga madalad temperatuurid	-	väike	väike	väike	kaudne	kogu Eesti
2051-2100	RCP4.5, RCP8.5	Keskmine õhutemperatuur suureneb	7.02	Lehtmetsad hakkavad paremini kasvama, muutub okas- ja lehtmetsade suhtarv	0	suur	keskmine	suur	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Külmunud pinnasega periood väheneb	7.01	Raskendatud uuendusraied, ebaühtlane metakultuuride rajamine ja hooldamine aastati	-	keskmine	suur	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Keskiste sademete hulk suureneb suvel	7.11	Tulekahjude risk väheneb	+	keskmine	suur	väike	kaudne	kogu Eesti
	RCP8.5	Tormide sagenemine	7.07	Sanitaarraiate maht suureneb, metsade tervislik seisund halveneb, kahjurputukate masslevik	-	keskmine	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP8.5	Põuaste suvede sagenemine	7.12	Tulekahjude risk suureneb. Kuusikute sanitaarne seisund halveneb. Kuuse kultiveerimine väheneb	-	keskmine	suur	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP8.5	Kõrgemad maksimaalsed temperatuurid	7.13	Võivad mõjuda puude kasvu pidurdavalt	-	väike	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP8.5	Eksteemselt madala temperatuuri harv esinemine	7.14	Metsade liigilist koosseisu ja tervislikku seisundit võivad mõjutada isegi vaid korra poole sajandi jooksul esinevad väga madalad temperatuurid	-	suur	suur	väike	otsene	kogu Eesti

Tabel 33. Kliimamuutuste mõju metsahaigustele.

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	RISK (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Töenäosus (kõrge, keskmine, madal, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
Kuni 2020	Senine ilmastik	Temperatuuri ja sademete hulga suurenemine	7.03	1) niiskuslembeste, 2) soojemast kliimast pärit invasiivsete metsahaiguste leviku suurenemine	-	väike	väike	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Keskmine õhutemperatuur suureneb	7.03	Uute invasiivsete haigustekitajate hulk suureneb, nende mõju metsapuudele raskesti prognoositav	-	keskmine	väike	väike	otsene	kogu Eesti
Kuni 2030	Senine ilmastik	Keskmine õhutemperatuur suureneb talvel	7.03	Haigustekitajate mõju kasvab, eoste levik algab varem ja kestab kauem	-	keskmine	väike	väike	otsene	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Keskimate sademete hulk suureneb suvel	7.03	Haigustekitajate epideemiad sagenevad	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Lumikattega päevade arvu vähenemine	7.04	Talvitumishaiguste osakaal väheneb, vähenevad ka varakevadisest päikesepõletusest tingitud kahjustused	+	väike	väike	väike	otsene	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Tormide sagenemine	7.05	Puistute tormihelluse kasv juure- ja tüvemädanike tõttu	-	keskmine	keskmine	väike	kaudne	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Põuaste suvede sagenemine	7.03	Puud füsioloogiliselt nõrgestatud, kasvab vastuvõtlikkus patogeenide suhtes	-	keskmine	keskmine	väike	kaudne	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Kõrgemad maksimaalsed temperatuurid	7.03	Puud on nõrgestatud ja vastuvõtlikumad haigustele	-	keskmine	keskmine	väike	kaudne	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Eksteemselt madala temperatuuri harv esinemine	7.03	Puud on nõrgestatud ja vastuvõtlikumad haigustele	-	keskmine	keskmine	väike	kaudne	kogu Eesti
	2021- 2050	RCP4.5, RCP8.5	Keskmine õhutemperatuur suureneb	7.03	Uute invasiivsete haigustekitajate hulk suureneb	-	suur	keskmine	keskmine	otsene
RCP4.5, RCP8.5		Keskmine õhutemperatuur suureneb talvel	7.03	Haigustekitajate mõju kasvab	-	suur	keskmine	keskmine	otsene	kogu Eesti
RCP4.5, RCP8.5		Keskimate sademete hulk suureneb suvel	7.03	Haigustekitajate epideemiad sagenevad	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	kogu Eesti

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	RISK (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Töenäosus (kõrge, keskmine, madal, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP4.5, RCP8.5	Lumikattega päevade arvu vähenemine	7.04	Talvitumishaiguste osakaal väheneb, väheneb ka varakevadisest päikesest tingitud kahjustuse esinemine	+	väike	väike	väike	otsene	kogu Eesti
	RCP8.5	Tormide sagenemine	7.05	Mädaniku nakkusega puud on tormihellemad	-	keskmine	keskmine	väike	kaudne	kogu Eesti
	RCP8.5	Põuaste suvede sagenemine	7.03	Puud on nõrgestatud, patogeenid kahjustavad rohkem	-	keskmine	keskmine	väike	kaudne	kogu Eesti
	RCP8.5	Kõrgemad maksimaalsed temperatuurid	7.03	Puud on nõrgestatud ja vastuvõtlikumad haigustele	-	keskmine	keskmine	väike	kaudne	kogu Eesti
	RCP8.5	Eksteemselt madala temperatuuri harv esinemine	7.03	Puud on nõrgestatud ja vastuvõtlikumad haigustele	-	keskmine	keskmine	väike	kaudne	kogu Eesti
2051-2100	RCP4.5, RCP8.5	Keskmine õhutemperatuur suureneb	7.03	Uute haigustekitajate hulk suureneb	-	suur	keskmine	suur	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Keskmine õhutemperatuur suureneb talvel	7.03	Haigustekitajate mõju kasvab	-	suur	keskmine	suur	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Keskliste sademete hulk suureneb suvel	7.03	Haigustekitajate epideemiad sagenevad	-	suur	keskmine	keskmine	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Lumikattega päevade arvu vähenemine	7.04	Talvitumishaiguste osakaal väheneb ja väheneb ka varakevadisest päikesest tingitud kahjustuse esinemine	+	väike	väike	väike	otsene	kogu Eesti
	RCP8.5	Tormide sagenemine	7.05	Juure- ja tüvemädaniku nakkusega puud on tormihellemad	-	suur	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP8.5	Põuaste suvede sagenemine	7.03	Puud on nõrgestatud, patogeenide kahjustused kasvavad	-	keskmine	keskmine	väike	kaudne	kogu Eesti
	RCP8.5	Kõrgemad maksimaalsed temperatuurid	7.03	Puud on nõrgestatud ja vastuvõtlikumad haigustele	-	suur	keskmine	väike	kaudne	kogu Eesti
	RCP8.5	Eksteemselt madala temperatuuri harv esinemine	7.03	Puud on nõrgestatud ja vastuvõtlikumad haigustele	-	suur	keskmine	väike	kaudne	kogu Eesti

1
2

3 **7.4.4. Mõjude kokkuvõte**

4 Kokkuvõtvalt kajastuvad kliimamuutuste mõjud ülal, ülevaattetabelites **Tabel 31, Tabel 32**
5 ja **Tabel 33**.

6 Tähtsaimad kliimategurid, mis mõjutavad metsandust, on prognoositavalt keskmise
7 õhutemperatuuri tõus ja sademete koguse suurenemine. Tugev mõju võib olla harva
8 esinevatel ekstreemsetel tingimustel (põud, äärmuslikult madal talvine temperatuur, torm).
9 Metsatööstust võivad tugevalt mõjutada sula maaga talvedest tulenevad raskused puidu
10 metsast väljaveol. Majanduslik suurim mõju võib tuleneda täiendavate kulutuste tekkest
11 metsateede ja kraavide korrashoiule. Positiivne mõju võib tuleneda metsade puidu
12 juurdekasvu suurenemisest, kuid see ei pruugi olla pidev trend sajandi lõpuni. Metsade
13 sanitaarne seisund võib halveneda tulenevalt uutest invasiivsetest metsahaigustest.

14

15 **7.4.5. Piiriülesed aspektid**

16 Piiriülene koostöö on vajalik eelkõige invasiivsete metsahaiguste tuvastamisel ja
17 vastumeetmete kujundamisel. Selleks on vajalik osaleda teemakohastel rahvusvahelistel
18 COST nõupidamisel, kus tegelikult piiriüleseid probleeme analüüsitakse
19 (http://www.cost.eu/about_cost).

20 Kasuks tuleb regiooni riikide metsapoliitika kooskõlastamine.

21 Trendide ja muutuste jälgimiseks metsas on oluline osaleda ja saada infot rahvusvahelisest
22 metsaseirest (<http://icp-forests.net/>). Rahvusvaheline koostööprogramm ICP Forest
23 (International Cooperative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution
24 Effects on Forests) õhusaaste kauglevi mõju jälgimiseks metsadele; Pan-Euroopa
25 programm metsaökosüsteemide intensiivseks seireks (Pan-European Programme for
26 Intensive and Continuous Monitoring of Forest Ecosystems).

27 **7.5. Soovitused uuringuteks**

- 28
- 29 • Erinevate raieviiside majanduslik-ökoloogiline analüüs lähtudes muutuvast
30 kliimast, s.o raiete sesoonne toimumisaeg, raiete intensiivsus (nt hooldusraiate algus
31 ja kordused), raievanused, kahjustuste oht ja preventeerivad tõrje vajadused jms.
 - 32 • Metsakultiveerimine ja sellega seonduvad probleemid muutavas kliimas.
 - 33 • Metsakultuuride hooldamine ja sellega seonduvad probleemid muutavas kliimas.
 - 34 • Analüüsida ja hinnata olemasolevaid raievanuseid, s.h analüüsida patogeenidest
35 tingitud kahjusid ning tõrjevõimalusi.
 - 36 • Sademete intensiivsuse võimalikkusest lähtudes analüüsida metsateede ja
37 kuivendusvõrkude süsteemi võimekust.
 - 38 • Jätkata võimalike uute invasiivsete haigustekitajate monitooringut, et tabada kohe ära
selliste esmasaabumine Eestisse. Sealjuures pidevalt täiendada liikide tuvastamise

- 1 tehnilisi ja metodoloogilisi võimalusi. Sealhulgas analüüsida patogeenidest tingitud
2 kahjude ulatust metsale ja puidukvaliteedile.
- 3 • Jätkata uurimistöid patogeenide epidemioloogia ja levikustrateegia valdkonnas ning
4 vääriliselt hinnata, kuidas see on ilmastikutingimuste muutumisega seotud. Näiteks
5 vajab lähiajal analüüse erakordselt lühikeste sügiste ökofüsioloogilised mõjud
6 metsapatoloogilistele tagajärgedele.
 - 7 • Käesoleva aruande tarvis kohati vaid ekspertarvamuse tasemel tehtud ilmastikust
8 tingitud riskide hinnangud vajaks enam spetsiaalseid analüüse. Näiteks
9 haigusetekiitajate leviku modelleerimisi ja ekstreemsete ilmastikutingimuste
10 mõjuanalüüse patogeenide levikule. Seda tuleks kindlasti teha rahvusvahelises
11 koostöös. Igasuguseid mudeleid on nii maailmas kui kitsamalt Euroopas tehtud küll
12 palju, kuid nende kasutamine on tihti komplitseeritud ja tulemused ebaselged või
13 lausa jaburad.
 - 14 • Vajalikeks osutuvad ka ilmastiku muutuste ja patogeenide suhtes resistentsemate
15 puukloonide otsingud.
 - 16 • Majandusmetsade liigilise koosseisu reguleerimisel arvestada lehtpuude mõnevõrra
17 parema kohanemisvõimega meie regioonis ennustatava kliimamuutusega.
- 18
19

1 **8. Kalandus**

2 **Kangur, Külli¹; Vetemaa, Markus²; Kangur, Peeter¹; Saks, Lauri²**

3 ¹ **Eesti Maaülikool, põllumajandus- ja keskkonnainstituut**

4 ² **Tartu Ülikooli Eesti Mereinstituut**

5 **8.1. Sissejuhatus**

6 Kliimamuutused mõjutavad väga erinevaid veekogude tüüpe ja kogu nende elustikku. Eriti
7 silmatorkavad on need muutused kalade puhul. Globaalsed ja regionaalsed kliimamuutused
8 (kuumalained, ebapüsiv jääkate, põud, veetaseme muutused jne) võivad oluliselt mõjutada
9 kalamajanduslikult tähtsate ja kliimamuutustele vähem vastupidavate (tundlike) kalaliikide
10 arvukust ja varude suurust nii Eesti sisevetes kui ka Läänemeres. Kliimamuutused
11 mõjutavadki kalandust põhiliselt mõju kaudu kalavarude suurusele, millest sõltuvad otseselt
12 tööndusliku ja harrastusliku kalapüügi võimalused.

13 Kalastikku peetakse veeökosüsteemide tervise koondnäitajaks, kuna toiduahelate lõpplülina
14 sõltuvad nad kogu ökosüsteemi struktuurist ja toimimisest, teisalt mõjutavad nad
15 toiduahelate kaudu kaskaadset muud elustikku (Sarvala *et al.*, 2000). Ektotermsete
16 organismidena sõltub kalade kehatemperatuur ümbritsevast keskkonna temperatuurist.
17 Isegi väga väike veetemperatuuri tõus võib põhjustada dramaatilisi muutusi
18 kalapopulatsioonide arvukuses ja struktuuris (Jeppesen *et al.*, 2010; Perkins *et al.*, 2010).

19 Kliimamuutused võivad mõjutada kalapopulatsioone mitmete otseste ja kaudsete
20 protsesside kaudu, tavaliselt komplekselt läbi mitme veekogus samaaegselt toimiva
21 muutuse (Durant *et al.*, 2007; Jeppesen *et al.*, 2014). Nt veetemperatuuri tõus mõjutab
22 taimestiku ja loomastiku muutuste kaudu (vt täpsemalt **mageveeökosüsteemide** ptk **3.3**
23 ning ptk **Läänemeri ja merekeskkond 4.3**) ka kalade toitumis-, varje- ja sigimistingimusi.
24 Veelgi enam, kliimamuutused koos teiste surveteguritega (nt eutrofeerumine, ülemäärane
25 püük, võõrliigid, soolsuse muutused jne) võivad esile kutsuda erinevaid sünergilisi
26 protsesse veeökosüsteemides (Clarke, 2009; Durant *et al.*, 2007; Woodward *et al.*, 2010),
27 mille mõju kalastikule võib olla ajalise nihkega, mittelineaarne ja osaliselt ettearvatu.
28 Niisiis, isegi kui oleks olemas täpne prognoos tuleviku temperatuurirežiimi kohta (nt aastani
29 2100), ei saaks vaid selle alusel kuigi täpselt ennustada muutusi kalastikus. Üldiselt on selle
30 mõistmine, kuidas kliimamuutused mõjutavad looduslikke populatsioone, ökoloogia ja
31 loodusressurside majandamise suurim väljakutse praegusel ajal kogu maailmas (Seebacher
32 *et al.*, 2015).

33 Lähtuvalt eelnevast jaotatakse kalanduse valdkond järgmisteks alateemadeks:

- 34 • **Läänemere kalastik ja kalandus;**
- 35 • **sisevete kalastik ja kalandus.**

36 **8.2. Metoodika**

37 **Hetkeolukorra analüüs**

38 Ülevaade kliimamuutuste mõjust kalandusele Eestis ja hetkeolukorra analüüs põhineb Eesti
39 teadlaste poolt avaldatud teadusartiklidel, mis käsitlevad juba täheldatud kliimamuutuste

1 mõjude ilminguid kalapopulatsioonidele ja -kooslustele Läänemeres ja sisevetes. Lisaks on
2 kasutatud kirjanduse ülevaadet kliimamuutuste mõju kohta veeökosüsteemidele Eestis
3 (Nõges *et al.*, 2012) ning sama valdkonna teadusartikleid Euroopast ja mujalt maailmas.
4 Ülevaates on põhitähelepanu pööratud kalamajanduslikult tähtsate ja kliimamuutustele
5 vähem vastupidavate (tundlike) kalaliikide arvukuse ja varude suuruse muutustele mineviku
6 ilmastikunähtuste mõjul. Alavaldkondlik jaotus (mere- ja sisevete kalandus) on tehtud
7 traditsioonilise veeökosüsteemide jaotuse alusel (Nõges *et al.*, 2012), arvestades, et meres
8 ja sisevetes on kliimamuutuste mõjud kalade elukeskkonnale ja kalavarudele mõnevõrra
9 erinevad. Lisaks on läbi töötatud ja kasutatud teiste riikide poolt väljatöötatud
10 kliimamuutustega kohanemise strateegiate (nt Ministry of Agriculture and Forestry of
11 Finland, 2005) kalanduse osa. Samuti on tutvutud ja uuringusse kaasatud valdkonna Eestis
12 kehtivad strateegiad ja arengukavad (Eesti keskkonnastrateegia aastani 2030,
13 Harrastuskalapüügi arengukava aastateks 2010–2013 (perspektiiviga kuni 2018), Eesti
14 kalanduse strateegia 2014–2020 (Põllumajandusministeerium, 2013), jt.

15

16 **Mõjude analüüs**

17 Kliimamuutuste mõjude analüüsil kalandusele põhinetakse peamiselt varasematel
18 teadusuuringutel ja ekspertarvamustel. Lähtudes etteantud kliimastenaariumitest (RCP4.5
19 ja RCP8.5; Luhamaa *et al.*, 2015) ja olemasolevast teabest kliimamuutuste mõjust kaladele,
20 püütakse ekstrapoleerida, mis juhtub kutselistele kaluritele ja harrastajatele oluliste
21 kalavarudega tulevikus. Kliimastenaariumites toodud põhiliste hüdrometeoroloogiliste
22 parameetrite projitseeritud muutustest kaasatakse analüüsi peamised (nt veetemperatuuri
23 tõus, sademete hulga suurenemine, jääkate perioodi lühenemine ja ulatuse vähenemine,
24 ekstreemsete ilmastikunähtuste sagenemine), mis mõjutavad ekspertide hinnangul kalade
25 elukeskkonda kõige enam ja kujutavad olulist kliimariski kalandusele. Erinevates
26 kliimastenaariumites (RCP4.5 ja RCP8.5; Luhamaa *et al.*, 2015) kliimaparameetrite
27 projitseeritud muutuste mõju kalandusele polnud enamasti võimalik eristada, kuna need
28 erinevused (nt veetemperatuuris, sademete hulgas jne) on üsna väikesed ja nende
29 stsenaariumite avaldumise tõenäosus on teadmata.

30 Teaduskirjanduse põhjal analüüsitakse tõenduslikult tähtsate ja tundlikumate kalaliikide
31 ökoloogilisi nõudlusi (nt veetemperatuuri taluvuse piire) ning selle põhjal püütakse hinnata,
32 kuivõrd nende kalade võimalikud elupaigad tuleviku kliimas ahenevad/laienevad ja kuivõrd
33 on võimalik varude pikaajaline säilimine. Erilist tähelepanu pööratakse
34 kliimastenaariumites välja toodud ekstreemsete või mõnele kalaliigile ebasoodsate
35 ilmastikunähtuste (kuumalained, ebapüsiv jääkate, soolase vee sissevoolud Läänemere või
36 nende pikaajaline puudumine) võimalikule mõjule erinevate ökoloogiliste nõudlustega
37 kalaliikidele. Kuna ekstreemsete ilmastikunähtuste esinemissageduse ja intensiivsuse
38 muutusi ei suudeta praeguste teadmiste juures kuigi täpselt ette näha (Luhamaa *et al.*, 2015),
39 jääb kliimamuutuste mõjude hinnang Läänemere ja Eesti sisevete kalandusele enamasti
40 kvalitatiivseks eksperthinnanguks.

41 Kliimastenaariumite üldtendentside põhjal püütakse hinnata, kas ja kuivõrd võimaldaks
42 muutuvates kliimatingimustes püügirežiimi ja kalavarude kasutamise erinevate viiside
43 (harrastuskalapüük ja töõnduspüük) vahekorra muutmine vältida kalapüügiga kaasnevat
44 kalastiku liigilise struktuuri häirumist ja kaudset negatiivset mõju veeökosüsteemile ning
45 tagada samal ajal maksimaalse majandusliku ning rekreatiivse kasu saamine ühiskonnale.

46 Uuringusse on kaasatud kalanduse ja keskkonna valdkonna Eestis kehtivad strateegiad ja
47 arengukavad, nt Eesti keskkonnastrateegia aastani 2030, Harrastuskalapüügi arengukava
48 aastateks 2010–2013 (perspektiiviga kuni 2018), Eesti kalanduse strateegia 2014–2020

1 (Põllumajandusministeerium, 2013), Keskkonnaministeeriumi arengukava 2015–2018 jt.
2 Lisaks on läbi töötatud ja kasutatud naaberriikides väljatöötatud kliimamuutustega
3 kohanemisemise strateegiate (nt Ministry of Agriculture and Forestry of Finland, 2005;
4 SMHI, 2015) kalanduse osa.

5 Mõjude analüüsi tekstis (all, ptk 7.4) on viidatud mõjude ülevaattetabelites (**Tabel 34** ja
6 **Tabel 35**) esitatud mõjudele (mõju 8.XX).

7

8 **8.3. Alavaldkondlik hetkeolukorra analüüs**

9 **8.3.1. Läänemere kalastik ja kalandus**

10 **Probleemid, võimalused, ohud**

11 Läänemere kalastikku mõjutavad paljud tegurid. Kolm peamist neist on temperatuur,
12 soolsus ja antropogeensed mõjud (kalapüük, eutrofeerumine jne.). Päritolult jagunevad
13 Läänemere kalad kaheks suureks rühmaks: mageveekalad (nt ahven, haug ja koha) ja
14 merekalad (nt räim, kilu ja tursk). Mõlemad rühmad elavad oma füsioloogilise taluvuse
15 piiril; ühtede jaoks on meri liiga mage ja teiste jaoks liiga soolane.

16 Kalade elutsükliks on kõige kriitilisemaks etapiks **sigimine**. Mõned liigid suudavad
17 Läänemeres sigida vaid vähestes piirkondades. Kuigi Läänemere tursk *Gadus morhua*
18 *callarias* on adapteerunud sigima madalamal soolsusel kui liigi Atlandi ookeanis elav tursk
19 (Nissling ja Westin, 1997), on sigimine tavaliselt edukas vaid mõnes peamiselt mere
20 edelaosas paiknevas süvikus. Hapniku- ja soolsustingimused sellistes süvikutes aga
21 sõltuvad mitte ainult kliima üldistest trendidest, vaid üsnagi juhuslikest suurtest soolase
22 ookeanivee sissevooludest. Viimane selline leidis aset 2014. a lõpus. Tõenäoliselt parandab
23 soolane ja hapnikurikas vesi oluliselt tursa sigimisvõimalusi süvikutes, mis peaks
24 realiseeruma populatsiooni biomassi tõusuna mõne aasta pärast. Tursk – üks Läänemere
25 kalastiku võtmeliike – mõjutab läbi kiskluse oluliselt oma peamist toiduobjekti kilu *Sprattus*
26 *sprattus balticus*, kes omakorda on võimeline mõjutama zooplanktoni arvukust. Niisiis,
27 üsnagi juhusliku loomuga soolase vee sissevoolud võivad kalastikku tugevalt mõjutada.
28 Käesoleva projekti kontekstis tähendab kirjeldatud fenomen seda, et kliimamuutuste mõju
29 kalavarudele on väga raske täpselt prognoosida.

30 Läänemere kaladel on dokumenteeritud ka otseselt veetemperatuurist tulenevaid
31 probleeme. Nt Sandström jt (1995) uurisid ahvena sigimist kahes Rootsi tuumajaamade
32 poolt mõjutatud piirkonnas, mis olid ümbritsevast merest palju soojemad. Selgus, et soe
33 vesi meelitas ahvenaid küll ligi, kuid suurem osa marjast hukkus embrüoloogilise arengu
34 ebanormaalsuste tõttu.

35 Läänemeres on viimase 50–60 aasta jooksul leidnud aset mõned niinimetatud
36 „režiimihked“, kus muutused eskaleeruvad ning mingil hetkel muutuvad kalakoosluste
37 võtmeliigid (e.g. Tomczak *et al.*, 2013; Ojaveer ja Kalejs, 2005). Tänapäevane kalanduse
38 olukord on tingitud soolase vee sissevoolude väiksusest ja harvast esinemisest, kõrgemast
39 temperatuurist ja suurest kalapüügikoormusest (BACC, 2008; ICES, 2009; MacKenzie ja
40 Köster, 2004; Möllmann *et al.*, 2009).

41

42 **Mineviku ilmastikunähtuste mõju Läänemere kalastikule**

1 Kliimamuutused saavad kalastikku mõjutada kahel põhimõttelisel viisil: läbi pikaajalise
2 ühesuunalise muutuse (nt Läänemeri muutub soojemaks ja suurenenud sademete tõttu
3 magedamaks) või küllalt juhuslike lühiajaliste äärmuslike tingimuste esinemise sageduse
4 muutuse tõttu. Vaatleme alljärgnevalt mõnda neist.

- 5 1) Külma süvavee kerke mõju soojaveelistele kaladele. Eesti rannikumere üks olulisemaid
6 töönduskalu on ahven *Perca fluviatilis*. Nt Soome lahes elutseb ahven peamiselt vaid
7 madalas soojaveelises rannaribas. Niisugustes kohtades võib veetemperatuur muutuda
8 väga kiiresti (nt alaneb 10 °C võrra paari päeva jooksul), mis kahandab oluliselt
9 soojaveeliste kalade toitumise intensiivsust ja kasvukiirust, kevadisel kudeajal aga
10 põlvkonna tugevust (Suursaar ja Aps, 2007; Uiboupin ja Laanemets, 2009).
- 11 2) Külmade ja tormiste kevadete mõju kalapõlvkondade moodustumisele. Suur osa
12 parasvöötme kalade (nt ahven, koha, haug) põlvkondade arvukuse varieerumisest on
13 põhjustatud varase arengu tingimuste variatsioonidest: nõrgad (vähearvukad)
14 põlvkonnad on tingitud mõnel aastal esinevatest ebasoodsatest keskkonningimustest
15 (Böhling *et al.*, 1991; Lehtonen ja Lappalainen 1995; Shepherd *et al.*, 1984), vastupidi,
16 soodsad kevaded ja varasüved tingivad tugevaid põlvkondi (nt koha puhul (Heikinheimo
17 *et al.*, 2014)). Paljud kevadel kudevad kalaliigid on kohastunud kudema kaldalähedastel
18 kiiresti üles soojenevatel aladel. Selliste madalaveeliste mereosade temperatuur võib aga
19 pärast lühikest soojaperioodi uuesti kukkuda ning põhjustada suure osa koetud marja
20 hukkumist või avaldada negatiivset mõju vastkoorunud kalade toidubaasile.
- 21 3) Jääkatte perioodi kestvus ja talvised veetemperatuurid. Kui kliima soojenemine toob
22 kaasa külmade pika jääkattega talvede arvu langust, võib sellel olla positiivne mõju
23 soojaveeliste kalade (rannakalanduse sihtliikide) populatsioonide seisule. Esimese
24 elusuve lõpuks on nt noored ahvenad ja kohad veel suhteliselt väikesed, mistõttu esimene
25 talv võib põhjustada suurt suremust. Lappalainen jt (2000) näitasid, et koha eriti suure
26 suremuse esimesel elutalvel tekitab jahedale suvele järgnenud külm talv. Mudila liikide
27 (*Pomatoschistus microps* ja *P. minutus*), kes on väärtuslike kalatoiduliste liikide
28 peamiseks toidubaasiks, arvukus sõltus samuti esimese elutalve temperatuuridest
29 (Parmanne ja Lindström, 2003). Mõnede teiste majanduslikult vähemtähtsate liikide (nt
30 sügisel, enamasti novembris kudeva merisiia, *Coregonus lavaretus*) talvine
31 temperatuurinõudlus on erinev. Juhul kui kudemisele järgneb kiire jäätumine on mari
32 kaitstud talviste tormide eest. Kui aga jääkatet ei teki, võib lainetuse mõjul põhjast üles
33 kerkinud sete katta marja, halvendada arenevate embrüote gaasivahetust ja põhjustada
34 suurt suremust (Hudd *et al.*, 1988).
- 35 4) Tuuliste perioodide sageduse kasv. Tormiste ilmadega kaasnev lainetus halvendab
36 ranna-aladel vee läbipaistvust, mis mõjutab kalade toitumistingimusi. Nt kõige nooremad
37 lestad eelistavad toituda madalas vees (Sapota ja Kaminska, 1998), aga tormide korral
38 peavad kalad sealt ajutiselt lahkuma. Samas võib tormidel olla ka positiivne mõju:
39 aktiivsem lainetus võib mõned tavaliselt sügavale settesse kaevunud selgrootud kaladele
40 kergemini kättesaadavaks muuta (Florin ja Lavados, 2010).
- 41 5) Kliimamuutuste mõju võõrliikide levikule. Kliima muutus võib kaasa tuua uute liikide
42 ilmumise või juba olemasolevate uusasukate arvukuse tõusu. Nt hõbekogre *Carassius*
43 *gibelio* arvukuse hüppelise tõusu taga 1990. aastatel võisid olla mõned ebatavaliselt
44 pikad ja soojad süved (Vetemaa *et al.*, 2005). See võib olla üheks põhjuseks mõnede
45 karplaste (koger, säinas, särg) arvukuse vähenemisele. Viimasel kümnendil on Eesti
46 vetes plahvatuslikult kasvanud Ponto-Kaspia vesikonnast pärineva ümarmudila
47 (*Neogobius melanostomus*) arvukus (Sapota ja Skora, 2005). Läänemere lõunaosa
48 põhjaelustiku kooslustes kohati juba domineerib biomassilt ümarmudil ning uuringud on
49 näidanud tema toidukonkurentsi lestaga (Karlsson *et al.*, 2007). Läänemere soojenemine

1 muudab Eesti rannikumere ümarmudila jaoks tõenäoliselt veelgi sobivamaks, mis võib
2 kaasa tuua olulisi muutusi kogu kalastikus.

3

4 **Olemasolevad kohanemismeetmed**

5 Kliimamuutuste mõjudega kohanemiseks eraldi meetmed puuduvad.

6

7 **8.3.2. Kliimamuutuste mõju sisevete kalastikule ja kalandusele**

8 **Probleemid, võimalused, ohud**

9 Eesti siseveekogudest on kalanduse, aga ka muu biomajanduse ning ökosüsteemiteenuste
10 (mageveevarud, turism) seisukohalt kahtlemata kõige olulisemad Peipsi (3550 km²) ja
11 Võrtsjärv (270 km²). Need kaks Eesti suurjärve andsid 2014. a kokku ligi 96% kutselise
12 siseveepüügi kalasaagist; teiste siseveekogude (sealhulgas Emajõe, Narva jõe ja veehoidla)
13 osa oli vaid ligi 4% saagist (Põllumajandusministeerium, 2015). Harrastuspüügi saakide
14 kohta andmed puuduvad. Siiski on sisevete kalandus viimastel kümnenditel vähenenud nii
15 Eestis (Kangur *et al.*, 2008; Järvalt *et al.*, 2004) kui kogu Euroopas (Cowx, 2015). Enim on
16 sisevete kalasaagid viimase 25 aasta jooksul vähenenud just Põhja- ja Lääne-Euroopa
17 riikides (Cowx, 2015).

18

19 **Kliimamuutuste vastassuunaline mõju erinevatele kalaliikidele.** Eesti siseveekogudes
20 (jõgedes ja järvedes) elavad kõrvuti üsna erinevate ökoloogiliste nõudlustega kalaliigid,
21 kelle populatsiooni seisundile ja varude suurusele võivad prognoositavad kliimamuutused
22 avaldada vastassuunalist mõju. Sooja ja sogast vett armastavatele töönduskaladele nagu
23 koha *Sander lucioperca* ja latikas *Abramis brama* võib kliima soojenemine ja veekogude
24 toitelisuse tõus teatud piirini olla positiivse mõjuga (Kangur *et al.*, 2007b, 2008; Ginter,
25 2012). Seevastu puhaste hapnikurikaste ja külmade mageveekogude asukatele nagu räabis
26 *Coregonus albula*, Peipsi tint *Osmerus eperlanus m. spirinchus*, Peipsi siig *Coregonus*
27 *lavaretus maraenoides* ja luts *Lota lota* muutub elukeskkond seoses kliima jätkuva
28 soojenemisega ebasobivaks (Kangur *et al.*, 2007a, 2013; Jeppesen *et al.*, 2012). Pikaajalise
29 eutrofeerumise ja kliimamuutuste koostoime tulemusena toimusid Peipsi kalastikus kõige
30 olulisemad muutused kümnendi 1980/1990 vahetuse paiku (Kangur *et al.*, 2008). Peipsi
31 kalakoosluses on toimunud oluline nihe puhta- ja külmaveelistelt kaladelt (räabis, Peipsi
32 siig, luts, tint) koha ja latika domineerimise suunas (Kangur *et al.*, 2007b; 2008).
33 Ahvenavarude suurenemisele võis kaasa aidata ka talvise sikutipüügi puudumine
34 2007/2008. a soojal, püsiva jääkatteta talvel (Kangur *et al.*, 2010).

35

36 **Soojad talved ja ebapüsiv jääkate** (või selle puudumine) võib kalavarusid mõjutada
37 vastupidistes suundades. Võrtsjärve kaladele võivad ohtlikuks saada külmad talved ja madal
38 veetase, mil madalad järveosad võivad põhjani läbi külmuda ja hapnikuvaru võib madalas
39 järves tunduvalt varem otsa saada kui kõrge veetaseme korral (Nõges jt, 2012). Hukuvad
40 eelkõige angerjad, kes põhjamudas talvituvad (Järvalt *et al.*, 2005). Kui kliima soojenemine
41 toob kaasa pehmemad talved ja lühema jääkate kestuse, siis väheneb Võrtsjärves
42 hapnikupuuduse ja kalade talviste suremiste oht.

43

44 Mõne soojavee kalaliigi, nt koha, kes on Eestis oma levikuala põhjapiiri lähedal, ellujäämise
45 tõenäosus võib soojemate talvede korral isegi suurenda (Ginter, 2012). Seevastu
46 külmaveeliste hilissügisel/talvel kudevate kalade (räabis, siig, luts) sigimise edukus sõltub
47 otseselt aastati varieeruvatest jääoludest (Kangur *et al.*, 2015). Kui jääkate on ebapüsiv, st
48 nõrk ja liikuv või puudub aeg-ajalt talve jooksul üldse, ulatub lainetuse mõju põhjani,

1 mistõttu sügisel koetud mari võib mattuda setete alla ja hävida hapnikupuuduse tõttu
2 (Kangur ja Kangur, 2014). Hilissügisel kudevatel külmavee kalaliikidel on kliima
3 soojenemisega ilmselt raskem kohaneda kui kevadel kudevatel kaladel, sest kevadel
4 kudejad saavad marja koorumist paremini kevadiste varieeruvate ilmastiku- ja
5 toitumisolude järgi ajastada (Nyberg *et al.*, 2001).

6
7 **Harrastuspüük**, mida kliimamuutused otseselt mõjutavad, on kogu maailmas laienev trend
8 kalavarude kasutamisel (Granek *et al.*, 2008; Arlinghaus ja Cooke, 2009). Meie
9 ilmastikutingimuste tõttu on just talikalastus suhteliselt oluline harrastuspüügi vorm, mis
10 toob kahtlemata suurt majanduslikku ja sotsiaalset kasu (Oru *et al.*, 2014). Olenevalt
11 jääkatte kestvusest on võimalik harrastada talipüüki isegi kuni 4 kuud. Talikalastuse kõige
12 atraktiivsemad ja populaarsemad paigad Eestis on Pärnu laht ja Peipsi järv, mida heade
13 jääolude ja ilma korral külastab tippaajal päevas tuhandeid harrastuskalastajaid,
14 sealhulgas ka naaberriikidest (Lätist). Suvel on harrastuskalastajad rohkem hajunud
15 väikejärvedele ja jõgedele, mis on avaveeperioodil populaarseimad kalastuspaigad
16 (Keskkonnaministeerium, 2013). Kuid sarnaselt töenduslikule püügile võib harrastuspüük
17 (kuigi see on hajutatud ja näiliselt vähetähtis) negatiivselt mõjutada kalavarusid (Granek *et*
18 *al.*, 2008; Arlinghaus, Cooke ja Potts, 2013), kuid Eestis selle kohta täpsemad andmed
19 puuduvad. Kliima soojenemine võib muuta traditsioonilisi kalapüügi piirkondi ja
20 ajavahemikke (Lehtonen, 1996). Talipüügi hooaeg võib lüheneda, kuna ennustatakse
21 jääperioodi lühenemist (Shuter, Minns ja Fung, 2013).

22
23 Kalade sigimise edukust, varude suurust ja püügivõimalusi mõjutab otseselt **veetase**
24 (Kangur *et al.*, 2000; Järvalt *et al.*, 2005). Veetase mõjutab tugevasti angerja väljapüüki
25 Võrtsjärvest. Kõrge veetasemega aastatel (1979–1982, 1998, 2009) saadakse vähem saaki,
26 kuna kõrge veetase muudab mõrrapüügi angerja suhtes väheedukaks (Järvalt, Kask ja
27 Bernotas, 2010). Luhtade üleujutuse ulatus ja kestus on oluline paljude kevadel kudevate
28 kalade, eelkõige haugi, kudemistingimustele (Kangur *et al.*, 2000; Järvalt *et al.*, 2005).

29
30 **Ekstreemsete ilmastikunähtuste** nii suvel (põud, kuumalained) kui ka talvel (ebapüsiv
31 jääkate või selle puudumine) mõju kalade elukeskkonnale, sigimise edukusele ja
32 ellujäämisele võib olla eriti drastiline. Christidis jt (2014) andmetel on erakordselt kuumade
33 suvede esinemise tõenäosus Euroopas alates 2003. aasta kuumalainest oluliselt suurenenud
34 ja seoses globaalsete kliimamuutustega prognoositakse edaspidi ekstreemsete
35 ilmastikunähtuste sagenemist (IPCC, 2013; 2014). Eesti tähtsamad kalajärved Peipsi ja
36 Võrtsjärv on suhteliselt madalad ning tuule ja lainetuse mõjul kergesti segunevad ega paku
37 kuumalainete ajal külmaveelistele kaladele jaheda veega pelgupaiku (Kangur *et al.*, 2013)
38 nagu nt sügavad Soome järved. Samuti võivad külmalembeste kalaliikide (nt jõforell
39 *Salmo trutta trutta* morpha *fario*, lõhi *Salmo salar*) elupaigad väheneda ka jõgedes ja
40 väikejärvedes, kuid selle kohta täpsemad andmed Eestis puuduvad. Koos veeõitsengute
41 sagenemisega soojemas kliimas võivad sageda ka kalade massilised hukkumised (Nõges
42 ja Nõges, 2011; Kangur *et al.*, 2013) nagu see juhtus Uljaste järves 1993. aasta augustis
43 (Ott, 1994).

44
45 Kalanduse seisukohalt muutub **uute parasiitide ja võõrliikide probleem** seoses kliima
46 soojenemisega meie veekogudes üha aktuaalsemaks, kuna võib oodata lõunapoolsete liikide
47 (nt ümarmudila, *Neogobius melanostomus*) levila laienemist ja nihkumist põhja poole,
48 kohalike liikide väljatõrjumist, liigilise tasakaalu häirumist ja ökosüsteemi ebastabiilsust.
49 Eestis on viimasel ajal laialdaselt levinud ohtlik lõhilaste parasiit (*Tetracapsuloides*

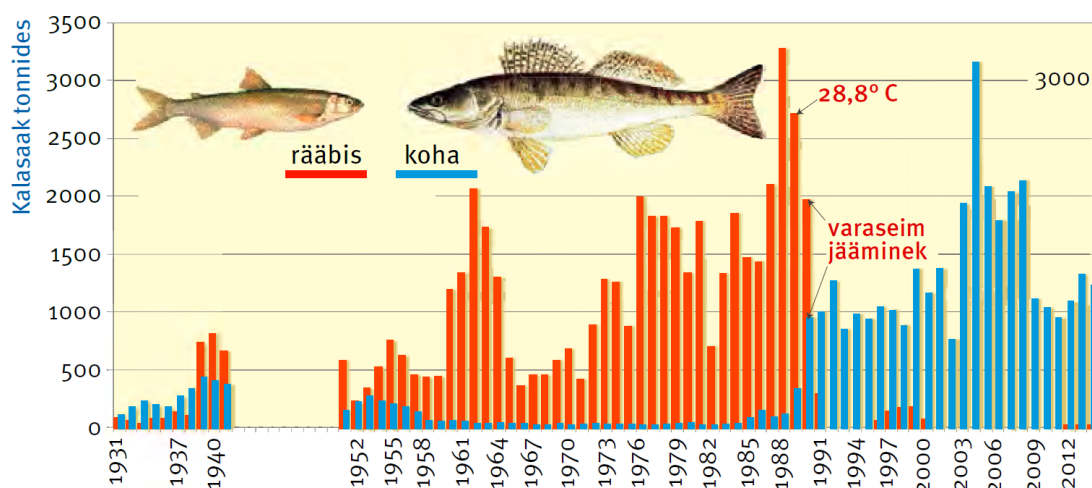
1 *bryosalmonae*), mis põhjustab kala noorjärgudel neeruhaigust ja kehveresust ning võib
2 kõrge veetemperatuuri juures sageli lõppeda kala surmaga (Dash ja Vasemägi, 2014).

4 Mineviku ilmastikunähtuste mõju sisevete kalastikule

5 Sisevete kalastikku mõjutavad korraga mitmed survetegurid, millest igäühe spetsiifilist
6 mõju on raske eristada. Neist tähtsamad on: a) muutused ökosüsteemis (eutrofeerumine, vee
7 kvaliteedi halvenemine, veeõitsengud, kalakoelmute mudastumine, nihked toiduahelates),
8 b) kliimamuutustega seotud protsessid (veetaseme ja -temperatuuri kõikumised,
9 ekstreemsed ilmastikunähtused, jääolud) ja c) ülemäärane püük (Kangur *et al.*, 2008; 2009).
10 Pidev suuremate kalade selektiivne püük ja kliima soojenemine on põhjustanud
11 kohapopulatsiooni noorenemist Peipsis ja Võrtsjärves (Ginter *et al.*, 2015).

12 **Ilmastiku ja inimtekkeliste muutuste koosmõju.** Kliima soojenemine suurendab
13 tõenäoliselt toiteainete sise- ja väliskoormust järvedes soodustades otseselt eutrofeerumist
14 (Jeppesen *et al.*, 2009) ning tugevdades eutrofeerumise ilminguid (veeõitsengud, kalade
15 suremine) magevetes, eelkõige madalates järvedes (Jeppesen *et al.*, 2010b; Moss *et al.*,
16 2011). Peipsi eutrofeerumine kiirenes kuivadel veevaestel aastatel (Kangur *et al.*, 2003).
17 Järved muutuvad enamasti eutroofsemaks soojenemisest põhjustatud veetaseme alanemise
18 tagajärjel, mis soodustab veeõitsenguid ja mõjutab kalade kudemist litoraalis (Jeppesen *et*
19 *al.*, 2015). Kliima edasisel soojenemisel võib oodata veetaseme veelgi suuremat
20 aastavahelist ja aastasisest varieerumist (Jeppesen *et al.*, 2015).

22 Veetemperatuuri aastasisese varieeruvuse muutused (nt kuumalained) koos teiste
23 sünergistlike faktoritega (madal veetase, jätkuv eutrofeerumine) võivad madalates järvedes
24 avaldada kalastikule potentsiaalselt tugevamat mõju kui sujuvad pikaajalised muutused
25 keskmises veetemperatuuris või toiteainete koormuses (Kangur *et al.*, 2013). Hüppelise
26 muutuse äärmuslik näide on rääbisepopulatsiooni hääbumine ligi veerandsaja aasta eest.
27 1980/1990 kümnendivahetuse paiku toimus Peipsi kalastikus märkimisväärne nihe eri
28 toitumistüübiga kalaliikide vahelkorras: röövkala koha saagid suurenesid plahvatuslikult
29 just enne rääbise kadumist (**Joonis 9**).



32
33 **Joonis 9.** Koha ja rääbise töenduslikud saagid Peipsis (Kangur ja Kangur, 2014 järgi).

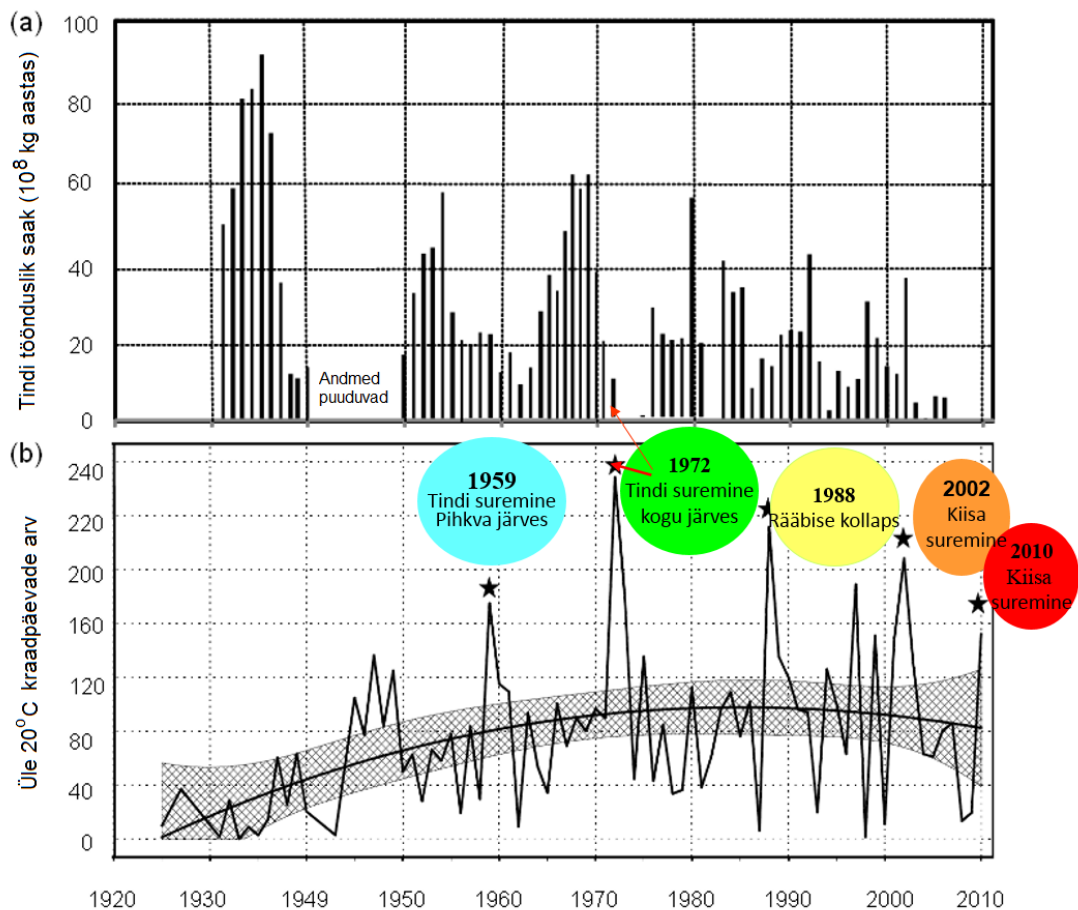
34
35

1 1991. aasta rääbise kollapsi põhisüüdlane polnud tõenäoliselt siiski koha, vaid hoopis kolm
2 järjestikust äärmusliku ilmastikuga aastat: erakordselt kuum 1988. aasta suvi koos tugeva
3 veeõitsenguga ja kalade suremisega ning äärmiselt varane jääminek 1989. ja 1990. aastal.
4 Tõenäoliselt ebaõnnestus rääbise sigimine Peipsis neil aastail täielikult (Kangur ja Kangur,
5 2014). Erinevalt Peipsist on Soome sügavates järvedes rääbisevarud enamasti taastunud ja
6 jälle arvukad (Valkeajärvi *et al.*, 2010).

7
8 Peipsi ökosüsteemi üheks võtmeliigiks on tint, kes on toiduahelas vahelüli zooplanktoni ja
9 röövkalade vahel. Tint on olnud läbi aegade Peipsis väga arvukas ja saagi suuruse järgi
10 tähtsaim püügikala. 19. sajandi keskel oli Peipsis tinti nii palju, et tema saagid küündisid
11 K.E. von Baeri arvestuste kohaselt 18400 tonnini (Tammiksaar, 2014), mis on neli korda
12 enam kui praegu püütakse kõiki kalaliike kokku (2014. aastal – 4049 tonni,
13 Põllumajandusministeerium, 2015). Peipsi tindipopulatsioonis on toimunud perioodilisi
14 tõuse ja langusi, kuid praeguseks on tema arvukus kahanenud ajaloolise miinimumini
15 (**Joonis 10**). Pikaajaliste andmete regressioonanalüüs näitas maksimaalse suvise
16 veetemperatuuri ja kõrge veetemperatuuriga (üle 20 °C) perioodi pikkuse olulist negatiivset
17 efekti tindipopulatsiooni arvukusele üks-kaks aastat hiljem (Kangur *et al.*, 2007a). Kõrge
18 temperatuuri mõju oli eriti tugev, kui sellega kaasnes madal veetase nagu 1972. ja 2002.
19 aastal (Kangur *et al.*, 2005).

20
21 Viimase poolsajandi jooksul on kuumadel suvedel Peipsil korduvalt täheldatud kalade
22 massilist suremist (**Joonis 10**). See on juhtunud aastatel kui kuumaperiood oli eriliselt pikk,
23 veetemperatuur kõrge (kuni 26–28°C), veetase madal ning samaaegselt esines sinivetikate
24 massiline vohamine ehk `veeõitseng`.

25
26



1
2 **Joonis 10. Tindipopulatsiooni dünaamika** ja üle 20 °C kraadpäevade arv Peipsis. Suuremad kalade suremised on
3 näidatud. (Kangur *et al.*, 2011 järgi).

4
5 Kalade massilist suremist on Peipsil dokumenteeritud alates 1959. aastast; need juhud on
6 sagenenud ning hõlmavad suurema ala (Kangur *et al.*, 2005, 2013). Kui varasemalt olid
7 põhilisteks kannatajateks jaheda vee liigid nagu tint ja rääbis, siis viimaste kalade suremiste
8 ajal (2002, 2010) täheldati mitmete kalaliikide, eriti suure hulga põhjaeluliste kiiskade ja
9 noorkalade suremist (Kangur *et al.*, 2013). Kalade hukkumine oli tingitud veeõitsenguga
10 kaasnenud mitme ebasoodsa teguri koosmõjust, millest olulisemad olid kõrge
11 veetemperatuur, madal veetase, sinivetikate vohamisest tingitud ulatuslik ööpäevane vee
12 hapnikusisalduse ja pH kõikumine (Kangur *et al.*, 2005, 2013). Lisaks läheb vetikate
13 lagunemisel vabanev ammooniumioon aluselises vees (pH > 9) üle kaladele mürgiseks
14 ammoniaagiks ja Peipsis vohavad vetikaliigid on ka ise toksilised.

15 Seega on tindipopulatsiooni langus kooskõlas veekeskonna soojenemisega, mis koos
16 jätkuva eutrofeerumisega ning sinivetikaõitsengutega on oluliselt vähendanud
17 populatsiooni edukust ja suurendanud otseselt tindi suremust.

18
19 Ilmselt pole külmalembesed kalad parasvöötme madalates järvedes võimelised
20 nüüdiskliima ekstreemsustele vastu seisma (Kangur ja Kangur, 2014).

21 22 **Olemasolevad kohanemismeetmed**

23 Kliimamuutustega kohanemiseks eraldi meetmed puuduvad. Siiski võiks olla
24 harrastuspüügi edendamine (töõnduspüügi kõrval/asemel) kalanduse arendamisel oluline
25 alternatiiv muutuvates kliimatingimustes, kus kalavarud vähenevad ja kõigile soovijatele
26 kala ei jätku (Orru *et al.*, 2014). Harrastuspüük võimaldaks ökosüsteemiteenustest osa saada

1 suuremal hulgal inimestel kui suurfirmade tööduspüük. Harrastuspüük aitaks edendada
2 turismimajandust laiemalt, panustades infrastruktuuri (majutus, söögikohad, parklad,
3 transport püügikohale järvel jne) luua uusi töökohti ja tõsta inimeste heaolu nii
4 rannakülades, kus on vähe alternatiivseid elatusallikaid, kui ka kaugemal (Orru *et al.*, 2014).

5 **8.4. Kliimamuutustega seonduvad riskid, haavatavus ja mõjud**

6 **8.4.1. Riskid ja haavatavus: Läänemere ja sisevete kalastik ning kalandus**

7 **Kalanduse strateegia peaesmärk** aastail 2014–2020 on Eesti kalanduse kui
8 majandusharu jätkusuutlik arendamine ning kalatoodangu konkurentsivõime tõstmine sise-
9 ja välisturgudel (Põllumajandusministeerium, 2013). Globaalsed ja regionaalsed
10 kliimamuutused võivad oluliselt mõjutada kalamajanduslikult tähtsate ja kliimamuutustele
11 vähem vastupidavate (tundlike) kalaliikide varude suurust, millest sõltuvad otseselt
12 kutselise ja harrastusliku kalapüügi võimalused nii Eesti sisevetes kui ka Läänemeres.

13 Kalanduse seisukohalt on praeguste teadmiste juures olulisemad järgmised kliimategurid
14 (kliimarisikid), mida käsitletakse mõjude analüüsil:

- 15 • **veetemperatuuri** tõus;
- 16 • **jääperioodi** lühenemine ja ebapüsiv jääkate;
- 17 • **jääkatte ulatuse** vähenemine Läänemeres;
- 18 • **ekstreemsete ilmastikunähtuste** (nt kuumalained, tormid) sagenemine;
- 19 • **sademet**e hulga suurenemine;
- 20 • **veetaseme** aastasisese ja aastate vahelise varieeruvuse muutused.

21 Kalandus on senini väga **oluline majandusharu** mitmetes Läänemere ja Eesti suurjärvede
22 rannapiirkondades, kus on suhteliselt vähe alternatiivseid tegevusalasid, ehkki tänapäeval
23 on kalandus juba märgatavalt vähetulusam kui näiteks 1990. aastatel. Selle põhjuseks on
24 ühelt poolt nii meres kui ka siseveekogudes mõne liigi osas vähenenud varud (Ådjers *et al.*,
25 2006; Järvalt *et al.*, 2004; Kangur *et al.*, 2008; Tammiksaar, 2014) kui ka märksa
26 ebasoodsam majandusolukord. Viimane on isegi olulisem – pärast taasiseseisvumist on kala
27 esmakokkuostuhinnad tõusnud märgatavalt vähem kui tootmiskulud (Vetemaa *et al.*, 2006).
28 Siiski on kalandus jätkuvalt maainimeste oluline elatusallikas ja tähtis osa nende elustiilist.
29 On selge, et kalavarude säilimisest, mis peegeldab ühtlasi veeökosüsteemide tervist ja
30 stabiilsust, on huvitatud nii kohalikud elanikud kui kogu Eesti riik (nt Kangur *et al.*, 2011).
31 Siiski on kalavarude seisundit ja kalanduse tulevikku muutuvates kliimatingimustes üsna
32 keeruline prognoosida, kuna see sõltub mitmete inimtekkeliste survetegurite (ülepüük,
33 reostus, eutrofeerumine) ja looduslike protsesside (nt veetaseme ja -temperatuuri muutused,
34 ekstreemsed ilmastikunähtused, jääolud) koosmõjust, millest igäihe spetsiifilist mõju on
35 praeguste teadmiste juures raske eristada (nt Kangur *et al.*, 2011, 2013; Moss *et al.*, 2011).

36 **Kalavarused ei saa käsitleda omaette**, st muust vee-elustikust ja veekogu
37 keskkonnaseisundist lahus, kuna kalad sõltuvad kogu veeökosüsteemi struktuurist ja
38 funktsioneerimisest. Kliimamuutused võivad mõjutada kalapopulatsioone ja –kooslusi
39 **mitmete otseste ja kaudsete protsesside kaudu**, tavaliselt komplekselt läbi mitme
40 veekogus samaaegselt toimiva muutuse. Näiteks on viimaste aastate uuringud Peipsil
41 näidanud, et järve ökosüsteem on ebastabiilne ja selle edasist suundumust on keeruline
42 prognoosida (nt Kangur *et al.*, 2011). Järve ökosüsteemi tasakaalu kadumine kujutab

1 potentsiaalset riski ühelt poolt bioloogilisele mitmekesisusele, ökosüsteemi tervisele ja
2 funktsioneerimisele, teisalt ühiskonna jaoks olulistele kalavarudele (Kangur *et al.*, 2009).
3 Seetõttu tuleb viimaste kasutamisse suhtuda suure ettevaatlikkusega, et mitte võimendada
4 järves toimuda võivaid negatiivseid protsesse (Põllumajandusministeerium, 2013). Eesti
5 Keskkonnanstrateegia aastani 2030 (2007) eesmärk on tagada kalapopulatsioonide hea
6 seisund ning kalaliikide mitmekesisus ja vältida kalapüügiga kaasnevat kaudset negatiivset
7 mõju ökosüsteemile ning kalavarude majandamisel lähtuda ökosüsteemist kui tervikust.

8 Etteantud kliimastenaariumitest (RCP4.5 ja RCP8.5; Luhamaa *et al.*, 2015) ja paljudest
9 kalavarudega seotud teadusuuringutest (nt Järvalt *et al.*, 2010; Kangur *et al.* 2005; 2007a,b;
10 2013) lähtudes võivad kliimamuutused (riskid) koos mitmete inimtekkeliste surveteguritega
11 mõjutada kalavarude suurust ja struktuuri (liigilist ja suuruselist koosseisu) 21. sajandi
12 jooksul olulisel määral. Mitmete liikide varu on Eesti sisevetes ja Euroopas tervikuna
13 vähenenud (Cowx, 2015). Sama kehtib mõne kalaliigi kohta Läänemeres (nt. Ådjers *et al.*,
14 2006). Sellised liigid on näiteks tursk ja angerjas (ICES, 2013). Samas, pärast
15 taasiseseisvumisele järgnenud kollapsit, mille üheks olulisemaks põhjuseks oli ülepüük, on
16 mõnede liikide varu (näiteks ahven ja haug Väinameres) viimasel kümnel aastal hoopis
17 kasvanud (Eschbaum *et al.*, 2013). Kalaliikide varu olulist fluktuuerumist võib prognoosida
18 ka tulevikuks. Kiired keskkonnamuutused võivad sealjuures olukorda pigem halvendada.
19 Seetõttu võib öelda, et kalandus kui looduslikel populatsioonidel põhinev majandusharu on
20 kliimamuutustest tugevasti haavatav.

21

22 **8.4.2. Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud**

23 Kliimamuutused saavad Läänemere ja Eesti sisevete kalastikku mõjutada kahel
24 põhimõttelisel viisil: läbi pikaajalise ühesuunalise muutuse (nt veekogud muutuvad
25 soojemaks, püsivad jääd Läänemeres ja siseveekogudel ei teki) või küllalt juhuslike
26 lühiajaliste äärmuslike ilmastikunähtuste (kuumalained, põud, soolase vee sissevoolud
27 Läänemeres) sageduse muutuse tõttu. Need mõjud võivad olla eri kalaliikide varudele
28 positiivsed või negatiivsed, aga ka praeguste teadmiste juures teadmata suunaga.

29 Ekstreemsetest ilmastikunähtustest tingitud järsud režiimimuutused kalade elukeskkonnas
30 võivad lühikese aja jooksul (isegi tundidega, Helfrich ja Smith, 2009) drastiliselt muuta
31 erinevate kalaliikide ellujäämise võimalusi (Jeppesen *et al.*, 2012; Kangur *et al.*, 2013,
32 2015, submitted). Ekstreemsed ilmastikunähtused (kuumalained, tormid, ekstreemsed
33 sajud) võivad potentsiaalselt vähendada ökosüsteemi stabiilsust ja suurendada tundlikkust
34 toiteainete koormuse ja kalade suremiste suhtes (Jeppesen *et al.*, 2014; Moss *et al.*, 2011).
35 Seoses globaalsete kliimamuutustega prognoositakse edaspidi ekstreemsete
36 ilmastikunähtuste sagenemist (Christidis *et al.*, 2014; IPCC, 2013; 2014, Luhamaa *et al.*,
37 2015), mis tähendab, et nende mõju kalavarude suurusele ja liigilisele koosseisule võib
38 lähitulevikus olla veelgi suurem ja mõju rakendumise tõenäosus kõrge.

39 Kuna ilmaekstreemsete esinemissageduse ja intensiivsuse muutusi ei suudeta praeguste
40 teadmiste juures kuigi täpselt ette näha või on tegemist „olemuslikult kaootiliste
41 protsessidega“ (Luhamaa *et al.*, 2015), jäävad muutused sisevete ja Läänemere kalastikus
42 suures osas ettearvamatuks. Näiteks Läänemeres on soolsus peamine elustikukoosluste
43 suuremõõtmelist ruumilist muutlikkust määrav tegur (Põllumajandusministeerium, 2013).
44 Niisiis, praeguste teadmiste juures ette ennustamatud soolase vee sissevoolud Läänemeres
45 mõjutavad kalavarusid väga olulisel määral, olles kokkuvõtteks näiteks tursa puhul pikas
46 plaanis olulisim tegur (Hussy, 2011). Soolase vee sissevoolud mõjutavad sügavalt ka
47 Läänemere lesta (Nissling ja Dahlman, 2010). Luhamaa jt (2015) andmetel on sisevetes

1 toimuvate muutuste prognoosimise samuti väga ebamäärane, kuna sademete
2 prognoosimises on palju ebamäärast ja see kandub paratamatult üle ka kõigisse sisevetega
3 seotud protsessidesse. Pealegi pole Eesti kohta hetkel saadaval viimaste IPCC mudelite
4 alusel tehtud sisevete modelleerimisi, mis tähendab, et olemasolevad andmed on sisuliselt
5 vananenud (Luhamaa *et al.*, 2015). Eelnevast tulenevalt jääb kliimamuutuste positiivsete,
6 negatiivsete ja teadmata suunaga mõjude hinnang kalandusele enamasti subjektiivseks
7 eksperthinnanguks ning mõjude rakendumise tõenäosus on teadmata.

8 Läänemere ja sisevete kalavarusid mõjutavad kõige enam kalapüük, veekogude
9 keskkonnaseisund ja kliimaatilised tingimused. Viimased kaks muutuvad aga suhteliselt
10 aeglaselt ning seetõttu on nende mõju domineeriv just pikas perspektiivis. Kuna sisevete
11 seisund võib muutuda kiiremini kui Läänemere oma, siis kajastuvad seal toimuvad
12 keskkonnamuutused kiiremini ka kalavarus. Lühiajaliselt võivad teised faktorid nagu
13 kalavarude looduslik varieerumine (mille põhjusi ei hakata siin loetlema),
14 kalapüügipiirangud ja turu situatsioon avaldada töenduslikule ja harrastuskalapüügile
15 suuremat mõju kui kliimamuutused (Ministry of Agriculture and Forestry of Finland, 2005).
16 Lühi- ja keskpikas perspektiivis mõjutab meie veekogude kalakooslusi sageli kõige enam
17 kalapüük. Kalapüügi mõjud aga omakorda võivad olla kestvuselt võrreldavad
18 keskkonnatingimuste ja kliimaatiliste muutuste mõjuga.

19 Kliimamuutuste mõju kalaproduksioonile ja kalavarude suurusele sõltub kalastiku
20 liigilisest koosseisust, erinevate liikide reaktsioonist kliimamuutustele, samuti veekogu
21 üldise produktiivsuse muutustest (Ministry of Agriculture and Forestry of Finland, 2005).
22 Läänemeres ja Eesti sisevetes elavad kõrvuti üsna erinevate ökoloogiliste nõudlustega
23 kalaliigid, kelle populatsiooni seisundile ja varude suurusele võivad prognoositavad
24 kliimamuutused avaldada vastassuunalist mõju. Järgnevalt antaksegi ülevaade
25 positiivsetest, negatiivsetest ja teadmata suunaga mõjudest kalanduse alavaldkondadele:
26 Läänemere kalastik ja kalamajandus ning sisevete kalastik ja kalamajandus.

27

28 **8.4.2.1. Alavaldkond: Läänemere kalastik ja kalandus**

29 **a) Kuni aastani 2020** võib ette näha Läänemere kalastikus ja kalavarudes samade
30 tendentside jätkumist, mis on ilmsed juba praegu. Peamiseks kalaasurkondade arvukust
31 mõjutavaks teguriks on eelkõige kalapüük. Siiski on oluline roll kalastiku struktuuri
32 määramisel ka inimtekkelisel eutrofeerumisel. Muutlik ilmastik võib samuti mõjutada
33 mitmete kalaasurkondade sigimist (nt. koha ja ahven), kuna selliste liikide puhul on
34 tõestatud, et tugevate põlvkondade teke on seotud teatud keskkonnatingimustega
35 (Heikinheimo *et al.*, 2012). Ekstreemsed ilmastikuolud võivad halvendada mõnede liikide
36 kudetingimusi (nt tugevad sügistorvid - merisiig; kevadine põud ja kõikuv temperatuur –
37 ahven, haug) (**Tabel 34** mõju 8.01). Samas võivad ekstreemsed ilmastikutingimused ka
38 teatud töenduskalade arvukusele positiivselt mõjuda (mõju 8.02). Seda eelkõige kalapüügi
39 pärssimise kaudu (nt tugevad sügistorvid ei võimalda kalapüüki), mis vähendab
40 kalanduslikku suremust ning võib tugevate põlvkondade tekkimisele kaasa aidata (nt
41 Verliin *et al.*, 2013) (mõju 8.02). Kahetine võib olla ka jääkatte kestvuse vähenemise mõju
42 Läänemere kalandusele (mõjud 8. 03 ja 8.04). Kuigi see võib pärssida mitmete kalaliikide
43 kudetingimusi (nt merisiig, luts) (mõju 8.03) võib talvise harrastuspüügi võimaluste
44 vähenemine teatud kalaasurkondade arvukusele ka positiivselt mõjuda (nt ahven) (mõju
45 8.04). Samas võimaldab pikem jäävaba periood kutseliste avavee-püügivahendite
46 kasutamist pikema perioodi vältel ning mõjuda nii positiivselt rannakalandusele.

47

1 **b) Kuni aastani 2030**

2 Ette on näha juba ülal (kuni 2020) kirjeldatud tendentside jätkumist ja intensiivistumist.

3

4 **c) 2021–2050**

5 Oodata võib samasuunalisi kliimamõjusid Läänemere kalandusele kui perioodil kuni
6 aastani 2030, kuid suure tõenäosusega on nad ulatuslikumad ja intensiivsemad.
7 Temperatuuri tõusul peaks ökosüsteemide üldine produktiivsus suurenema, kalade kasv
8 kiirenema ja produktiivsus suurenema, kuid see sõltub ka paljudest teistest faktoritest.
9 Varajasemad ja soojemad kevaded ning hilisem talve saabumine võivad mõnede kalaliikide
10 (ahven, koha) tugevate kohortide tekkele mõjuda pigem soodsalt kuna pikeneb kalade
11 noorjärkudele soodne periood (**Tabel 34** mõju 8.13). Samuti väheneb tõenäoliselt kalade
12 noorjärkude talvine suremus (mõju 8.11). Sademete hulga suurenemine võib tagada
13 Läänemerre suubuvate jõgede piisavalt kõrge veetaseme kevadel ja sügisel, mis võib
14 omakorda olla soodus anadroomsetele siirdekaladele (mõju 8.16; nt. lõhi, meriforell, vimb).
15 Samas võib talvise lume akumulatsioonide puududes väheneda kevadiste üleujutuste
16 tõenäosus ja ulatus märgaladel, mis ei ole soodus mitmetele niinimetatud pool-
17 siirdekaladele (nt. haug, säinas ja särg, kes koevad valdavalt või ainult magedas vees, kuid
18 veedavad suure osa aastast riimveelises Läänemeres). Negatiivselt võib kalastiku
19 struktuurile mõjuda ka võõrliikide invasioonide tõenäosuse suurenemine (mõju 8.12).
20 Temperatuuri tõus muudab siinse kliima kindlasti sobivamaks mitmetele lõunapoolse
21 levikuga liikidele. Samas, magedamaks muutumine on merest sisse rändavatele liikidele
22 takistuseks. Kahetine võib olla ka jääkatte kestvuse vähenemise mõju (mõjud 8.03 ja 8.04).
23 Läänemere kalandusele. Talvise harrastuspüügi surve teatud kalaasurkondade arvukusele
24 (nt ahven) väheneb. Samas võimaldab pikem jäävaba periood kutseliste avavee
25 püügivahendite kasutamist pikema perioodi vältel ning see võib olla positiivse mõjuga
26 rannakalandus-sektorile.

27

28 **d) 2051–2100**

29 Praeguste teadmiste juures võib eeldada, et kliimamuutuste mõjud kalandusele on
30 samasuunalised, kuid juba ulatuslikumad ja äärmuslikumad (**Tabel 34** mõjud 8.01–8.04).
31 Paraku ei ole võimalik ennustada millised sisuliselt vastandlikud tegurid mõjutavad nii
32 kauges tulevikus merekeskkonda ja seega ka kalavaru rohkem. Näitena võib tuua hüpoteesi,
33 et kõrgenenud meretase võiks soodustada soolase vee sissevoole Läänemerre. Tormisemad
34 ilmad on teine tegur, mis seda soodustab – sissevoolud leiavad tavaliselt aset mõnenädalaste
35 tugevate tuulte perioodidel sügisel ja talvel. Kuigi lainetust ja sissevoole mõjutavaid
36 tegureid analüüsitakse (nt Soomere *et al.*, 2015), ei saa nende ulatust kauges tulevikus
37 seniste teadmiste baasil veel täpselt ette prognoosida. Teisest küljest – suurenenud sademed
38 muudavad Läänemere kindlasti magedamaks, mis ongi vastassuunaline mõju. Vaadeldes
39 minevikku ja tänapäevast majandusolukorda võib aga prognoosida seda, et kalapüük kui
40 lihtsalt tooraine varumine muutub tulevikus ilmselt siiski vähemtähtsamaks kui tänapäeval.
41 Tuuliste ilmade kasv, tehnoloogia areng ja energiapuudus muudab tulevikus ilmselt veelgi
42 atraktiivsemaks merre tuuleparkide rajamise. Kuigi tuuleparkidel ei ole kindlat negatiivset
43 mõju kalavarule ei ole nendes tavaliselt traalpüük lubatud. Kuna meremadalike (parkide
44 rajamiseks sobivaimad alad) ääred, niinimetatud „pardad“ on traalijate lemmikkohad,
45 võivad ägeneda konfliktid kahe erinevat tüüpi merega seotud ressursi kasutajate vahel.
46 Suurenev meretransport võib tõsta võõrliikide sisenemise ohtu. Sellele aitab kaasa
47 temperatuuritõus (mõju 8.12), sest paljudele merelistele ja lõunapoolsetele

1 mageveeliikidele ei ole talvel külmuv veekogu tüüpiline elupaik. Võõrliike kui ühte suurt
2 tuleviku ohtu kalandusele tõstab esile ka Rootsi hüdro meteoroloogia instituudi
3 kliimamuutustega kohanemise strateegia (SMHI, 2015).

4

5 **8.4.2.2. Alavaldkond: sisevete kalastik ja kalandus**

6 **a) Kuni aastani 2020**

7 Ette võib näha sisevete kalastikus ja kalavarudes samade tendentside jätkumist, mis on
8 ilmsed juba praegusel ajal: arvukuse muutused toimuvad vastupidistes suundades
9 oligotroofse (vähetoitelise) ja jahedama vee lembeste kalade populatsioonides (nt rääbis
10 *Coregonus albula*, Peipsi siig *C. lavaretus*, luts *Lota lota*, tint *Osmerus eperlanus* morpha
11 *spirinchus*, harjus *Thymallus thymallus*, jõeforell *Salmo trutta* morpha *fario*), kelle arvukus
12 võib väheneda ja levila kitseneda, võrreldes soojaveeliste kaladega (nt karplased: särg
13 *Rutilus rutilus*, latikas *Abramis brama*, säinas *Leuciscus idus*; koha *Sander lucioperca*,
14 ahven *Perca fluviatilis*) (**Tabel 35** mõju 8.05). Vastavalt liikide vahekorra muutustele
15 sisevete kalastikus võib muutuda ka põhiliste püügiobjektide vahekord. Jääkateperioodi
16 lühenemisel ja ebapüsival jääkattel võib olla kalavarudele vastandlik mõju (mõjud 8.07,
17 8.08 ja 8.09). Jääkateperioodi lühenemine ja ebapüsiv jääkate võib vähendada kalade
18 kevadtalvise suremise riski hapnikupuuduses (mõju 8.09), seda eriti madalates järvedes
19 nagu Võrtsjärv. Samas võib see negatiivselt mõjutada hilissügisel/talvel kudevate kalade
20 nagu rääbis, siig ja luts sigimise edukust ja varude suurust (mõju 8.07), kuna ebapüsiva
21 jääkate korral või selle puudumisel ulatub lainetuse mõju põhjani, mistõttu sügisel koetud
22 mari võib mattuda setete alla ja hävida (Kangur ja Kangur, 2014). Lisaks võib
23 jääkateperioodi lühenemine vähendada talvise harrastuspüügi võimalusi (mõju 8.08) ja
24 seega negatiivselt mõjutada ka talvist kalaturismi, mis on praegu eriti populaarne Peipsil.
25 Madalate järvede ja jõgede kalakoosluse struktuur võib olla väga tundlik veetemperatuuri
26 tõusu, eriti ekstreemsete ilmastikunähtuste (kuumalained, põud) ja pikaajalise
27 eutrofeerumise koostoime suhtes, mis põhjustab tugevaid veeõitsenguid, õist
28 hapnikupuudust vees ja kalade suremist (mõju 8.06). Ekstreemsed ilmastikunähtused
29 (kuumalained, tormid, ekstreemsed sajud) võivad potentsiaalselt vähendada ökosüsteemi
30 stabiilsust ja suurendada tundlikkust toiteainete koormuse ja kalade suremiste suhtes
31 (jeppesen *et al.*, 2014, Moss *et al.*, 2011).

32

33 **b) Kuni aastani 2030**

34 Samad tendentsid võivad jätkuda ja muutuda veelgi intensiivsemaks kui eelmisel
35 kümnendil. Külmaveeliste kalade varud võivad veelgi kahaneda (**Tabel 35** mõju 8.05), kuna
36 Eesti põhilised kalajärved – Peipsi ja Võrtsjärv - on suhteliselt madalad ja kergesti
37 segunevad, mistõttu neis puuduvad külma veega pelgupaigad kuumalainete ajal (Kangur *et*
38 *al.*, 2013). Samal ajal võivad saada suurema eelise soojavee kalaliigid (nt. koha, karplased)
39 (mõju 8.05), kes eelistavad ka toiteaineterikkamaid elupaiku. Kuumalained ja pikaajaline
40 põud ning sellega kaasnevad veeõitsengud ja kalade suremised võivad oluliselt mõjutada
41 madalate järvede ja jõgede kalakoosluse struktuuri ja kalavarusid (mõju 8.06), eriti siis, kui
42 ei suudeta piirata veekogude toiteainetega rikastumist ja seega eutrofeerumise otseseid ja
43 kaudseid mõjusid kogu veeökosüsteemile. Kliima soojenemine võib kaasa aidata ka
44 invasiivsete võõrliikide ning uute kalaparasitide ja haiguste levikule, mis mõjutavad
45 negatiivselt kalavarusid (mõju 8.10).

1

2 **c) 2021–2050**

3 Oodata võib samasuunalisi kliimamõjusid sisevete kalandusele kui perioodil kuni aastani
4 2030, kuid need võivad olla ulatuslikumad ja intensiivsemad (**Tabel 35** mõjud 8.05 kuni
5 8.10). Temperatuuri tõusul peaks magevee ökosüsteemide üldine produktiivsus suurenema,
6 kalade kasv kiirenema ja produktiivsus suurenema, kuid see sõltub ka paljudest teistest
7 faktoritest (nt antropogeenne eutrofeerumine). Keskmise temperatuuri tõus talvel ja kevadel
8 peaks vähendama kalade noorjarkude suremust külmade talvede tõttu (mõju 8.14). Mõne
9 soojavee kalaliigi, näiteks koha, kes on Eestis oma levikuala põhjapiiri lähedal, ellujäämise
10 tõenäosus võib soojemate talvede korral suurened (Ginter, 2012). Keskmise temperatuuri
11 tõus suvel ja sügisel võib ühelt poolt suurendada veeõitsengute tõenäosust ja seega
12 negatiivseid mõjusid kalavarudele (mõju 8.06), teiselt poolt aga pikeneb kalade noorjarkude
13 sügisene kasvuperiood, nad kasvavad enne talve suuremaks (nt koha) ja suuremate kalade
14 talve üleelamise tõenäosus suureneb (mõju 8.15). Aasta keskmise sademete hulga
15 suurenemine peaks tähendama siseveekogude kõrgemat veetaset, mis mõjub soodsalt
16 kalade (nt haugi) sigimisele (mõju 8.17). Aastane jääkatte periood jõgedel ja järvedel on
17 vähenenud kõrgematel laiuskraadidel ja kõrgemal merepinnast (Gebre *et al.*, 2014) ja
18 tõenäoliselt väheneb see käesoleva aastasaja lõpuni veelgi (IPCC, 2013). See mõjub
19 soodsalt soojalembeste kalaliikide (nt koha noorjarkude) talvitumistingimustele (mõju
20 8.14). Samas jääga seotud harrastuspüügi koormus kalavarudele väheneb, millel võib olla
21 negatiivne sotsiaalne ja majanduslik mõju, kuna selle kalandussektori tulud vähenevad
22 (mõju 8.08). Globaalne soojenemine tähendab lühemat jääkatte perioodi ja see mõjutab
23 negatiivselt lõhilaste talvist aktiivsust ja produktsiooni (Watz *et al.*, 2015). Jääkatte
24 olemasolu jõgedes aga vähendab jõforelli (*Salmo trutta m. fario*) stressi ja suurendab
25 aktiivsuse taset (Watz *et al.*, 2015). Kliima soojenemisega kaasnev soojusrežiimi muutus
26 võib oluliselt mõjutada näiteks lõhilaste kõige varasemaid arengustaadiume (1–3 kuud), kes
27 on eriti tundlikud temperatuuri tõusu suhtes (mõju 8.07) ja seega ohustatud (Simčič *et al.*,
28 2015).

29

30 **d) 2051-2100**

31 Praeguste teadmiste juures võib eeldada, et kliimamuutuste mõjud kalandusele on
32 samasuunalised, kuid juba ulatuslikumad ja äärmuslikumad. Kuna sisevetes toimuvate
33 protsesside prognoosid on väga ebamäärased (Luhamaa *et al.*, 2015), on nii kauges
34 tulevikus üsna keeruline ette näha, mis juhtub sisevete kalavarudega, kuna mõjud võivad
35 olla vastandlikud.

36

Tabel 34. Kliimamuutuste mõjud Läänemere kalastikule ja kalandusele.

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
Kuni 2020	senine ilmastik (konkreetsed stsenaariumid puuduvad)	Ekstreemsete ilmaolude esinemine sageneb	8.01	Ekstreemsed ilmastikunähtused võivad halvendada mõnede kalaliikide kudemistingimusi (nt. tugevad sügistorid - siig; kõikuv kevadine temperatuur - ahven, haug)	-	väike	väike	madal	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Pärnu-, Lääne-, Saare-, Hiiumaal, Lääne-Viru ja Ida-Viru maakondades
	senine ilmastik	Ekstreemsete ilmaolude esinemine sageneb	8.02	Ekstreemsed ilmastikunähtused võivad pärssida kalandussuremust kuna ilmastik ei võimalda tööduspüüki	+	väike	väike	madal	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Pärnu-, Lääne-, Saare-, Hiiumaal, Lääne-Viru ja Ida-Viru maakondades
	senine ilmastik	Jääkate paksus ja ulatus Läänemeres vähenevad	8.03	Jääkate puudumine võib halvendada mõnede liikide (nt. merisiig, luts) kudemistingimusi	-	väike	väike	keskmine	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Pärnu-, Lääne-, Saare-, Hiiumaal, Lääne-Viru ja Ida-Viru maakondades
	senine ilmastik	Jääkate paksus ja ulatus Läänemeres vähenevad	8.04	Jääga seotud harrastuspüügi võimalused vähenevad	+	väike	väike	keskmine	otsene	Pärnu maakond
Kuni 2030	senine ilmastik	Ekstreemsete ilmaolude esinemine sageneb	8.01	Ekstreemsed ilmastikunähtused võivad halvendada mõnede kalaliikide kudemistingimusi (nt. tugevad sügistorid - siig; kõikuv kevadine temperatuur - ahven, haug)	-	väike	väike	madal	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Pärnu-, Lääne-, Saare-, Hiiumaal, Lääne-Viru ja Ida-Viru maakondades
	senine ilmastik	Ekstreemsete ilmaolude esinemine sageneb	8.02	Ekstreemsed ilmastikunähtused võivad pärssida kalandus suremust kuna ilmastik ei võimalda tööduspüüki	+	väike	väike	madal	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Pärnu-, Lääne-, Saare-, Hiiumaal, Lääne-Viru ja Ida-Viru maakondades
	senine ilmastik	Jääkate paksus ja ulatus Läänemeres vähenevad	8.03	Jääkate puudumine võib halvendada mõnede liikide (nt. merisiig, luts) kudemistingimusi	-	väike	väike	keskmine	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Pärnu-, Lääne-, Saare-, Hiiumaal, Lääne-Viru ja Ida-Viru maakondades
	senine ilmastik	Jääkate paksus ja ulatus Läänemeres vähenevad	8.04	Jääga seotud harrastuspüügi võimalused vähenevad	+	väike	väike	keskmine	otsene	Pärnu maakond
2021-2050	RCP4.5; RCP8.5	Keskmine temperatuur talvel ja kevadel kasvab	8.11	Noorjärkude suurem külmade talvede tõttu väheneb	+	keskmine	väike	madal	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Pärnu-, Lääne-, Saare-, Hiiumaal, Lääne-Viru ja Ida-Viru maakondades

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP4.5; RCP8.5	Keskmine temperatuur talvel ja kevadel kasvab	8.12	Uute võõrliikide invasiooni tõenäosus suureneb	-	keskmine	väike	madal	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Pärnu-, Lääne-, Saare-, Hiiumaal, Lääne-Viru ja Ida-Viru maakondades
	RCP4.5; RCP8.5	Keskmine temperatuur suvel ja sügisel kasvab	8.13	Noorjärkude sügisene kasvuperiood pikeneb	+	keskmine	väike	madal	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Pärnu-, Lääne-, Saare-, Hiiumaal, Lääne-Viru ja Ida-Viru maakondades
	RCP4.5; RCP8.5	Aasta keskmine sademete hulk suureneb talvel, suvel ja sügisel	8.16	Jõgede kõrge veetase mõjub soodsalt anadroomsete kalade sigimisele	+	keskmine	väike	madal	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Pärnu-, Lääne-, Saare-, Hiiumaal, Lääne-Viru ja Ida-Viru maakondades
	RCP4.5; RCP8.5	Aasta keskmine sademete hulk suureneb kevadel	8.16	Jõgede kõrge veetase mõjub soodsalt anadroomsete kalade sigimisele	+	keskmine	väike	madal	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Pärnu-, Lääne-, Saare-, Hiiumaal, Lääne-Viru ja Ida-Viru maakondades
	RCP4.5; RCP8.5	Jää paksus vähenenud, jäävaba ala palju ulatuslikum	8.04	Jääga seotud harrastuspüügi koormus kalavarudele väheneb	+	keskmine	väike	kõrge	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Pärnu-, Lääne-, Saare-, Hiiumaal, Lääne-Viru ja Ida-Viru maakondades
	RCP4.5; RCP8.5	Jää paksus vähenenud, jäävaba ala palju ulatuslikum	8.03	Külmalembeste kalaliikide (merisiig) kudetingimused halvenevad, majanduslikult vähenevad jääga seotud harrastuspüügi sektori tulud	-	keskmine	väike	kõrge	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Pärnu-, Lääne-, Saare-, Hiiumaal, Lääne-Viru ja Ida-Viru maakondades
2051-2100	RCP4.5; RCP8.5	Keskmine temperatuur talvel ja kevadel kasvab	8.11	Kalade noorjärkude suremus külmade talvede tõttu väheneb	+	keskmine	väike	madal	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Pärnu-, Lääne-, Saare-, Hiiumaal, Lääne-Viru ja Ida-Viru maakondades
	RCP4.5; RCP8.5	Keskmine temperatuur talvel ja kevadel kasvab	8.12	Uute võõrliikide invasiooni tõenäosus suureneb	-	keskmine	väike	madal	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Pärnu-, Lääne-, Saare-, Hiiumaal, Lääne-Viru ja Ida-Viru maakondades
	RCP4.5; RCP8.5	Keskmine temperatuur suvel ja sügisel kasvab	8.13	Kalade noorjärkude sügisene kasvuperiood pikeneb	+	keskmine	väike	madal	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Pärnu-, Lääne-, Saare-, Hiiumaal, Lääne-Viru ja Ida-Viru maakondades
	RCP4.5; RCP8.5	Aastakeskmine sademete hulk suureneb	8.16	Jõgede kõrge veetase mõjub soodsalt anadroomsete kalade sigimisele	+	keskmine	väike	madal	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Pärnu-, Lääne-, Saare-, Hiiumaal, Lääne-Viru ja Ida-Viru maakondades
	RCP4.5; RCP8.5	Jääkatet merel ei teki	8.04	Jääga seotud harrastuspüügi koormus kalavarudele väheneb	+	keskmine	väike	kõrge	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Pärnu-, Lääne-, Saare-, Hiiumaal, Lääne-Viru ja Ida-Viru maakondades

Period	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP4.5; RCP8.5	Jääkatet merel ei teki	8.03	Külmalembeste kalaliikide (merisiig) kudetingimused halvenevad, majanduslikult vähenevad jääga seotud harrastuspüügi sektori tulud	-	keskmine	väike	kõrge	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Pärnu-, Lääne-, Saare-, Hiiu- ja Ida-Viru maakondades

Tabel 35. Kliimamuutuste mõju sisevete kalastikule ja kalandusele.

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	RISK (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
Kumi 2020	senine ilmastik (konkreetsed stsenaariumid puuduvad)	Siseveekogude temperatuur tõuseb	8.05	Senine liikide vahekord kalastikus võib muutuda; vastavalt muutub põhiliste püügiobjektide vahekord	0	väike	väike	kõrge	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Viljandi-, Põlva-, Tartu-, Jõgevamaal, Ida-Viru ja Lääne-Viru maakondades
	senine ilmastik	Ekstreemsete ilmaolude (kuumalainete) esinemine sageneb	8.06	Kalade suvised suremised võivad sagedeneda, külmaveeliste (nt räabis, siig luts, tint) ja põhjaeluliste kalade varud ja saagid võivad väheneda	-	keskmine	keskmine	kõrge	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Viljandi-, Põlva-, Tartu-, Jõgevamaal, Ida-Viru ja Lääne-Viru maakondades
	senine ilmastik	Jääkateperioodi lühenemine, ebapüsiv jääkate	8.07	Hilissügisel ja talvel kudevate kalade (nt siig, luts, räabis) sigimistingimused, varud ja saagid võivad väheneda	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Viljandi-, Põlva-, Tartu-, Jõgevamaal, Ida-Viru ja Lääne-Viru maakondades
	senine ilmastik	Jääkateperioodi lühenemine, ebapüsiv jääkate	8.08	Jääga seotud harrastuspüügi võimalused siseveekogudel vähenevad	+	väike	väike	keskmine	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Viljandi-, Põlva-, Tartu-, Jõgevamaal, Ida-Viru ja Lääne-Viru maakondades
	senine ilmastik	Jääkateperioodi lühenemine, ebapüsiv jääkate	8.09	Kalade suremised kevad-talvel hapnikupuuduses võivad väheneda	+	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Viljandi-, Põlva-, Tartu-, Jõgevamaal, Ida-Viru ja Lääne-Viru maakondades
Kumi 2030	senine ilmastik	Suvine veetemperatuur tõuseb	8.05	Liikide vahekord kalastikus (külmalembeste varud kahanevad; soojalembestel kasvavad) võib muutuda	0	väike	väike	kõrge	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Viljandi-, Põlva-, Tartu-, Jõgevamaal, Ida-Viru ja Lääne-Viru maakondades
	senine ilmastik	Ekstreemsete ilmaolude (kuumalainete) esinemine sageneb	8.06	Kalade suvised suremised võivad sagedeneda, külmaveeliste (nt räabis, siig luts, tint) ning põhjaeluliste kalade varud ja saagid võivad väheneda	-	keskmine	keskmine	kõrge	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Viljandi-, Põlva-, Tartu-, Jõgevamaal, Ida-Viru ja Lääne-Viru maakondades
	senine ilmastik	Jääkateperioodi lühenemine, ebapüsiv jääkate	8.07	Hilissügisel ja talvel kudevate kalade (nt siig, luts, räabis) sigimistingimused halveneivad, varud ja saagid võivad väheneda	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Viljandi-, Põlva-, Tartu-, Jõgevamaal, Ida-Viru ja Lääne-Viru maakondades

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	RISK (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	senine ilmastik	Jääkateperioodi lühenemine, ebapüsiv jääkate	8.08	Jääga seotud harrastuspüügi võimalused vähenevad	-	väike	väike	keskmine	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Viljandi-, Põlva-, Tartu-, Jõgevamaal, Ida-Viru ja Lääne-Viru maakondades
	senine ilmastik	Jääkateperioodi lühenemine, ebapüsiv jääkate	8.09	Kalade suremised kevad-talvel hapnikupuuduses võivad väheneda	+	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Viljandi-, Põlva-, Tartu-, Jõgevamaal, Ida-Viru ja Lääne-Viru maakondades
	senine ilmastik	Keskmine veetemperatuur kasvab	8.10	Uute võõrliikide, parasiitide ja haiguste invasiooni tõenäosus suureneb	-	keskmine	väike	madal	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Viljandi-, Põlva-, Tartu-, Jõgevamaal, Ida-Viru ja Lääne-Viru maakondades
2021-2050	RCP4.5; RCP8.5	Keskmine temperatuur talvel ja kevadel kasvab	8.14	Noorjärkude suremus külmade talvede tõttu väheneb	+	keskmine	väike	madal	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Viljandi-, Põlva-, Tartu-, Jõgevamaal, Ida-Viru ja Lääne-Viru maakondades
	RCP4.5; RCP8.5	Keskmine temperatuur talvel ja kevadel kasvab	8.10	Uute võõrliikide, parasiitide ja haiguste invasiooni tõenäosus suureneb	-	keskmine	väike	madal	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Viljandi-, Põlva-, Tartu-, Jõgevamaal, Ida-Viru ja Lääne-Viru maakondades
	RCP4.5; RCP8.5	Keskmine temperatuur suvel ja sügisel kasvab	8.15	Noorjärkude sügisene kasvuperiood pikeneb, talve üleelamise tõenäosus suureneb	+	keskmine	väike	madal	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Viljandi-, Põlva-, Tartu-, Jõgevamaal, Ida-Viru ja Lääne-Viru maakondades
	RCP4.5; RCP8.5	Keskmine temperatuur suvel ja sügisel kasvab	8.06	Veeõitsengute sagedus ja kestus suureneb, kalade suremised sageduvad ning vastavad mõjud kalavarudele kasvavad.	-	keskmine	väike	madal	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Viljandi-, Põlva-, Tartu-, Jõgevamaal, Ida-Viru ja Lääne-Viru maakondades
	RCP4.5; RCP8.5	Aasta keskmine sademete hulk suureneb talvel, suvel ja sügisel	8.17	Siseveekogude kõrgem veetase mõjub soodsalt kalade sigimisele	+	keskmine	väike	keskmine	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Viljandi-, Põlva-, Tartu-, Jõgevamaal, Ida-Viru ja Lääne-Viru maakondades
	RCP4.5; RCP8.5	Aasta keskmine sademete hulk suureneb kevadel	8.17	Siseveekogude kõrgem veetase mõjub soodsalt kalade sigimisele	+	keskmine	väike	keskmine	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Viljandi-, Põlva-, Tartu-, Jõgevamaal, Ida-Viru ja Lääne-Viru maakondades
	RCP4.5; RCP8.5	Jääkateperioodi lühenemine, ebapüsiv jääkate	8.14	Soojalembeste kalaliikide (nt koha noorjärkude) talvitumise tingimused võivad paraneda	+	keskmine	väike	keskmine	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Viljandi-, Põlva-, Tartu-, Jõgevamaal, Ida-Viru ja Lääne-Viru maakondades

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	RISK (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP4.5; RCP8.5	Jääkatteperioodi lühenemine, ebapüsiv jääkate	8.07	Hilissügisel ja talvel kudevate kalade (nt siig, luts, räabis) sigimistingimused halvenevad, varud ja saagid võivad väheneda	-	keskmine	väike	keskmine	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Viljandi-, Põlva-, Tartu-, Jõgevamaal, Ida-Viru ja Lääne-Viru maakondades
	RCP4.5; RCP8.5	Jääkatteperioodi lühenemine, ebapüsiv jääkate	8.08	Jääga seotud harrastuspüügi võimalused vähenevad						Kogu Eesti, oluline mõju Viljandi-, Põlva-, Tartu-, Jõgevamaal, Ida-Viru ja Lääne-Viru maakondades
2051-2100	RCP4.5; RCP8.5	Keskmine temperatuur talvel ja kevadel kasvab	8.14	Kalade noorjärkude suremus külmade talvede tõttu väheneb	+	keskmine	väike	madal	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Viljandi-, Põlva-, Tartu-, Jõgevamaal, Ida-Viru ja Lääne-Viru maakondades
	RCP4.5; RCP8.5	Keskmine temperatuur talvel ja kevadel kasvab	8.10	Uute võõrliikide, parasiitide ja haiguste invasiooni tõenäosus suureneb	-	keskmine	väike	madal	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Viljandi-, Põlva-, Tartu-, Jõgevamaal, Ida-Viru ja Lääne-Viru maakondades
	RCP4.5; RCP8.5	Keskmine temperatuur suvel ja sügisel kasvab	8.15	Kalade noorjärkude sügisene kasvuperiood pikeneb, talve üleelamise tõenäosus suureneb	+	keskmine	väike	madal	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Viljandi-, Põlva-, Tartu-, Jõgevamaal, Ida-Viru ja Lääne-Viru maakondades
	RCP4.5; RCP8.5	Keskmine temperatuur suvel ja sügisel kasvab	8.06	Veeõitsengute sagedus ja kestus suureneb, kalade suremised sagenevad, vastavad mõjud kalavarudele kasvavad	-	keskmine	väike	madal	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Viljandi-, Põlva-, Tartu-, Jõgevamaal, Ida-Viru ja Lääne-Viru maakondades
	RCP4.5; RCP8.5	Aastakeskmine sademete hulk suureneb	8.17	Siseveekogude kõrgem veetase mõjub soodsalt kalade (nt haugi) sigimisele	+	keskmine	väike	keskmine	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Viljandi-, Põlva-, Tartu-, Jõgevamaal, Ida-Viru ja Lääne-Viru maakondades
	RCP4.5; RCP8.5	Jääkatteperioodi lühenemine, ebapüsiv jääkate, mõnel aastal jääd ei teki	8.14	Soojalembeste kalaliikide (nt koha noorjärkude) talvitumistingimused võivad paraneda	+	keskmine	väike	keskmine	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Viljandi-, Põlva-, Tartu-, Jõgevamaal, Ida-Viru ja Lääne-Viru maakondades
	RCP4.5; RCP8.5	Jääkatteperioodi lühenemine, ebapüsiv jääkate, mõnel aastal jääd ei teki	8.07	Külmalembeste hilissügisel ja talvel kudevate kalaliikide (nt siig, luts, räabis) kudetingimused halvenevad	-	keskmine	väike	keskmine	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Viljandi-, Põlva-, Tartu-, Jõgevamaal, Ida-Viru ja Lääne-Viru maakondades

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	RISK (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP4.5; RCP8.5	Jääkatteperioodi lühenemine, ebapüsiv jääkate, mõnel aastal jääd ei teki	8.08	Jääga seotud harrastuspüük väheneb, mõnel aastal pole see üldse võimalik	-	keskmine	väike	keskmine	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Viljandi-, Põlva-, Tartu-, Jõgevamaal, Ida-Viru ja Lääne-Viru maakondades

1 **8.4.3. Mõjude kokkuvõte**

2 Kliimastenaariumite RCP4.5 ja RCP8.5 põhjal tõusevad 21. sajandi jooksul märgatavalt
3 õhu- ja veetemperatuurid ning suureneb sademete hulk, mis võivad oluliselt mõjutada
4 kalavarude suurust ja liigilist koosseisu Läänemeres ja Eesti sisevetes (**Tabel 34** ja **Tabel**
5 **35**). Kliimamuutustel võib olla vastassuunaline mõju külmaveeliste ja soojaveeliste kalade
6 varude suurusele. Nagu tabelist nähtub võivad kalavarude suurust ja seeläbi kalandust
7 tugevasti mõjutada veetemperatuuri aastasisese käigu (sesoonsuse) muutused, millest sõltub
8 kalade sigimise edukus, põlvkondade tugevus ja järelkasvu suurus. Veetemperatuuri
9 pikaajalisel järkjärgulisel muutusel võib olla kalavarudele väiksem mõju kui järskudel
10 režiimimuutustel (nt kuumalainetel, soolase vee sissevooludel Läänemeresse), mis võivad
11 kalade elukeskkonda lühikese aja jooksul drastiliselt muuta. Ekstreemsete
12 ilmastikunähtuste (nt kuumalainetel, soolase vee sissevooludel Läänemeresse) mõju
13 kalavarudele võib olla eriti tugev, kuid neid ei suudeta ette näha, mistõttu mõjude hinnangud
14 kalandusele jäävad subjektiivseteks ja rakendumise tõenäosus üsna määramatuks.

15

16

17 **8.4.4. Piiriülesed aspektid**

18 Läänemere ja ka Peipsi järve ning teiste piiriveekogude puhul tuleb kliimamuutuste mõjude
19 hindamisel ja kohanemismeetmete väljatöötamisel arvestada piiriüleseid aspekte.

20 Enamuse (üle 80%) Eesti kalatoodangust moodustavad Läänemeresse püütavad kilu ja räim
21 (Eschbaum *et al.*, 2014). Nende liikide varud paiknevad aga enamasti Läänemere avaosas
22 ning seetõttu koordineerib nende varude kasutamist Rahvusvaheline Mereuurimisnõukogu
23 (*International Council for the Exploration of the Sea – ICES*). Lisaks kilule ja räimele on
24 Eesti vetest püütavatest kaladest rahvusvaheliselt majandatavad veel tursk, lest ja lõhi.
25 Nende liikide varude seisundit hinnatakse analüütiliselt ning nende kasutamine on
26 reguleeritud rahvusvaheliste ekspertrühmade poolt, mis tegutsevad ICES-e koosseisus.
27 Analüütilise kalavarude hindamise puhul arvestatakse enamasti ka kliimaatiliste tingimuste
28 mõjuga uuritavale asurkonnale. Samas on sellised analüüsid enamasti kaunis lühiajalised.

29 Enamus Läänemere rannakalanduse seisukohalt olulisi kalaliike on sageli piirkondliku
30 väheliikuga eluviisiga (nt ahven) ja seetõttu ei ole rahvusvaheline koostöö nende liikide
31 osas nii intensiivne kui kilu, räime, tursa, lesta ja lõhi puhul. Selgitamiseks aga
32 ökosüsteemsete ja kalanduslike mõjude rolli rannakalanduse jaoks oluliste liikide
33 dünaamikas tegutseb HELCOM-i juures HELCOM FISH-PRO II ekspertgrupp, mis hindab
34 kalastikus toimuvaid muutusi ökosüsteemse, indikaatoritel põhineva meetodi kaudu
35 (HELCOM, 2012). Senised tulemused viitavad, et ehkki antropogeenne eutrofeerumine
36 avaldab Läänemere rannakalanduse sihtliikidele väga olulist mõju, on vähemalt
37 piirkondlike erinevuste peamiseks põhjuseks siiski kalapüük (Ådjers *et al.*, 2006; HELCOM
38 2012). Seega on tõenäoline, et ka erinevate kliimaatiliste muutuste ilmnemisel on
39 kliimategurite ja kalandussurve mõju väikesel skaalal raske eristada ning rahvusvaheline
40 koostöö võimaldab kindlasti hinnata nende mõjude olulisust kogu Läänemere lõikes.

41 Ligi 95% Eesti sisevete kalatoodangust tuleb käesoleval ajal Peipsi järvest, mille
42 keskkonnaseisundit saab parandada ja kalavarusid saab jätkusuutlikult kasutada ainult
43 koostöös Venemaaga. Nii Eesti kui Vene teadlased ja ametiisikud on üldiselt seisukohal, et
44 Peipsi seisund ei ole hea ja vajab parandamist (Riigikontroll, 2012). Peamiseks probleemiks
45 on järve eutrofeerumine ehk toitainetega, eriti fosfori- ja lämmastikuühenditega

1 rikastumine, mis põhjustab muutusi järve ökosüsteemis, kalavarude vähenemist, vee
2 kvaliteedi halvenemist ning kriitilistel juhtudel sinivetikate vohamist, millest tingitud
3 vetikamürgid ohustavad nii vee-elustikku kui ka suplejate tervist (Riigikontroll, 2012).

4 Euroopa Liidu määrused ei reguleeri kalapüüki siseveekogudel. Peipsi, Pihkva ja
5 Lämmijärve kalapüügi korraldus tugineb Eesti Vabariigi ja Vene Föderatsiooni valitsuse
6 vahelise koostöö kokkuleppel. Sellega määratakse mõlema poole suurim lubatud kogupüük
7 ja muud meetmed kalavaru kaitsmiseks. Keskkonnaministerium (2015).

8

9 **8.5. Edasised uuringusuunad**

10 Teadmislünkade täitmise üheks tõhusamaks viisiks võiks olla **koostöö parandamine**
11 erinevate osapoolte (nt klimatoloogide, hüdrobioloogide, kalamajanduse spetsialistide)
12 vahel. Eesti kalanduse strateegia 2014–2020 (Põllumajandusministerium, 2013) kohaselt
13 on oluline arendada koostööd teadus-, arendus- ja haridusasutuste ja ettevõtja vahel selleks,
14 et toetada tootearendusliku ja tehnoloogilise võimekuse suurendamist, sh sinist
15 majanduskasvu, suurendada teadus- ja arendusasutuste võimekust pakkuda ettevõtetele
16 vajalikke lahendusi ja teenuseid ning toetada kvalifitseeritud tööjõu olemasolu läbi
17 elukestva õppe. Oluline on ka rahvusvaheline koostöö, et **õppida teiste maade**
18 **kogemustest**.

19 **Kalanduse sektoris** võib praeguste teadmiste juures ja arvestades senist kogemust ette
20 näha järgmiste uurimissuundade vajalikkust:

21 • **Harrastuspüügi seire**. Eestis puudub detailne ja usaldusväärne pidevalt
22 ajakohastatav ülevaade harrastajate poolt püütud kalakogustest
23 (Põllumajandusministerium, 2013). Seetõttu ei saa mõnes piirkonnas mitmete
24 kalaliikide (nt ahvena) puhul kuigi täpselt hinnata tegelikku püügikoormust ja püügi
25 mõju kalavarudele. Oluline on silmas pidada, et harrastuslik ja kutseline kalapüük
26 koosmõjus ei ületaks kalavarude jätkusuutliku kasutamise tagamiseks seatud
27 püügimahte (Põllumajandusministerium, 2013).

28 • Veeökosüsteemid on väga kompleksed. Seetõttu on vaja kompleksseid uuringuid -
29 mis protsessid reguleerivad kalavarusid, nende reaktsiooni kliimamuutustele?
30 Kalavarude jätkusuutlikuks kasutamiseks ja majandamiseks on vaja usaldusväärset
31 teaduslikku teavet keskkonnamuutuste kohta, mis mõjutavad kalapopulatsioone.
32 Näiteks on vaja teavet kalade elupaikade ja kalapopulatsioonide vahel, samuti
33 kliimamuutuste ja veekeskkonna muutuste vahel.

34 • Kalavarude seire tulemusi tuleks senisest rohkem **integreerida muu elustiku seire**
35 **tulemustega**. Kalavarude majandamisel tuleks arvestada ka ökosüsteemi kui
36 tervikuga, sest kalastiku seisund võib kaskaadselt mõjutada toiduahela erinevaid
37 lüüsid, nt zoo- ja fütoplanktoni vahekorda veekogus.

38 • **Ilmastiku ja inimtekkeliste muutuste koosmõju** uuringud kalanduse valdkonnas
39 on Eestis algusjärgus. Valgla mõju veeökosüsteemidele suureneb, seetõttu on vaja
40 uuringuid, kuidas vähendada eutrofeerumist muutuvates kliimatingimustes.

41 • Vaja on teaduslikku teavet **kalade toitumissuhete muutuste** kohta muutuvates
42 kliimatingimustes, sest need mõjutavad kalavaru (nt kohavarusid Peipsis).

- 1 • Viimaste IPCC mudelite alusel tehtud sisevete modelleerimisi Eestis pole, andmed
2 on sisuliselt vananenud (Luhamaa *et al.*, 2015). Seetõttu on sisevetes toimuvate
3 protsesside prognoosimine väga ebamäärane.
- 4 • Enamik kliimamuutustega seotud uuringuid on keskendunud pikaajaliste trendide,
5 keskmiste ja järkjärguliste muutuste selgitamisele (Brotherton ja Jouce, 2015). Kuid
6 lisaks keskmistele muutustele tuleb uurida ka ekstreemseid ilmastikunähtusi, mis
7 võivad põhjustada sügavaid muutusi veeökosüsteemides. Parem arusaamine
8 kliimaekstreemumite ökoloogilistest mõjudest on seetõttu kliimamuutustega
9 kohanemise seisukohalt hädavajalik. **Ekstreemsete ilmastikunähtuste mõju**
10 **kaladele võib olla eriti drastiline**, kuid neid ei suudeta ette näha.
- 11 • Uuringud peaksid olema kõrgel teaduslikul tasemel, kuid samal ajal andma ka
12 praktilist teavet võimalike kohanemismeetmete kohta. Nt on vaja teavet selle kohta,
13 millised kalaliigid vajavad täiendavat kaitset. Tuleb leida kiire ja arusaadav viis
14 uuringutulemuste edastamiseks otsustajatele.
- 15
- 16

1 **9. Ulukid ning jahindus**

2 **Randveer, Tiit; Tullus, Hardi; Jäärats, Andres**
3 **Eesti Maaülikool, metsandus- ja maachitusinstituut**

4 **9.1. Sissejuhatus**

5 Kliima muutumine põhjustab eeldatavalt muutusi Eesti fauna liigilises koosseisus ja liikide
6 arvukuses (populatsioonide suuruses). Võib prognoosida lõunapoolsete liikide Eestisse
7 jõudmist. Karusloomafarmidest ja tarastatud jahifarmidest pärit ulukite või lemmikloomade
8 vabasse loodusse jõudmisele võib järgneda nende aklimatiseerumine ja iseseisev
9 paljunemine. Tekib vajadus stimuleerida osade liikide küttemist ja võtta kasutusele
10 kaitsemeetmed väheneva arvukusega põlis-ulukiliikide suhtes.

11 Kliimamuutuste mõju ulukitele saab olla kas vaadeldavale liigile otsene või kaudne st
12 muutuvate tingimuste mõjuna haiguste ja parasiitide levikule. Osa metsloomadega seotud
13 haigusi ja parasiite võivad olla suureks riskiteguriks inimeste ja lemmikloomade tervisele.

14 Kliimatingimuste muutumisel võib prognoosida mõne uluki arvukuse intensiivset
15 suurenemist, mis tähendab omakorda tugevat mõju selle liigi toidubaasile. Kui toidubaasist
16 ühe osa või peamise osa moodustavad majanduslikult väärtuslikud komponendid (nt
17 metsakultuurid või põllumajanduskultuurid), põhjustab see ühiskonnas vajaduse kehtestada
18 keerukas ja kulukas kahjustuste korvamise ning vastavate ulukiliikide arvukuse
19 reguleerimise süsteem.

20 Jahindus on tänapäeval stabiilses ühiskonnas ja loodustingimustes eelkõige hobiga
21 tegelemine, vaba aja veetmise viis. Kliimamuutused võivad tuua meile uusi liike, mida tuleb
22 asuda tõrjuma ja samas võivad osad liigid hakata kaduma ja neid tuleb kaitsta. Seega
23 ühiskond (riik) võib panna jahimeestele teatud uued kohustused ja tuleb muuta nt
24 jahiseadust ja ka jahipidamise eesmärke. Neid uusi kohustusi tuleb ühiskonnale selgitada ja
25 kujundada ka ühiskondlikku arvamust jahinduse ja jahimeeste suhtes.

26 Valdkond on jagatud kolmeks alateemaks:

- 27 • **ulukite liigid, arvukus ja haigused;**
- 28 • **ulukite toidubaas ja kahjustused;**
- 29 • **jahindus sotsiaalse tegevusena.**

30 **9.2. Metoodika**

31 **Hetkeolukorra analüüs**

32 Kliimamuutuste mõju ulukite fauna koosseisule ja jahindusele Eestis prognoositakse
33 asjakohaste teadusartiklite põhjal, millised käsitlevad juba täheldatud kliimamuutuste mõju
34 nii siin kui ka mujal maailmas. Väga väärtuslikku infot antud kontekstis annab siinse
35 teriofauna kujunemisele pühendatud uuringute analüüs. Baltikumi suurimetajate fauna
36 koosseisus toimunud muutusi holotseenis aset leidnud kliimamuutuste taustal on J.
37 Lepiksaar, K. Paaver ja L. Lõugas põhjalikult uuritud ja neid andmeid võib (ettevaatlikult)
38 tulevikku ekstrapoleerida. Lisaks oleme tutvunud ja mingil määral kasutanud teiste riikide

1 poolt väljatöötatud kliimamuutustega kohanemise strateegiate (nt Ministry of Agriculture
2 and Forestry of Finland, 2005; Adapting to Climate Change....A Report to the National
3 Comission on Energy Policy and the Hewlett Foundation) ulukimajanduse osa.
4 Ulukiasurkondades toimuvate muutuste hindamisel ja osaliselt ka prognoosimisel tugine
5 Eesti Keskkonnauuringute Keskuse ulukiseire osakonna iga-aastastele aruannetele.

6

7 **Mõjude analüüs**

8 Kliimamuutuste mõju ulukite fauna koosseisule ja jahindusele Eestis prognoositakse
9 kliimastenaariumide (Luhamaa *et al.*, 2015) alusel ja asjakohaste teadusartiklite põhjal,
10 millised käsitlevad juba täheldatud kliimamuutuste mõju nii siinmail kui mujal maailmas.
11 Paljude võimalike mõjude prognoosimisel lähtutakse eksperthinnangutest. Väga
12 väärtusliku infot antud kontekstis annab siinse teriofauna kujunemisele pühendatud
13 uuringute analüüs. Baltikumi suurimetajate fauna koosseisus toimunud muutusi Holotseenis
14 aset leidnud kliimamuutuste taustal on J. Lepiksaare, K. Paaveri ja L. Lõugase poolt
15 põhjalikult uuritud ja neid andmeid võib (ettevaatlikult) tulevikku ekstrapoleerida.
16 Ekstreemsete ilmastikunähtuste (tormide) mõju kohta ulukiasurkondadele on lähiajaloost
17 üks näide: 1967 a. augustitormi järgset hirvlaste arvukuse kiiret kasvu on kirjeldanud ja
18 selle põhjusi analüüsinud Jaan Naaber (1998). Lisaks oleme tutvunud ja mingil määral
19 kasutanud teiste riikide poolt väljatöötatud kliimamuutustega kohanemise strateegiate (nt
20 Ministry of Agriculture and Forestry of Finland, 2005; Adapting to Climate Change:
21 Agency Science Needs to Adapt Game Management...USA 2007) ulukimajanduse osa.
22 Ulukiasurkondades toimuvate muutuste osas tugine KAUR-i ulukiseire osakonna iga-
23 aastastele aruannetele.

24 Mõjude analüüsi tekstis (ptk 9.4) on viidatud mõjude ülevaattetabelites (**Tabel 36, Tabel 37**
25 ja **Tabel 38**) esitatud mõjude numbritele (mõju 9.XX).

26 **9.3. Alavaldkondlik hetkeolukorra analüüs**

27 **9.3.1. Ulukite liigid, arvukus ja haigused**

28 **Probleemid, võimalused ja ohud**

29 Eesti faunas on esindatud umbes 65 imetajaliiki, neist 19 on jahiulukid. Linnuliikide arv
30 (koos eksikülalistega) ulatub 386-ni, neist 36 on jahiulukid.

31 Imetajate ja lindude fauna – liigiline koosseis ja eri liikide arvukus on pidevas muutuses.
32 Seda mõjutavad mitmesugused tegurid, millest eeldatavad kliimamuutused on vaid osa
33 paljudest.

34 Mõned näited: põdra arvukuse dünaamikat on viimasel sajal aastal kõige enam mõjutanud
35 metsamajanduses ja inimühiskonnas toimuv. Hundi arvukus on kõige enam just viimasest
36 sõltunud – arvukuse maksimumid järgnevad segadusele inimühiskonnas, olgu selleks sõda
37 või muud suuremad ümberkorraldused ja/või muutused väärtushinnangutes.

38 Tulevikus võib kliimamuutusel olla oluline mõju. Õhutemperatuuri keskmine tõus on vaid
39 ühe kliimakomponendi muutus, oluline tähendus on ka sademete (vihma või lumena) hulga
40 kasvul või kahanemisel, ekstreemsete ilmastikunähtuste sagenemisel jne. Kindlasti muutub
41 kliimamuutuste taustal ulukimajandus, s.t. selle efektiivsus – inimühiskonna võime
42 ulukiasurkondasid mõjutada.

1 Näib loogiline ja vähemalt osaliselt kinnitavad seda ka vastavad uuringud, et kliima
2 soojenedes:

3 Üha enam linde ei rända lõunasse ja jääb kohapeale talvituma.

4 Talviti valgeks värvuvad ulukid (valgejänes, kärp, nirk, rabapüü) satuvad ebasoodsasse
5 situatsiooni röövulukite ja -lindude suhtes. Kliima soojenemise negatiivset mõju nirkile ja
6 kärbile võib vaid oletada. Valgejänes arvukuse langust Edela-Soomes on seostanud vähese
7 lumega või lumetute talvede sagenemisega Soome uurijad (Kauhala, Helle, 2007). Rabapüü
8 on Eestis haruldane, Soomes tavaline jahiluk.

9 Lumikatte vähenedes/kadudes paranevad oluliselt metssea toitumisolud, mis loob eeldused
10 arvukuse kasvuks. Samas muutub küttimine raskemaks.

11 Tõenäolised muutused lumikattes (selle keskmise sügavuse vähenemine, lumikattega
12 päevade arvu vähenemine) mõjub soodsalt ka enamikule hirvlastest. Kõige enam „võidab“
13 metskits, aga ka punahirvele ja potentsiaalsetele uustulnukatele – tähnihirvele ja
14 kabehirvele peaks kliima soojenemine kasuks tulema.

15 Põdra elutingimused pigem halvenevad. Kõigepealt sellepärast, et toidukonkurentide
16 (liikide) arv ja arvukus tõenäoliselt kasvab. Teiseks sellepärast, et põder ei talu kõrget
17 temperatuuri – talvine 0 °C kõrgem temperatuur (suvel vastavalt 20 °C kõrgem) tekitab
18 stressi. See väljendub hingamissageduse olulises tõusus, mis on vajalik
19 termoregulatsiooniks, samuti käitumise muutumises. Viimane tähendab muuhulgas, et
20 aktiivsus (ka toitumiseks kulutatud aeg) väheneb ja puhkepausid pikenevad. Kõik see viib
21 looma kehakaalu ja tervisliku seisundi halvenemisele (Renecker ja Hudson, 1986; 1990).
22 Puugid võivad ohustada põtru enam kui teisi hirvlasi – vähemalt nii on Põhja-Ameerikas –
23 seda peab uurima Eesti tingimustes. Muutuvates kliimaoludes ja stressiolukordades võivad
24 loomad olla parasiitide suhtes haavatavamad nagu on nähtud nt Põhja-Ameerikas põdra ja
25 puugi *Dermacentor albipictus* puhul., (Samuel ja Welch 1991; Samuel, 2007).

26 Soomes on täheldatud tedremängu ja pesitsemise nihkumist varasemale ajale, mistõttu
27 varem koorunud tibud on enam ohustatud kevadisest külmast ja niiskest ilmast ning
28 toidupuudusest (Lehikoinen, 2009).

29 Kährik, mäger, karu on pikemalt ärkvel. Väikeste koerlaste ja mägra omavaheline
30 toidukonkurents võib seetõttu teravneda.

31 Lumeta talvel halveneb (suur)kiskjate toidu kättesaadavus: lumikattega on saakloomade
32 tabamine edukam, kevadel rohkem raipeid jne.

33 Mitmete endoparasiitide (nt perekonda ehinokokk kuuluv alvekokk-paeluss *Echinococcus*
34 *multicularis*) levik laieneb. See asjaolu ei mõjuta niivõrd parasiidi lõpp-peremeheks olevate
35 ulukite tervislikku seisundit, kuivõrd inimeste (kes võivad olla vaheperemeheks) käitumist:
36 metsamarjade korjamine ja söömine muutub ohtlikuks. Soomes ohustab selle parasiidi levik
37 põhjasaunas muuhulgas ka riigi marjaeksporti (vt ökosüsteemsed teenused).

38 Mitmete ulukiliikide küttimise edukus sõltub lumikatte olemasolust. Antud kontekstis
39 olulisim on metsseajahi raskemaks muutumine. Metssea küttimislimiitide mittetäitmine
40 võib kaasa tuua sotsiaalseid pingeid (ulukikahjustuste kompenseerimise nõuded).

41 Merelise eluviisiga imetajatest mõjutab kliima soojenemine kõige enam viiGERhüljest.
42 Poegade ellu jäämiseks peab ta sünnitama jää, vastasel juhul need (enamasti) surevad.
43 Viiger on tegelikult arktiline liik, kes Balti merre lõksu jäänud (Sundqvist jt, 2012).
44 Hallhüljes on vähem ohustatud, kuna ei vaja poegimiseks vältimatu tingimusena jääkatet.

1 Sellegipolest, järjestikused soojad talved ebasoodsate jäätingimustega on kõige olulisem
2 liigi sigimisedukust pärssiv faktor Balti meres (Jüssi, I. ja Jüssi, M., 2001).

3

4 **Ilmastikunähtuste mõjude kirjeldus minevikus**

5 Kuidas kliimamuutused/ilmastikunähtused on faunat minevikus mõjutanud? Suurimetajate
6 fauna liigilist koosseisu ja selles toimunud muutusi jääajajärgse perioodi kliimamuutuste
7 taustal on üsna põhjalikult uurinud J. Lepiksaar, K. Paaver ja L. Lõugas. Sooja atlantilise
8 perioodi loomastik palju tänasest ei erinenud.

9 Jääajajärgsel perioodil oli kõige soojem periood kesk-holotseenis mis algas ca 7700 a eest
10 ja lõppes umbes 2500 a tagasi. Selle varasem, nn. atlantiline periood oli tammemetsade
11 ajastu ja nimetatakse seda perioodi ka kliimaoptimumiks. Hiljem, ehk subboreaalsel
12 perioodil algas kliima jahenemine ja eelnevatel aastatuhandel siia jõudnud liikide
13 taandumine. Oluline on see, et soojal perioodil ei kadunud varem siinolnud liigid – vähemalt
14 enamik neist ei kadunud. Mis on oluline – põdra arvukus vähenes ja sooja perioodi lõppedes
15 suurenes taas, tõusu tegi metssea arvukus. (Паавер, 1965; Kukk jt, 2000)

16 Lähimineviku üheks ekstreemsemaks ilmastikunähtuseks võib pidada 1967. a augustitormi.
17 Põdra ja metskitse arvukus tõusis pärast 1967. ja 1969. a torme. Võtmeteguriks oli
18 tõenäoliselt toidubaasi paranemine. Küllap oli siin teisigi tegureid, mis hirvlaste, eriti just
19 metskitse arvukuse suurenemist soodustasid (lumevaesed talved jne). Kahjuks selle
20 perioodi ametlikud ulukite loendusandmed ei ole täpsed. Küll aga on suhteliselt head
21 andmed konkreetselt Mahtra jahimajandi (mille territoorium suures osas kattus Mahtra RV
22 metsamajandi omaga) kohta. Naaberi (1998) teatel suurenes lageraiete pindala järsult (119
23 ha 1967. a, järgnevail aastail üle 1000 ha.) Elutingimuste paranemine kajastus mõneaastase
24 nihkega ka sõraliste arvukuse tõusus ning ka nende küttimises. Ajavahemikul 1967–1974
25 suurenes Mahtra jahimajandis põdra arvukus 240-lt 600-ni ja metskitse arvukus 700-lt
26 4000-ni. Samas ajavahemikus kasvas põdra küttimine 26-lt isendilt 290-le ja metskitse
27 küttimine 18-lt 2075-le

28

29 **Ülevaade meetmetest, mis aitavad kohaneda, mida juba rakendatakse**

30 Otseselt kliimamuutustele reageerimise meetmeid ei ole teada. Samas toimib Eestis paindlik
31 laskeliimiitide iga-aastane määramise süsteem ja suurulukite loendus on piisavalt
32 usaldusväärne. Väikeulukite absoluutse arvukuse kohta arvet ei peeta. Talvise
33 jäljeloendusega määratakse nn. jäljeindeks ning võrreldes seda varasemate aastate
34 analoogilise näitajaga, hinnatakse vaid arvukuse muutuse suunda. Tõsi küll, selle meetodi
35 efektiivsus väheneb kliima soojenedes.

36

37 **9.3.2. Ulukite toidubaas ja kahjustused**

38 **Probleemid, võimalused ja ohud**

39 Metsandusel ja põllumajandusel on Eesti majanduses väga oluline positsioon. Lageraied ja
40 lankide taasmetsastamine loovad/on loonud dendrofaagsetele sõralistele ülihea toidubaasi,
41 mistõttu on nende asustustihedus majandusmetsas oluliselt suurem kui inimtegevusest
42 puutumatus. Mis ulukile „toidubaas“, see metsakasvatajale töö vili ja sissetuleku allikas.
43 Põllukultuuridest toituvad (ehk siis – kahjustavad, põllumehe poolt vaadatuna) metssiga,
44 aga ka mitmed haneliste liigid. Kalanduses tekitavad probleeme hallhülged ja kormoranid.

1 Kuuskede koorimine põtrade poolt, mis on üks ohtlikumaid ulukikahjustusi metsas, näib
2 sõltuvat talvisest ja kevadisest ilmastikust. Soojadel talvedel on kuuskede koor toiduna
3 atraktiivsem (Randveer jt, 1998). Lõuna pool, seega siis soojemates kliimaoludes, on
4 kuusekahjustusi enam. Eestis on see tavaline, (Lõuna) Soomes kohati esinev metsakahjustus
5 (Randveer ja Heikkilä, 1996). Sama on Smirnov (Смирнов, 1987) näidanud Venemaa
6 oludes, kus Jaroslavl'i oblasti lõunaosas põdrad koorivad kuuski, põhjaosas mitte.

7 Noorte kuuskede kärpimine metskitsede poolt peaks kliima soojenedes vähenema. 1980.
8 aastatel tehtud uuringute käigus selgus, et kuuseokaste söömine intensiivistub oluliselt
9 lumiste talvede lõpuosas. Heas konditsioonis loomad söövad kuuseokkaid juhuslikult,
10 talvest kurnatuil oli see põhitoit (Рандвеэр, 1989). Okaste söömist on põhjendatud
11 veepuudusega metskitsede talvises toidus (Stubbe ja Passarge, 1979). Kuuseokkad
12 sisaldavad talve lõpul muu kättesaadava toidu, s.o. oksatoiduga võrreldes kõige enam vett
13 (Дунин ja Мальчевская, 1975). Madalama lumekatte korral või lume puudumisel toituvad
14 metskitsed sel perioodil põhiliselt igihaljastest puhmarinde taimedest, ohustamata
15 metsakultuure.

16

17 **Ilmastikunähtuste mõjude kirjeldus minevikus**

18 Vt eespool 1967. aasta tormi mõju.

19

20 **Ülevaade meetmetest, mis aitavad kohaneda, mida juba rakendatakse**

21 Otseselt kliimamuutustele reageerimise meetmeid ei ole teada.

22

23

24 **9.3.3. Jahindus sotsiaalse tegevusena**

25 **Probleemid, võimalused ja ohud**

26 Jahipidamine on Eestis mõõdukalt populaarne. Umbes 15 000 isikut ehk 1,2 % riigi
27 elanikest omavad jahitunnistust. See on üsna keskmine näitaja võrreldes teiste Euroopa
28 riikidega. Samas on jahinduse/jahimeeste roll siinseid looduslikke tingimusi ja
29 majandussituatsiooni silmas pidades ülimalt tähtis.

30 Suuremate imetajatega ja lindudega seotud konfliktsituatsioonide lahendamisel on
31 jahindusel määrav roll. Riiklikult tähtis ülesanne lahendatakse maksumaksja raha
32 kulutamata, kuivõrd jahipidamine on hobi. Samas võib tekkida tulevikus vajadus rahaliselt
33 stimuleerida mõnede ulukite küttemist, mis muidu pole jahimeeste hulgas populaarne.

34 Hetkeolukord on ebaselge. Otsene inimtegevus kipub tänapäeval varjutama igasuguseid
35 looduslikke protsesse, sealhulgas kliimamuutuste mõju. Seda arvamust kinnitab reaalne
36 situatsioon. Uued imetajaliigid, kes viimasel kümnendil siia ja/või naabermaadesse
37 ilmunud, pole kindlasti kliimapõgenikud vaid on inimtegevuse abi kasutanud: vähemalt
38 hirvlased, pesukaru, võimalik, et ka šaakal. Küll võivad mõned inimese kaasabil saabunud
39 liigid siin paremini aklimatiseeruda.

40 Arvestada tuleb ka ulukite seire ja nt lindude (liikide ja arvukuse) loenduse täpsust. Nt kas
41 ja kuivõrd mõjutab/soodustab linnuliikide arvu suurenemise rolli kliimamuutus? Eesti
42 linnuliikide nimekiri on viimastel aastakümnetel oluliselt pikenenud: 329-lt 386-ni

1 ajavahemikul 1991–2014. Võib-olla on siin põhjus hoopis linnuvaatluse kui hobi
2 populaarsuse kasvus ja seega järjest tõesemas seires?

3 Muutuda võivad hinnangud (emotsionaalsed ja pragmaatilised) mitmete ulukite suhtes. Ja
4 neid hinnanguid saab/tuleb teadlikult kujundada. Näitena võib tuua hiljuti tekkinud
5 probleemi šaakali suhtes (kas lindpüüjate invasiivne liik, tavapärane jahiluk või koguni kaitset
6 vajav looduslik liik).

7

8 **Ilmastikunähtuste mõjude kirjeldus minevikus**

9 Ekstreemsetel talvedel on ulukite elutingimusi aidanud parandada ulukihoole, eeskätt
10 lisaõõtmise. See meede on oluliselt kaasa aidanud metssea arvukuse kasvule ja mõnevõrra
11 kergendanud ka metskitsede talvitumist.

12 Mitmete ulukiliikide seire muutub raskemaks või lausa võimatuks lumikatte puudumisel.
13 Nii Soome kui ka Eesti ulukiseire oluliseks osaks on talvine jäljeloendus, mitmete
14 ulukiliikide kohta andmete kogumisel on see ainuke meetod. Kui 2012. a ja 2013. a lumistel
15 talvedel (loendust tehakse veebruaris-märtsis) läbiti 386-st püsimarssruudist vastavalt 366 ja
16 360, siis viimasel 2014. a talvel kehvade lumeolude tõttu vaid 108.

17

18 **Ülevaade meetmetest, mis aitavad kohaneda, mida juba rakendatakse**

19 Otseselt kliimamuutustele reageerimise meetmeid ei ole teada.

20

21 **9.4. Kliimamuutustega seonduvad riskid, haavatavus ja mõjud**

22 Olulisemateks kliimateguriteks / -riskideks ulukite ja jahinduse alavaldkonnas on

- 23 • keskmise **õhutemperatuuri** tõus;
- 24 • kõrgemad **maksimaalsed temperatuurid**;
- 25 • **külmunud pinnasega** perioodi lühenemine;
- 26 • **lumikattega päevade** arvu vähenemine;
- 27 • **ekstreemselt madala temperatuuri** harv esinemine;
- 28 • **talvise merejää tekke vähenemine** ja/või lõppemine;
- 29 • **tormide** sagedasemine.

30

31 **9.4.1. Alavaldkond: ulukite liigid, arvukus ja haigused**

32 **9.4.1.1. Riskid ja haavatavus**

33

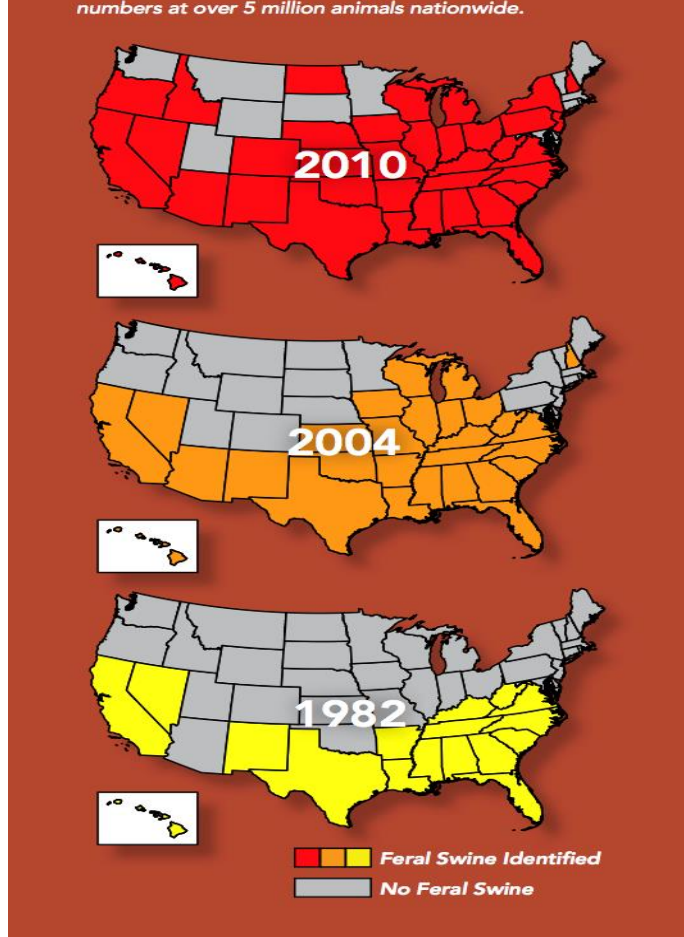
34 Kliimamuutuste mõju ulukiasurkondadele (enamusele neist) on üldjuhul vähem märgatav
35 ja raskemini prognoositav kui teistele kooslustele või inimtegevuse valdkondadele. Esiteks
36 sellepärast, et valdav osa siinsetest ulukiliikidest on ökoloogiliselt plastilised ja nende

1 looduslik levila on väga lai, ulatudes vahel arktilisest vööndist troopikani. Vaid üksikud
2 kitsalt kohastunud liigid on otseselt tundlikud kliimamuutuste suhtes. Teiseks põhjuseks on
3 inimtegevus, mis mõjutab ulukipopulatsioone sageli/kohati enam kui kliima,
4 varjutades/moonutades viimase toimet. Mõni näide: Hunt oli kunagi levinud pea kogu
5 põhjapoolkeral, v.a. Aafrika ja Indo-Hiina poolsaar. Hundi areaal hõlmas nii Põhja
6 Ameerika ja Siberi tundraid kui ka Araabia poolsaare kõrbeid. Eelmise sajandi 80-ndaiks
7 aastaiks oli levila väga oluliselt vähenenud. Täna on hundi levik taas laienemas. Nende üsna
8 täpselt dokumenteeritud protsesside suunamises/mõjutamises ei ole kliimamuutustel olnud
9 olulist tähendust. Inimese suhtumine nimetatud liiki ja selle muutumine ajas on olnud
10 suurusjärgu võrra olulisem. Metssea pidurdamatu levik on samuti hea näide
11 iseloomustamaks inimõju oluliselt suuremat tähtsust (tänapäeval!) võrreldes kliimaatiliste
12 tingimustega. On küll tõsi, et liik kadus siinsetelt aladelt „väikesel jääajal“ ca 400 aastat
13 tagasi. Võimalik, et tänapäeval jääks metssiga samasugustes ilmastikutingimustes
14 ulatusliku lisasöötmise abil siia püsima, väärtusliku jahiulukina. Nii on (mets)signa Põhja
15 Ameerikas viimase 30 aastaga vallutanud pea kogu mandri. Kodusiga jõudis Ameerika
16 mandrile, tänapäeva Floridasse, 1539 a. Hernando de Soto vahendusel, kus osa neist sattus
17 loodusesse. Alates 1890 a. alustati metssea introductseerimast USA-sse. Metsistunud
18 kodusead, aedikutest põgenenud või teadlikult vabaks lastud metssead ja nende hübriidid
19 panid aluse Ameerika metapopulatsioonile, mis kuni 1980 aastani püsis suhteliselt
20 stabiilsena. Seejärel algas „demograafiline plahvatus“ (**Joonis 11**), mille käigus siga on
21 saanud püsiasiaks 36 osariigis, aga kohatud on neid lisaks veel 11-s, kaasa arvatud ka
22 Alaskal! (Mayer, 2014). Metssea invasiooni üheks, võimalik, et kõige olulisemaks,
23 soodustajaks on (nii seaduslik kui ebaseaduslik) inimtegevus liigi levitamisel (Caudell *et*
24 *al.*, 2014).

25
26
27

Distribution of Feral Swine Over Time

Feral swine are quickly spreading across the United States due to natural population growth, illegal movement by sports hunters, and escapes from domestic swine operations. Experts estimate their numbers at over 5 million animals nationwide.



1
2 **Joonis 11.** (Mets)sea ülikiire levimine USA-s. (Agricultural Information Bulletin No 799, 2011). Täienduseks: 2014 a.
3 seisuga ei ole metsigu siiani veel kohatud vaid kolmes, Wyomingi, Delaware ja Rhode Island'i osariigis (Mayer,
4 2014).

5

6

7 Kolmandaks näiteks olgu uute eksootiliste liikide lisandumine mingi piirkonna faunasse.
8 Viimase 100 aasta jooksul on Eestis aklimatiseerunud või aklimatiseerumas pea
9 kümnekond imetajaliiki (jättes kõrvale pisiimetajad). Neist valdava enamuse siia või
10 naaberladele (pesukaru Leedus) jõudmist on kas vahetult või kaudselt korraldanud
11 inimene.

12 Kokkuvõtteks: inimeste, täpsemalt erinevate huvigruppide (mõnikord/sageli väga erinev)
13 suhtumine ulukiliikidesse ja vastav tegutsemine on määranud ning määrab nüüd ja küllap
14 ka tulevikus ulukiasurkondade dünaamikat enam kui võimalikud kliimamuutused. Olles
15 umbes veerandsaja aasta jooksul osalenud rahvusvahelistel ulukibioloogia konverentsidel
16 olen täheldanud väga selget tendentsi: üha enam ettekandeid on sotsioloogia vallast ja
17 käsitlevad inimeste asjakohase meelsuse ja käitumise (valdkonna, mida nimetatakse *human*
18 *dimension*) uurimise tulemusi. Siit ka põhjus, miks otsustati käesolevas analüüsis valida
19 kolmandaks alavaldkonnaks: jahindus sotsiaalse tegevusena.

1 Tõenäoliselt võib kliima soojenemine otseselt ohustada (kuni täieliku kadumiseni meie
2 aladelt) vaid mõnda üksikut kitsalt kohastunud liiki. Küll võib kliima soojenemine otseselt
3 või pigem kaudselt – näiteks toidubaasi muutumise kaudu – parandada või halvendada
4 liikide elutingimusi ja suunata nende arvukuse dünaamikat.

5 Erinevatel ulukiliikidel nõuded (ja tolerantsus) elutingimuste suhtes on muidugi varieeruv.
6 Kõige enam mõjutavad ulukipopulatsioone (s.o enamikku liikidest) otseselt järgmised
7 ilmastikunähtused: nii suvine kui talvine keskmine õhutemperatuur ja viimasest sõltuv
8 lumikatte kestvus ja keskmine paksus. See on väga üldistatult. Mõnel konkreetsel liigil
9 võivad lisaks olla erinõuded lumikatte füüsikaliste parameetrite, pinnase
10 külmumissügavuse, jääkatte kestvuse jne kohta. Kaudselt võivad ulukite elutingimusi,
11 eeskätt toidubaasi, mõjutada elupaiga (metsa) taimestiku liigilise koosseisu muutused, aga
12 ka ekstreemsed ilmastikunähtused: tormid, kestvad põuad, üksikud väga madala
13 temperatuuriga talved jne.

14

15

16 **9.4.1.2. Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud**

17 **a) kuni aastani 2020**

18 Olulisi muutusi Eesti ulukite fauna liigilises koosseisus ja liikide arvukuses võrreldes
19 olemasolevaga ei ole ette näha (**Tabel 36** mõju 9.01). Sõraliste ja (vähemal määral)
20 suurkiskjate arvukuse dünaamikat mõjutavad ennekõike jahinõukogude otsused, mis on
21 formuleeritud erinevate huvigruppide konsensuse alusel ja nende täitmine jahimeeste poolt.
22 Mitmete nn. karusnahaloomade arvukust mõjutab pigem karusnaha hind turul (*human*
23 *dimension!*). Ainus liik, kelle eksistents tõepoolest just kliima soojenemisest (mõju 9.01)
24 sõltub, on viigerhüljes, kelle sigimisedukus sõltub otseselt jääkatte olemasolust.
25 Loodetavasti ta lähiaastatel meie vetest ei kao.

26

27 **b) kuni aastani 2030**

28 Keskmise õhutemperatuuri tõus ja sellega seoses lumikattega perioodi lühenemine ja
29 lumikatte õhenemine on siinsetest liikidest soodne metskitsele (**Tabel 36** mõju 9.08),
30 punahirvele ja metsseale (mõju 9.05). Viimase liigi talvise toidu kättesaamine paraneb
31 oluliselt pehmel talvel, mil maapind ei külmu. Kas neid mõjusid nimetada positiivseks või
32 negatiivseks, sõltub hindajast. Samas loovad sellised kliimamuutused eeldused
33 lõunapoolsete invasiivsete liikide aklimatiseerumiseks, mis pole soovitatav (s.o tegemist on
34 negatiivse mõjuga). Eksootilised hirvlased konkureerivad kohalike liikidega. Oht on seda
35 suurem, et meie fauna suurima hirvlase – põdra tervislikku seisundit/konditsiooni
36 mõjutavad nii soojad suved kui talved negatiivselt (Renecker ja Hudson, 1986, 1990).
37 Potentsiaalselt on võimalik ulukite endo- ja ektoparasiidi liikide, ka inimesele ohtlike,
38 lisandumine (kindlasti negatiivne).

39 Talvel valgeks värvuvate ulukite elutingimused halvenevad (**Tabel 36** mõju 9.07). Selliseid
40 liike on Eesti looduses neli: rabapüü, valgejänes, kärp ja nirk. Meil niigi haruldasele
41 rabapüüle mõjuvad kliimamuutused kindlasti kõige enam. Ohtu satub ka valgejänes. Kärp
42 ja nirk kui liigid on levinud ka meist lõuna pool, viimane isegi Lõuna-Euroopas, kus lumi
43 on haruldane. Tõsi, lõunapoolse levikuga isendid (võimalik, et eraldi alamliigid) ei värvu
44 talviti valgeks (MacDonald ja Barret, 2002).

1 Kõige enam ohustatud liik on viiherhüljes, kelle sigimise edukus sõltub merejää
2 olemasolust (mõju 9.09). Liigi arvukus võib oluliselt väheneda juba sel perioodil. Ka
3 hallhülge sigimisedukus langeb soojadel talvedel (Jüssi, I ja Jüssi, M, 2001). Kokkuvõtteks:
4 kuni aastani 2030 pole ette näha õhutemperatuuri tõusust (mõjud 9.04, 9.05 ja 9.06)
5 drastilisi muutusi Eesti ulukite fauna koosseisus. Samas jääb alles ekstreemselt madala
6 temperatuuriga talvede esinemise võimalus ja sellest tulenev negatiivne mõju metskitse,
7 metssea ja faunasse lisandunud invasiivsetele soojalembestele liikidele (mõju 9.12)

8

9 c) 2021–2050

10 Antud perioodi kliimamuutuste mõjud ja riskid on analoogilised perioodil „kuni aastani
11 2030“ kujuneva olukorraga.

12

13 d) 2051–2100

14 Tõenäoliselt mõjutab ka sel ajavahemikul ulukiasurkondade dünaamikat kõige enam *human*
15 *dimension*, aga ka kliima soojenemise mõju (**Tabel 36** mõju 9.08) on tuntavam. Ilmselt
16 lisandub siinsesse faunasse uusi liike (mõju 9.07). Tõenäoliselt enamus uustulnukaid, kelle
17 invasiooni mõjutavad eeskätt kliimamuutused, on linnud ja pisiimetajad (käsiivalised,
18 hiirlased, unilased jne). Võimalik on ka uute suurulukiliikide kinnistumine meie faunasse,
19 aga seda protsessi mõjutab rohkem inimfaktor, s.o. erinevate huvigruppide meelsus, mis
20 suures osas määratud majanduslike huvide poolt. Kliimamuutused vaid soodustavad või
21 takistavad ulukimajanduslike otsuste elluviimist. Põdra arvukus võib sel perioodil oluliselt
22 langeda (mõju 9.18), viiherhülge kadumine siinsetest vetest on väga tõenäoline (mõju 9.09).
23 Kas linnu- ja imetajaliikide arvu (loodusliku mitmekesisuse) suurenemine on negatiivne või
24 positiivne? Väga tõenäoliselt kasvab ekto- ja endoparasiitide liikide arv ja nendega
25 nakatumise tõenäosus (mõju 9.20). Potentsiaalset ohtu kujutavad endast ka soojema
26 kliimaga levivad haigused, mis võivad meie aladele sattuda lindudega, kelle rännukoridorid
27 ja sihtkohad muutuvad ning invasiivsete imetajaliikidega.

28

29 9.4.2. Alavaldkond: ulukite toidubaas ja kahjustused

30 9.4.2.1. Riskid ja haavatavus

31 Kliimamuutuste mõju paljudele (enamusele?) liikidele avaldub eeskätt toidubaasis aset
32 leidvate muutuste kaudu. Kuna keskmise õhutemperatuuri tõustes ja (vähemal määral)
33 tormide sagedes metsade biomassi produktsioon suureneb (**Tabel 37** mõjud 9.10 ja 9.11)
34 ning lehtpuude osakaal puistutes kasvab, muutub ka dendrofaagsete hirvlaste toidubaas.
35 Üldjuhul tähendab see toidubaasi paranemist (vähemalt kvantiteedilt), aga ka tarbijate
36 arvukus/biomass tõenäoliselt suureneb. Oleks äärmiselt spekulatiivne ennustada, kas ja
37 kuivõrd muutub nende nihete taustal majanduslikult tähtsate puuliikide (okaspuude, kõvade
38 lehtpuude, kase, haava) tarbimine toiduna hirvlaste poolt. Seniste kogemuste ja asjakohaste
39 kirjandusallikate põhjal võib ennustada kahjustuste vähenemist noortes kuusekultuurides
40 (Рандвээр, 1989) ja mõnevõrra suurema kindlusega kahjustuste suurenemist keskealistes
41 kuusikutes (Смирнов, 1987; Randveer ja Heikkilä, 1996). Tormide sagenemine (**Tabel 37**
42 mõju 9.11) parandab samuti dendrofaagsete ulukite toidubaasi.

1 **9.4.2. Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud**

2 **a) kuni aastani 2020**

3 Lähiajal olulisi muutusi ei ole ette näha.

4

5 **b) kuni aastani 2030**

6 Metsapuude liigilise koosseisu muutus ja bioproduktiooni suurenemine mõjutab
7 dendrofaagsete ulukiliikide toitumist. Suureneb nii kättesaadava toidu kui sellest toituvate
8 isendite (kogu)biomass. Kas ja kuivõrd suurenevad ulukikahjustused majanduslikult
9 tähtsate puuliikide noorendikes ja keskealistes puistutes, on raske ennustada.

10

11 **c) 2021–2050**

12 Antud perioodi kliimamuutuste mõjud ja riskid on analoogilised perioodil „kuni aastani
13 2030“ kujuneva olukorraga.

14

15 **d) 2051–2100**

16 Tõenäoliselt leiavad aset olulised muutused paljude ulukite toidubaasis, mille mõju
17 ulukikahjustustele metsas ja põllul on raskesti ennustatav. Prognoosimine on seda raskem,
18 et tõenäoliselt muutuvad nii pika perioodi jooksul ka väärtushinnangud. Arusaam
19 „ulukikahjustustest“ võib pea saja aasta jooksul väga oluliselt muutuda ja ilmselt muutubki.

20

21 **9.4.3. Alavaldkond: jahindus sotsiaalse tegevusena**

22 **9.4.3.1. Riskid ja haavatavus**

23 Jahinduse roll ühiskonnas ja sellese mõistesse kätketud sisu on kiiresti muutuv. Isegi
24 niivõrd, et mõiste „jahindus“ kasutamine tänapäeval võib luua oma ühekülgse tõttu vale
25 ettekujutuse valdkonna olemusest ja eesmärkidest. Adekvaatse ingliskeelset terminit „*game*
26 *management*“ võiks maakeelde ümber panna kui „ulukimajandus“ ja kasutada antud
27 kontekstis. Ulukiasurkondade suunamises on jahipidamine (mille erinevust „jahindusest“
28 kahjuks sageli ei mõisteta) vaid üks oluline osa. Tänapäeval on ulukimajanduses kasutusel
29 väga palju vahendeid ulukihooldest, elupaikade kaitsest ja loomade vaksineerimisest kuni
30 loomade sigivuse kontrollini. Ulukiasurkondade kontrolli tehnilised võimalused on
31 tänapäeval paremad kui kunagi varem. Samas on erinevate huvigruppide arvamused:
32 milline on ühe või teise liigi optimaalne arvukus ja kuidas seda saavutada väga suurel
33 määral varieeruvad. Nii saab see olema ka tulevikus, mil üha enam avaldub kliimamuutuste
34 mõju ulukipopulatsioonide dünaamikale. 2015 a. Reformierakonna, IRL ja SDE
35 koalitsioonilepingus on ette nähtud jahinduse arengukava koostamine. Selles peab kindlasti
36 arvestatama ka kliima soojenemisest tingitud uudset situatsiooni.

37

38 **9.4.3.2. Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud**

39 **a) kuni aastani 2020**

1 Vaja määratleda Eesti loodusesse hiljuti lisandunud liikide (shaakal, tähnikhirv, kabehirv)
2 staatus töötada välja juhised arvukuse reguleerimiseks (**Tabel 38** mõju 9.03). Kuivõrd
3 ulukiseire üheks oluliseks meetodiks on talvine ulukijälgede loendus (ruutloendus), mille
4 efektiivsus on juba nüüd langenud, tuleb alustada uute meetodite väljatöötamist ja testimist

5

6 **b) kuni aastani 2030**

7 Raskused ulukiseire korraldamisel võivad süvenevad (**Tabel 38** mõju 9.15). Lumikattega
8 perioodi lühenemine raskendab mitmete ulukiliikide (metssiga, hunt, ilves, väikekiskjad)
9 küttemist, mistõttu tekib vajadus uute jahiviiside juurutamiseks ja jahieeskirjade
10 muutmiseks. Küttemise efektiivsuse võimalik langus võib süvendada pingeid erinevate
11 huvigruppide vahel. Tõenäoline on jahifauna liigilise koosseisu ühtlustumine
12 naabermaades, mis võib jahiturismi majanduslikku tähtsust vähendada. Ümberkorraldused
13 ulukihooldes: talvise lisaõõtmise vajadus väheneb või koguni kaob (mõju 9.17).

14

15 **c) 2021–2050**

16 Sama ohud, riskid, mõjud kui aastani 2030.

17

18 **d) 2051–2100**

19 Täiesti uus, ennustamatu situatsioon. Muutunud on ilmastik/kliima, aga muutunud on
20 majanduslik situatsioon ja inimeste meelsus. Kumb neist teguritest mõjutab
21 ulukipopulatsioone enam? Kindlasti on selleks ajaks (küllap juba varemgi) vaja uuele
22 olukorrale vastavaid jahi – ja muid asjakohaseid seadusi ning uut ulukiseire süsteemi (**Tabel**
23 **38** mõju 9.15). Jahipidamise „sportlik“ aspekt on ilmselt taandunud ja asendunud
24 ratsionaalsemaga - populatsioonide dünaamika reguleerimises osalemisega. Suureneb
25 invasiivsete liikide küttemise vajadus (mõju 9.13).

26

Tabel 36. Kliimamuutuste mõju ulukitele (liigid, arvukus ja haigused).

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	RISK (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Töenäosus (kõrge, keskmine, madal, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
Kuni 2020	Senine ilmastik	Temperatuuri ja sademete hulga suurenemine	9.01	Mõju puudub või on varjutatud muude olulisemate tegurite (näiteks inimõju) poolt	0	väike	väike	väike	otsene	kogu Eesti
Kuni 2030	Senine ilmastik	Keskmine õhutemperatuur suureneb	9.04	Invasiivsete liikide lisandumine lõuna poolt, endo- ja ektoparasiidi liikide lisandumine	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Keskmine õhutemperatuur suureneb	9.05	Soodne mitmetele liikidele (näiteks: metskits, metssiga, punahirv), mis loob eeldused nende arvukuse kasvuks	+	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Keskmine õhutemperatuur suureneb	9.06	Ebasoodne põdrale, mis loob eeldused liigi arvukuse vähenemiseks	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Külmunud pinnasega periood väheneb	9.05	Soodne metsseale	+	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Lumikattega päevade arvu vähenemine	9.07	Talvel valgeks värvuvate ulukite (eeskätt valgejänese ja rabapüü) elutingimused halvenevad	-	väike	väike	suur	otsene	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Lumikattega päevade arvu vähenemine	9.08	Soodus metskitsele ja metsseale, ebasoodus kiskjatele saagi tabamiseks	0	väike	väike	keskmine	otsene	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Eksteemselt madala temperatuuri harv esinemine	9.12	Ebasoodne metskitsele, metsseale, lõunast lisandunud invasiivsetele liikidele		keskmine	keskmine	keskmine	otsene	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Merejää teke talvel väheneb ja/või lõpeb	9.09	Ebasoodne hallhülgele, väga ebasoodne viiherhülgele	-	keskmine	keskmine	suur	otsene	Läänemeri
2021-2050	RCP4.5, RCP8.5	Keskmine õhutemperatuur suureneb	9.08	Soodne metskitsele, metsseale, invasiivsetele liikidele, ebasoodne põdrale	+/-	keskmine	keskmine	suur	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Lumikattega päevade arvu vähenemine	9.07	Soodne metskitsele, metsseale, invasiivsetele liikidele, ebasoodne talviti valgeks värvuvatele liikidele	+/-	keskmine	keskmine	suur	otsene	kogu Eesti

	RCP4.5, RCP8.5	Külmunud pinnasega periood väheneb	9.05	Soodne metsseale	+	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	kogu Eesti
	RCP8.5	Kõrgemad maksimaalsed temperatuurid	9.18	Põdra elutingimuste halvenemine (kuumastress), võimalik arvukuse lanus	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Merejää teke talvel väheneb ja/või lõpeb	9.09	Hallhülge arvukuse vähenemine, viiGERhülge kadumine	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Läänemeri
2051-2100	RCP4.5, RCP8.5	Keskmine õhutemperatuur suureneb	9.08	Linnu- ja imetajaliikide arvu suurenemine	+/-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Lumikattega päevade arvu vähenemine	9.09	Linnu- ja imetajaliikide arvu suurenemine	+/-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.6	Keskmine õhutemperatuur suureneb	9.20	Kasvab ekto- ja endoparasiitide liikide arv ja nendega nakatumise tõenäosus	-	suur	suur	suur	otsene	kogu Eesti
	RCP8.5	Kõrgemad maksimaalsed temperatuurid	9.18	Põdra arvukuse oluline langus	-	suur	suur	suur	otsene	kogu Eesti
	RCP8.5	Kõrgemad maksimaalsed temperatuurid	9.18	Põdra elutingimuste halvenemine (kuumastress), võimalik arvukuse lanus	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Merejää teke talvel väheneb ja/või lõpeb	9.09	Hallhülge arvukuse vähenemine, viiGERhülge kadumine	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Läänemeri

Tabel 37. Kliimamuutuste mõju ulukite toidubaasile ja kahjustustele.

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	RISK (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Tõenäosus (kõrge, keskmine, madal, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
Kuni 2020	Senine ilmastik	Temperatuuri ja sademete hulga suurenemine	9.02	Lähiajal muutusi on raske prognoosida	0	väike	väike	väike	otsene	kogu Eesti
Kuni 2030	Senine ilmastik	Keskmine õhutemperatuur suureneb	9.10	Lehtpuud kasvavad paremini, mis mõjutab okaspuude kahjustamist hirvlaste poolt. Mõju suunda raske ennustada	+/-	keskmine	keskmine	suur	otsene	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Külmunud pinnasega periood väheneb	9.05	Soodus metsseale, põllukahjustuste oht suureneb		keskmine	keskmine	keskmine	otsene	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Tormide sagenemine	9.11	Suurte tormimurdude järgselt paraneb dendrofaagsete sõraliste toidubaas	+	väike	väike	väike	otsene	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Eksteemselt madala temperatuuri harv esinemine	9.12	Tekib lisasöötmise vajadus		keskmine	keskmine	keskmine	otsene	kogu Eesti
2021- 2050	RCP4.5, RCP8.5	Keskmine õhutemperatuur suureneb	9.10	Muutused dendrofaagsete sõraliste toidubaasis. Muutused okaspuude kahjustamisel	+/-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Külmunud pinnasega periood väheneb	9.05	Metssea talvine toidubaas (selle kättesaadavus) paraneb	+	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	kogu Eesti
	RCP8.5	Tormide sagenemine	9.11	Dendrofaagsete hirvlaste toidubaas paraneb	+	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	kogu Eesti
2051-2100	RCP4.5, RCP8.5	Keskmine õhutemperatuur suureneb	9.19	Olulised muutused paljude ulukite toidubaasis, mille mõju ulukikahjustustele metsa ja põllul pole ennustatav	+/-	suur	suur	suur	otsene	kogu Eesti

Tabel 38. Kliimamuutuste mõju jahindusele sotsiaalse tegevusena.

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	RISK (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Tõenäosus (kõrge, keskmine, madal, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
Kuni 2020	Senine ilmastik	Temperatuuri ja sademete hulga suurenemine	9.03	Vaja otsuseid uute liikide staatuse määramiseks ja arvukuse reguleerimiseks	0	väike	suur	suur	otsene	kogu Eesti
Kuni 2030	Senine ilmastik	Keskmine õhutemperatuur suureneb	9.13	Invasiivsete liikide tõrje vajadus	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Keskmine õhutemperatuur suureneb	9.14	Jahiturismi majanduslik tähtsus võib väheneda	-	väike	väike	keskmine	otsene	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Lumikattega päevade arvu vähenemine	9.15	Raskused ulukite loendamisel;	-	keskmine	keskmine	suur	otsene	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Lumikattega päevade arvu vähenemine	9.16	Raskused ulukite (näiteks metssea) arvukuse reguleerimisel	-	keskmine	suur	suur	otsene	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Lumikattega päevade arvu vähenemine	9.17	Lisasõotmise vajadus kaob	0	väike	väike	keskmine	otsene	kogu Eesti
2021- 2050	RCP4.5, RCP8.5	Keskmine õhutemperatuur suureneb	9.13	Invasiivsete liikide tõrje vajadus suureneb/uute jahilulukiliikide lisandumine	+/-	keskmine	keskmine	suur	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Lumikattega päevade arvu vähenemine	9.15	Uute ulukiseire meetodite väljatöötamise vajadus	0	keskmine	teadmata	keskmine	otsene	kogu Eesti
2051-2100	RCP4.5, RCP8.5	Keskmine õhutemperatuur suureneb	9.13	Invasiivsete liikide tõrje vajadus suureneb/uute jahilulukiliikide lisandumine	+/-	keskmine	keskmine	suur	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Lumikattega päevade arvu vähenemine	9.15	Uute ulukiseire meetodite väljatöötamise vajadus	0	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	kogu Eesti

1
2

3 **9.4.4. Mõjude kokkuvõte**

4 Ulukite ja jahinduse valdkonda kõige enam mõjutavad kliimamuutused, on esitatud
5 ülevaattetabelitena ülal (**Tabel 36, Tabel 37 ja Tabel 38**).

6 Vaid üksikutel juhtudel on mõju suund (negatiivne või positiivne) üheselt nimetatav.
7 Suurimaks muutuseks võib prognoosida uute lõunapoolt lisanduvate liikide lisandumist ja
8 taigaliikide vähenemist. Paranevad tingimused metskitse ja metssea suhtes, halveneb põdra
9 jaoks. Suureks ohuks on lisanduvad haigused ja parasiidid. Üldistusena võib
10 kliimamuutuste mõju hinnata väiksemaks kui inimtegevusest tulenevat mõju.

11

12 **9.4.5. Piiriülesed aspektid**

13 Võib eeldada, et jahifauna ühtlustub naabermaadega ja on vaja riikidevahelist koostööd ning
14 ühiseid jahinduspoliitilisi otsuseid kliimamuutustest tulenevate mõjude pehmendamiseks.
15 Tänapäevase seisuga ei ole kumbki kahest Euroopas peakorterit omavast rahvusvahelisest
16 jahindusorganisatsioonist (FACE ja CIC) kliimamuutuste teemale (jahinduse kontekstis)
17 tähelepanu pööranud. Invasiivsete võõrliikide leviku tõkestamise ja kahjuliku mõju
18 minimeerimise küsimustega tegeleb NOBANIS – rahvusvaheline ühisprojekt, milles osaleb
19 ka Eesti.

20

21 **9.5. Edasised uuringusuunad**

22 On vajalik selgitada liigid, millised on kõige enam kliimamuutustest ohustatud ja planeerida
23 kaitsemeetmed. Selgitada võimalused barjääride/takistuste loomiseks takistamaks
24 soovimatute liikide invasiooni. Väga oluline: inimeste/elanikkonna meelsuse uurimine
25 selgitamiseks erinevate huvigruppide suhtumist ulukimajanduslikesse ettevõtmistesse, s.o
26 jahindusse. Kõige aktuaalsem ülesanne ses valdkonnas on (ülalpool nimetatud põhjustel)
27 lumikatte olemasolust ja püsivusest sõltumatute ulukiseire meetodite väljatöötamine.
28 Ulukiseirel kogutud info sidumisele ilmastikuandmetega tuleb edaspidi senisest enam
29 tähelepanu pöörata.

30

31

1 10. Turism

2 **Sudakova, Lea; Evans, Roger; Kull, Tiiu**

3 **Eesti Maaülikool, põllumajandus- ja keskkonnainstituut**

4

5 10.1. Sissejuhatus

6 Traditsiooniliste turismisihtkohtade, nt Lõuna-Euroopas, tähtsus võib kliima soojenemisel
7 ja mageveevarude vähenemisel väheneda. Seega võib tõusta Põhja-Euroopa sihtkohtade
8 tähtsus. Mitmed autorid (sh Nicholls, 2014; Amelung ja Moreno, 2009) väidavad, et
9 temperatuuri tõus Euroopas loob tingimused, mis kutsub traditsioonilistel suvekuudel esile
10 reisi sihtkoha valiku muutused lõunast põhja poole. Taliturismi potentsiaal võib langeda,
11 samas suvine kõrghooaeg pikeneda ja turistidevoog suurened. Seega tuleb prognoosida
12 Eestisse sissetuleva turismi kasvu mõjusid ning kavandada meetmed suureneva turistidevoo
13 vastuvõtmiseks, eriti suveperioodil. Eesti Riiklikus Turismiarenduskavas 2014–2020 ei ole
14 vajalikul määral käsitletud turismi mõju kliimamuutustele ega kliimamuutuste mõju
15 turismile.

16 Turismi mahtude suurenemine tingib paratamatult transpordi kasvu ja sellega ka jätkuvalt
17 suureneva kasvuhoonegaaside emissiooni. Hiljutise mitmes Euroopa riigis läbi viidud
18 uuringu alusel (Amelung ja Moreno, 2009) põhjustab turismisektor 5–12% CO₂
19 emissioonist, sellest 75% moodustavad sõitjateveoteenused ja 20% majutusteenused.
20 Suurenevad sõitjateveo mahud ja sellest tulenevalt suurenev nõudlus transporditeenuste
21 järele kutsub esile vajaduse paremate planeerimisotsuste tegemiseks.

22 Kuivõrd kliimamuutused mõjutavad eelkõige väljas toimuvaid tegevusi ehk loodusturismi
23 ja rekreatsiooni, siis on tarvis kavandada meetmed loodusturismi nõudluse kasvu puhul,
24 arvestades sotsiaalse ning ökoloogilise koormustaluvusega.

25 Lähtudes väljatoodud problemaatikast käsitletakse turismi valdkonda antud uurimuses
26 kolme järgneva alavaldkonna kaupa:

- 27 • **turismi sihtkohtade muutus ja sesoonsus;**
- 28 • **turismitransport;**
- 29 • **loodusturism.**

30 10.2. Metoodika

31 Hetkeolukorra analüüs

32 Turismi teema alavaldkondliku jaotuse aluseks on põhimõtte, et kohanemise meetmete
33 väljatöötamisel keskenduda kõige enam kliimamuutustest mõjutatavatele valdkondadele.
34 Antud alateemad on fookuses kõikides kliimamuutuste mõjusid analüüsivates
35 uurimistöodes ja arengudokumentides.

36 Hetkeolukorra väljaselgitamiseks tutvuti alltoodud allikatega. Kliimamuutuste analüüsi
37 aluseks on võetud Eesti kuues kliimaaruanne (2013). Mineviku ilmastikumeetmete mõju
38 Eesti turismi arengus ei ole meile teadaolevalt uuritud ja vastavaid meetmeid ei ole seni

1 rakendatud. Samas soovitusi kohanemismeetmete rakendamiseks on, lisaks EL
2 raamdokumentidele, koostatud ka Eestis, nt aruanne “Kliimamuutuste mõju Eestis –
3 Teekaart riikliku kliimamuutuste mõjuga kohanemise strateegia koostamiseks” (2013),
4 mida on arvesse võetud ka käesolevas ülevaates. Lisaks on tutvutud mitmete riikide nagu
5 Soome, Rootsi, Austria ja Ühendkuningriigid kliimamuutustega kohanemise aruannetega.
6 Samuti on tutvutud Eesti Riikliku Turismiarendukavaga 2014–2020 ja suure hulga turismi
7 ja kliimamuutuseid käsitlevate artiklite, aruannete ja dokumentidega, millest osale on
8 viidatud hetkeolukorra analüüsi osas. Kuna turism on globaalne majandusharu, siis nt
9 sesoonsuse, sihtkohtade muutuse ja turismitranspordi puhul on üleeuroopaline käsitlus
10 põhjendatud. Samas on rõhuasetus Eestit enam puudutavatel aspektidel.

11

12 **Mõjude analüüs**

13 Mõjude analüüsiks on koostatud peamiste turismi mõjutavate kliimategurite nimekiri,
14 toetudes erialakirjandusele ning eksperthinnangule. Suures osas on abiks olnud Kajan ja
15 Saarinen'i poolt 2013. a. teostatud ülevaade turismi, kliimamuutuste ja adapteerumisega
16 seotud eelretsenseeritavatest kirjandusallikatest kuni 2012. aastani. Samuti on selles
17 määratletud vastavate kliimamuutustega kohandumise uuringute vajadus.

18 Haavatavuse määratlemisel on kasutatud Füssel'i (2007) nelja haavatavuse peamist
19 dimensiooni (**Tabel 39**): 1) süsteem; 2) tähelepanu nõudev asjaolu; 3) oht ja 4) ajaline
20 faktor, milles süsteem on lai valik inimese ja keskkonna vahelisi süsteeme nagu näiteks
21 majandussektor või geograafilised regioonid.

22

23 **Tabel 39. Haavatavuse peamised dimensioonid (Füssel, 2007 järgi).**

Haavatavuse dimensioonid	Näiteid turismi kohta
Süsteem	Sihtkoht, kogukond
Oht	Turismi sihtkoha liigne soojenemine
Tähelepanu nõudev asjaolu	Kohalike atraktsioonide muutused, toodangu ja sissetulekute langus
Ajaline näitaja	Tulevane kliimamuutuste mõju sihtkohale või kogukonnale, nt 20 aastat

24

25

26 Mõjude analüüsi tekstis (ptk **10.4**) on viidatud mõjude ülevaattetabelites (**Tabel 40**, **Tabel**
27 **41** ja **Tabel 42**) esitatud konkreetsetele mõjudele (mõju 10.XX).

28

29

30 **10.3. Alavaldkondlik hetkeolukorra analüüs**

31 **10.3.1. Turismi sihtkohtade muutus ja sesoonsus**

32 **Probleemid, võimalused ja ohud**

33 On teada, et turism on tugevasti mõjutatud kliima poolt nii turismi sihtriikide kui ka turistide
34 päritolumaade osas. Samuti on hästi dokumenteeritud, et kohalikul, regionaalsel ja
35 globaalsel tasemel on turism oluline tööstusharu, mis prognooside kohaselt kasvab jätkuvalt
36 4% aastas ja 10 aasta pärast moodustab 10% globaalsest SKP-st (Nicholls, 2014).

1 Kliimamuutuste mõju avaldub eeskätt lähipiirkondadest pärit ja siseturistide puhul, kes
2 saavad oma tegevust ilmastikuolude järgi planeerida (Eesti kuues kliimaaruanne, 2013).

3 Daniel Scott ja Geoff McBoyle (2004) viitavad Wilton ja Wirjanto (1998) uuringule
4 Kanadas, milles leiti, et normaalse suvise temperatuuri tõus 1°C võrra tõstab siseturisti
5 kulutusi ca. 4%. Agnew (1995) ja Benson (1996) tõdevad samuti, et turistide kulutused on
6 osaliselt mõjutatud kliimatingimustest. Mõlemas analüüsis kutsub külm talv esile
7 välisturistide kulutuste kasvu.

8 Turismi kliimaindeks, mille sõnastas Mieczkowski (1985), on kompleksindikaator turismi
9 jaoks oluliste kliimategurite süstemaatiliseks mõõtmiseks. Perch-Nielsen, Amelung ja
10 Knutti (2010) tõid välja, et turismi kliimaindeksit kasutatakse sageli kliimamuutustest
11 tulenevate kliimaatiliste ressursside muutuse analüüsiks. Autorid toovad esile mitmeid
12 uuringuid, milles on näidatud, kuidas kliimamuutused võivad olulisel määral
13 kliimaressursse ümber jaotada nii regioonide kui ka hooegade lõikes (vt Amelung *et al.*,
14 2007 – globaalses mõõtmes; Amelung ja Viner, 2006 – Vahemeremaade osas; Scott *et al.*,
15 2004 Põhja- Ameerika osas). Oma uuringutes näitasid Perch-Nielsen, Amelung ja Knutti
16 (2010), et soodne kliima liigub põhja suunas, muutes selle sobivaks Põhja- ja Kesk-Euroopa
17 jaoks peaaegu kõikideks hooegadeks, kusjuures Lõuna-Euroopale muutuvad soodsaks
18 vaid aprill ja oktoober.

19 Kasutades turismi kliima indeksi on täheldatav, et Vahemeremaad on olnud ja on siiani
20 kõige sobivama kliimaga riigid Euroopa Liidus, kuid seoses kliimamuutustega on see
21 muutumas. Tulevikuks prognoositakse Loode-Euroopa riikidele pikemat sobiva kliimaga
22 hooaega aastas kui Vahemeremaades. Seoses Loode-Euroopa riikide kasvava sobivusega
23 turismi arenguks võib eeldada turismi kasvu ka Eesti rannikualadel. Lisades eelnevale
24 demograafilise situatsiooni ja sotsiaalmajanduslike tingimuste muutuse, kaasneb turismi
25 arenguga ka surve keskkonnale, mis on tingitud turistide arvu kasvust, pikemast
26 turismihooajast, turismi infrastruktuuri arengust, suurenenud jäätmete hulgast ja mõjudest
27 keskkonnale. Turismi kliimaindeksi muutus tulevikus lubab oletada, et Eestis võib
28 prognoosida turistide arvu kasvu läbi mitmete hooegade ja seega tõuseb ka turistide
29 koguarv.

30 PESETA uurimisprojekti Climate change impacts in Europe (Ciscar *et al.*, 2009)
31 lõpparuandes tõdetakse, et kliimamuutused kutsuvad esile paremad tingimused turismiks
32 enamikus EL regioonides, mille tulemusena suureneb voodiööde arv, mis omakorda
33 avaldab suhteliselt väikest positiivset mõju üleeuroopaliselt. Lõuna-Euroopa, kus on enam
34 kui pool kogu majutuskohtadest, on ainus regioon, kus on ette näha 1–4% voodiööde arvu
35 langust, olenevalt erinevatest kliimastenaariumitest. Mujal Euroopas peaks voodiööde arvu
36 tõus oluliselt kasvama, jäädes vahemikku 15–25%. Arvestades selle ümber sissetulekutele,
37 kasutades Euroopa keskmisi turismituluseid voodiöö kohta, selgub, et turistide arvu kasvust
38 tingitud turismitulud kasvavad 2080 aastaks 334–2392 miljoni euron, olenevalt
39 arvestusmeetodist ja temperatuurimuutuse tasemest. Taolised turistide arvu muutused
40 toovad endaga kaasa arvukalt seonduvaid mõjusid.

41 Muutub sesoonne turismikäitumine: mahedad lumevaesed heitliku ilmaga talved
42 kahandavad talvist turistide voogu, seda eeskätt Lõuna-Eestis ja Aegviidu piirkonnas, kus
43 talisport on olnud traditsiooniliselt oluline osa aastasest turismivoost (Vassiljev *et al.*,
44 2010). Seevastu soodustab pikenev soe periood suvel suurenevat turismivoogu. Seega
45 toimub riigisisese ja lähipiirkonna turismivoo suurem kontsentreerumine suvisele hooajale
46 ja kahaneb koormuse ühtlustamise seisukohast eelistatud talvine puhkajate voog.

47 Turismi kliimaindeksi tõus turismihooaega laiendavatel kuudel võib muuta turismi
48 nõudluse hooajalisust Eestis ja pakub turistidele võimalust puhkuse veetmiseks suuremal

1 osal aastast. Külastajate suurem arv nõuab turismiteenuste ning ka sellega seonduvate
2 teenuste, nagu kauplused, restoranid, toitlustus ja meelelahutus, pakkumise suurenemist.
3 Avarduvad võimalused ettevõtjatele suurema kasumi teenimiseks: turistide
4 vastuvõtukohtades, varasemalt madala külastajate arvuga piirkondades,
5 laienemispotentsiaaliga piirkondades.

6 Kliimamuutused, mis on seotud kasvavalt prognoosimatu/muutliku ilmaga (suurenenud
7 sademete hulk ja sagedasemad sajuhood, mida saadavad tuuled ja tormid) esitavad
8 suurenenud nõudluse turismiehitiste järele. Vajadus suurema pakkumise mahu ja valiku
9 ning kõrgema kvaliteedi osas avalikele teenustele: vesi- ja kanalisatsioon, jäätmemajandus,
10 elekter, teede haldus, viidastamine, parklad, tervishoid ja kiirabi, keskkonnahoid jm.

11 Suure tõenäosusega turismi kliimaindeks suvekuudel Loode-Euroopa osas kasvab ja Lõuna-
12 Euroopa osas väheneb ning mõlemal juhul on peateguriks temperatuuri tõus. Millised
13 kliimamuutusega kaasnevad sotsiaal-majanduslike tingimuste muutused Loode-Euroopas
14 aset leiavad, ei ole veel kuigi selge ning vajab seetõttu täiendavat uurimist.

15

16 **Ilmastikunähtuste mõjude kirjeldus minevikus**

17 Mineviku ilmastikumeetmete mõju Eesti turismi arengus ei ole meile teadaolevalt uuritud
18 ja vastavaid meetmeid ei ole seni rakendatud. Täheledatakse Lõuna-Euroopast pärit turistide
19 arvu kasvu Põhjamaadesse, kuid ei ole selge, kas see on tingitud kliimamuutustest või
20 muudest sotsiaalmajanduslikest teguritest.

21

22 **Ülevaade meetmetest, mis aitavad kohaneda, mida juba rakendatakse**

23 Vastavalt Davosi deklaratsioonile „Kliima muutused ja turism“ peab turismisektor kiirelt
24 reageerima kliimamuutustele ÜRO koostöö raames ja progressiivselt vähendama
25 kasvuhoonegaaside emissiooni (Climate Change and Tourism – Responding to Global
26 Challenges, 2008). Soovitusi kohanemismeetmete rakendamiseks on, lisaks EL
27 raamdokumentidele, koostatud ka Eestis, nt aruanne „Kliimamuutuste mõju Eestis –
28 Teekaart riikliku kliimamuutuste mõjuga kohanemise strateegia koostamiseks 2013“, mida
29 on arvesse võetud ka käesolevas ülevaates. Eesti Riiklikus Turismiarenduskavas 2014–2020
30 ei ole vajalikul määral käsitletud turismi mõju kliimamuutustele ega kliimamuutuste mõju
31 turismile. Aruandes Kliimamuutuste mõju Eestis (2013) loetakse ilmselgeks, et kliima ning
32 looduslikud tingimused mõjutavad oluliselt turismi- ja puhkemajandussektorit. Samuti
33 prognoositakse antud töös, et kliimamuutuste tulemusena võib tulevikus lumehooaeg
34 lüheneda ning suveturismi hooaeg pikeneda ning soovitatakse turismiarenduskavasse
35 kaasata järgmised kliimamuutustega kohanemise meetmed: kliimamuutuste mõjude
36 analüüsimine (sh mõju piirkondade arengule) ning erasektori informeerimine võimalikest
37 mõjudest.

38

39 **10.3.2. Turismitransport**

40 **Probleemid, võimalused ja ohud**

41 Turismisektori kasvuhoonegaaside emissioon kasvab perioodil 2005–2035 prognoositavalt
42 130% (Nicholls 2014) ja seda valdavas osas turismitranspordi arvelt. Probleemidest tuleb
43 esile tõsta järgmisi: suurenenud sõitjateveo mahud ja sellest tulenevalt ka süsinikdioksiidi
44 emission, eriti seoses lennutranspordiga, millest tulenevalt süveneb vajadus lendude arvu

1 limiteerimiseks; suurenenud transporditeenuste nõudlus – lennu-, rongi-, bussi- ja
2 laevaliikluse osas ning sellest tulenev võimalik ülekoormus, eriti klienditeekonna
3 nõrgemates punktides, nt eri transpordiliikidelt ümberistumiskohtades ja kehvama
4 transporditeenuste tasemega piirkondades; suurenenud surve transpordi infrastruktuurile -
5 suurem kulumine eriti asulavälistel teedel; tendents suurema sademete hulga suunas võib
6 negatiivset mõju veelgi suurendada. Suurendama peaks intermodaalseid sõitjateveo viise.
7 Lisaks tuleks kavandada meetmed keskkonnasäästlikumate sõitjateveoteenuste
8 kasutuselevõtmiseks, kohaldada nt efektiivsemalt saastemakse, aga ka teadlikkuse tõstmise
9 programme, nagu vastutustundliku turismi, tiguturismi ja laiemalt ökoturismi põhimõtete
10 juurutamine ja propageerimine.

11 Kliimamuutuste mõju teedevõrgule on märkimisväärne. Suurenev sademete ning vooluvete
12 hulk toob kaasa üleujutused, teede minema uhtumise, sildade kahjustumise ning suurendab
13 maalihete, teepõhja äravajumise ja erosiooni ohtu. Temperatuuri tõusu tõttu ei ole kahju
14 seotud enam niivõrd külmumisega kui kuumuse ja veega. Peamised kliimaga seotud
15 tegurid, mis teedevõrku mõjutavad on kuumus, sademed, vooluvesi, jäätumine,
16 mereveetaseme tõus ja tuul. Võimalikud mõjud: teepõhjade kokkuvajumise oht,
17 kliimamuutuste mõjud võivad mõjutada erinevate transpordiviiside atraktiivsust, jääkatte
18 õhenemine säästab nii navigatsiooni kui ka sadamate hoolduskulusid, suur sademete hulk
19 ja üleujutused kahjustavad teede ja raudteevõrgustike struktuure, hooldusprobleeme võib
20 esineda eelkõige kruusateedel, teede soolamise vajadus võib suurenedagi või väheneda,
21 lumikatte paksuse vähenemine ning lühem lumehooaeg säästab teede hoolduskulusid (sh
22 lennujaam), olemasolevad äravoolusüsteemid ei pruugi katta suurenenud sademetehulgast
23 ning üleujutustest tingitud vajadusi, jää ja lumeolud võivad sõltuvalt aastast oluliselt
24 erineda, rüüsi jää ning paksu mudavöö võimalik sagedasem esinemine võib kahjustada
25 meretransporti; tuul, tormid ja vihm võivad kahjustada nii maapealseid kui ka maa-alused
26 elektri kaableid, sagedasemad äikesetormid võivad mõjutada lennuliiklust (üldjuhul peaks
27 kliimamuutuste mõju lennuliikluse jaoks jääma pigem madalaks). Sarnased meetmed on
28 kavandatud ka Soome kliimamuutustega kohanemise strateegias (Ministry of Agriculture
29 and Forestry of Finland, 2005). Kuna eelpooltoodud teedevõrku puudutavad meetmed
30 kuuluvad Maanteeameti haldusalasse ning on ilmselt käsitletud infrastruktuuri teema all,
31 siis turismitranspordi teema all neile ei keskenduta.

32

33 **Ilmastikunähtuste mõjude kirjeldus minevikus**

34 Mineviku ilmastikumeetmete mõju Eesti turismi arengus ei ole meile teadaolevalt uuritud
35 ja vastavaid meetmeid ei ole seni rakendatud. Samas soovitusi kohanemismeetmete
36 rakendamiseks on, lisaks EL raamdokumentidele, koostatud ka Eestis, nt aruanne
37 „Kliimamuutuste mõju Eestis – Teekaart riikliku kliimamuutuste mõjuga kohanemise
38 strateegia koostamiseks 2013“, mida on arvesse võetud ka käesolevas ülevaates.

39

40 **Ülevaade meetmetest, mis aitavad kohaneda, mida juba rakendatakse**

41 Aruandes Kliimamuutuste mõju Eestis (2013) soovitatakse transpordi arengukavasse
42 kaasata järgnevad kliimamuutustega kohanemise meetmed: transpordivõrgustiku
43 kliimamuutuste mõju analüüs (sh maanteede, raudteetranspordi, mere- ja lennutranspordi
44 haavatavuse hindamine); alternatiivsete juurdepääsuteede olemasolu hindamine (asumitele
45 juurdepääsu tagamiseks ka ekstreemsete ilmastikuolude korral); üleujutuskaardid ning
46 üleujutusrisi analüüside koostamine (Eestis on üleujutusohuga alad riiklikul tasandil juba
47 kaardistatud).

1

2 **10.3.3. Loodusturism**

3 **Probleemid, võimalused ja ohud**

4 Turismikõrghooaeg langeb kokku põllumajanduse kõrghooajaga, mis suurendab koormust
5 nii energia- ja veetarbimisele kui ka loodusele tervikuna.

6 Soome kliimamuutustega kohanemise strateegias (Ministry of Agriculture and Forestry of
7 Finland, 2005) tõdetakse, et kliimamuutusel on oluline mõju vabaõhutamismile, kusjuures
8 suveperioodil on see mõju pigem positiivne kuna veega seotud tegevuste hooaeg pikeneb
9 ning eeldatavasti tugevnevad vihmajärged ei takista neid nautimast; samas talveperioodil on
10 põhiliselt negatiivseks mõjudeks ebakindlus lumekatte olemasolus ja seega suusaturismi ja
11 Jõulumaa küllastajate vähenemine.

12 Õhutemperatuuri tõusuga seonduvalt liiguvad nii taime kui loomariigi esindajad neile
13 paremini sobivatesse elukohtadesse, mis võib mõned geograafiliselt isoleeritud
14 kaitsealad jätta ilma nende jaoks erilise väärtusega liikidest (Nicholls 2014). See omakorda
15 tingib loodusturistide huvi languse. Turistide külästused kevad- ja sügisperioodil võivad
16 suurendada, eriti maapiirkondadesse, millega kaasnevad järgnevad mõjud looduskeskkonnale:
17 loomade pesitsemiskäitumise muutused haavatavatel perioodidel; madala
18 koormustaluvusega kohtade tallamine või kõrgemad halduskulud külästuskohtade
19 infrastruktuuri kaitsmiseks, n. loodusrajad; suurem külästajate arv tundlikes kohtades nagu
20 loomavaatlusplatvormid ja varjed.

21 Soome kliimamuutustega kohanemise strateegias (Ministry of Agriculture and Forestry of
22 Finland, 2005) on probleemidena esile toodud veetemperatuuri tõusust tingitud vetikate
23 vohamist ning suurenevat ebakindlust lumekatte osas eriti Lõuna-Soomes. Samad ohud
24 ootavad ka Eestit. Merevee taseme tõus ja tormid kahjustavad randasid ja rannikualade
25 infrastruktuuri, mida naudivad miljonid turistid igal aastal, sealjuures kohanemise meetmete
26 rakendamine võib kaitsta ohutsoonis olevat infrastruktuuri, kuid samas on randasid raske
27 kaitsta ilma nende atraktiivsust kahandamata. Ebakindlus lumeolude suhtes, soojemad
28 talved ja suusahooaja lühenemine on oluliselt vähendanud külästajate arvu Euroopa ja
29 Põhja-Ameerika suusakuurortides, eriti lauskmadel. (Nicholls 2014).

30 Puhkeesmärkides olulist muutust kliimamuutustega seoses ette näha ei ole, sest heitliku
31 ilmastiku tõttu ei suuda mereäärased kuurordid lõunapoolsemate sihtkohtadega
32 konkureerida. Ka mürgiste sinivetikate ulatuslikum vohamine soojema merevee korral võib
33 osutada rannaturismile tõsiseks probleemiks. (Eesti kuues kliimaaruanne 2013)

34 Suusa- ja lumespordikeskused on pidanud juba viimaste aastakümnete jooksul kohanema
35 pehmemate talvede trendiga. Need piirkonnad peavad laiendama oma fookust järgmistele
36 spordialadele nagu matkamise ja maastikurattasõit. Soojemad ja vihmased talved
37 tugevdavad vajadust uute turismirajatiste järele, mis vähendaks sõltuvust ilmastikust.
38 Eelpooltoodud riske võib maandada soojemate, kuivemate ja pikemate suvede trend, mis
39 hoogustab loodusturismi arengut. Merevee temperatuuri tõus võib hoogustada rannaturismi,
40 millega samas kaasneb ka haiguste leviku oht.

41 Metsade osas ei ole riskid väga suured. Kõige atraktiivsemad loodusturismi objektid
42 lähtudes metsast on männimetsad. Mänd on aga nii suurenevale niiskusele kui ka põudadele
43 tunduvalt tolerantsem võrreldes kuusikutega. Samuti ei tohiks rabad (meie oluline
44 loodusturismi objekt) kliimamuutustest tulenevalt hääbuda. Vajalikuks võivad osutada
45 senisest suuremad kulutused laudteede ehitamiseks ja metsaradade ja platside korrashoiuks.

1

2 Ilmastikunähtuste mõjude kirjeldus minevikus

3 Mineviku ilmastikumeetmete mõju Eesti loodusturismi arengus ei ole meile teadaolevalt
4 uuritud ja vastavaid meetmeid ei ole seni rakendatud.

5

6 Ülevaade meetmetest, mis aitavad kohaneda, mida juba rakendatakse

7 Soovitusi kohanemismeetmete rakendamiseks on, lisaks EL raamdokumentidele, koostatud
8 ka Eestis, nt aruanne „Kliimamuutuste mõju Eestis – Teekaart riikliku kliimamuutuste
9 mõjuga kohanemise strateegia koostamiseks 2013“.

10

11 10.4. Kliimamuutustega seonduvad riskid, haavatavus ja mõjud

12 Turismisektorit mõjutavad põhilised kliimategurid ja -riskid on järgmised:

- 13 • **soojemad ja lühemad talved** (muutus +2,9 °C RCP4.5; +4,9 °C RCP8.5), vähem
14 lund;
- 15 • **soojemad ja pikemad suved** (muutus +2,2 °C RCP4.5; +3,8 °C RCP8.5), rohkem
16 sademeid (muutus +31 mm RCP4.5; +38 mm RCP8.5);
- 17 • **talvehooaja nihkumine kevadesse;**
- 18 • **suurenenud sajupäevade arv;**
- 19 • **ekstreemsed tuuled ja tormid;**
- 20 • **muutlikud ilmaolud;**
- 21 • **soojem merevesi;**
- 22 • **kõrgemad miinimumtemperatuurid;**
- 23 • **kõrgemad maksimumtemperatuurid.**

24

25 10.4.1. Alavaldkond: turismisihtkohad ja sesoonsus

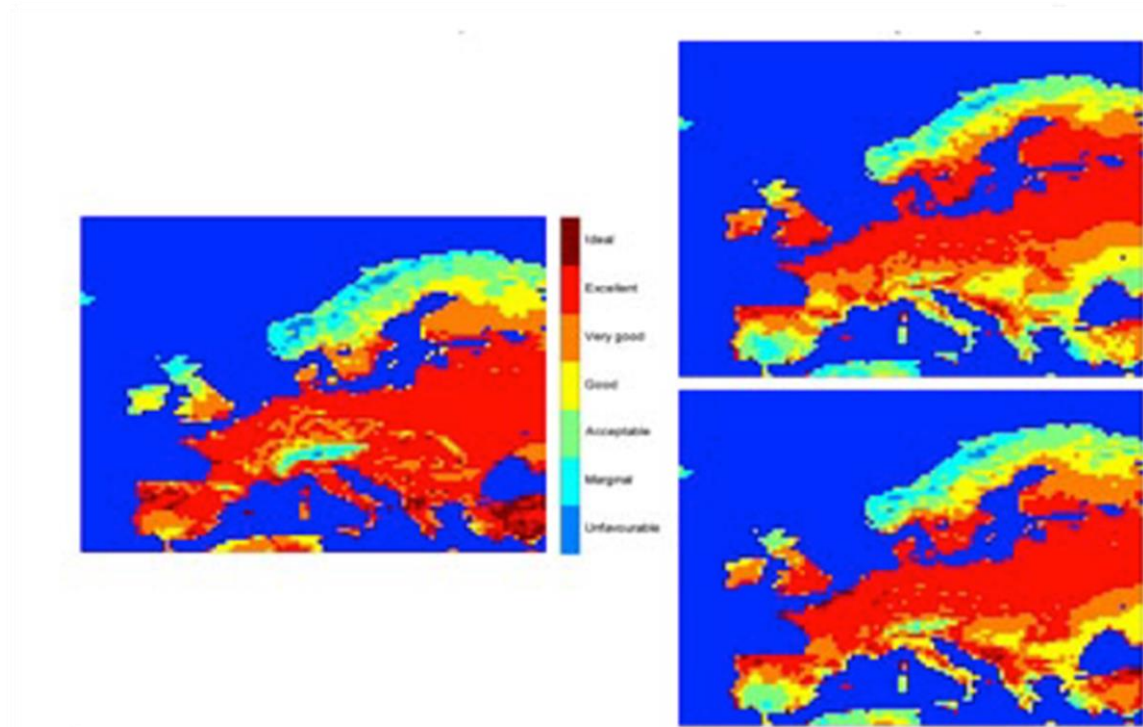
26 10.4.1.1. Riskid ja haavatavus

27 Turismi kontekstis on kliimamuutustel mõju kogu turismisüsteemile: sihtkohad,
28 transiitregioonid, transpordisüsteemid, asukohamaad ja reisijad ise peavad kohanema nende
29 muutustega, kuid turismimajanduse kohanemine on oluliselt vähem uuritud kui teised
30 sektorid (Ford *et al.*, 2011).

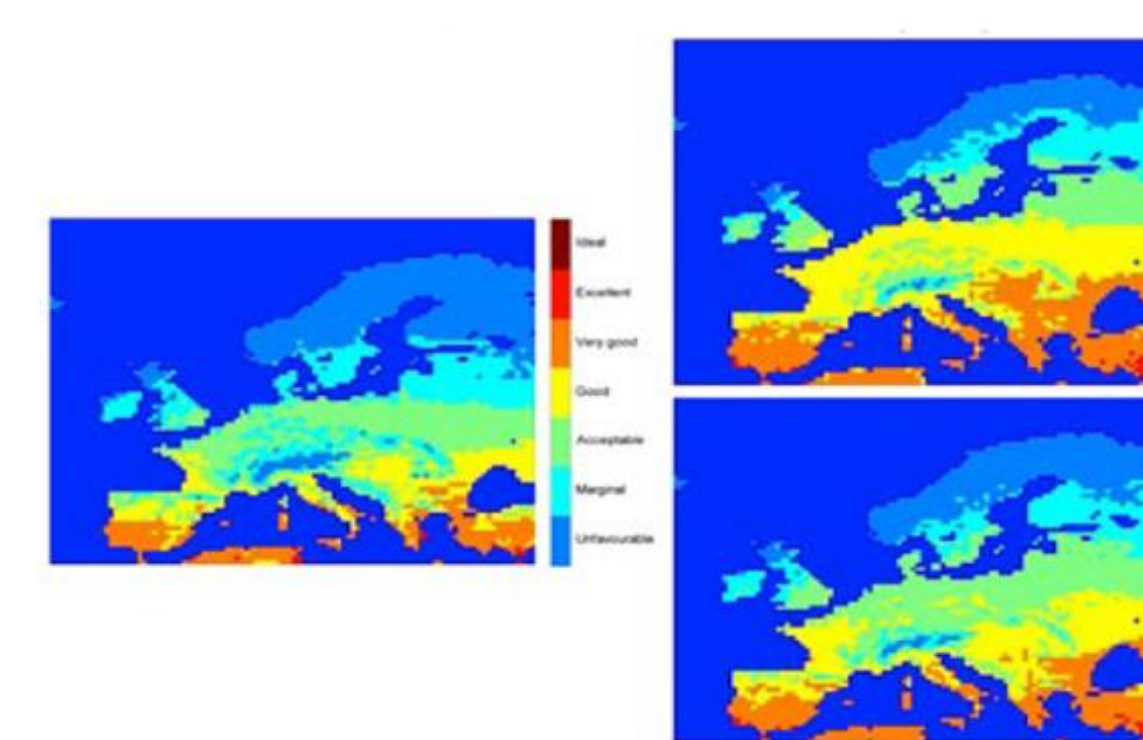
31 Kliima muutub – me võime selles üsna kindlad olla. Kuidas aga kliima muutus mõjutab
32 turismi teatud piirkonnas, selles me ei saa enam nii kindlad olla. Turismi ja kliimamuutuste
33 uuringute alguseks e. formeerumise faasiks võib nimetada (Scott *et al.*, 2005) 1960ndaid,
34 mis jätkus ka 1970. aastatel. Mandauer (Scott *et al.*, 2012, p. 60) märkis 1970. aastal, et
35 kliima mõju turismiregioonidele ja ilmastiku mõju turistidele on siiani laialdasemalt
36 tundmatu. Dekaad hiljem väitis Masterton (Scott *et al.*, 2012, p. 60), et kliima temaatika
37 turismis ei ole mitte ainult komplitseeritud vaid, et andmed ilmastiku ja kliima osas ei ole
38 piisavad detailsete uuringute läbiviimiseks. Need kommentaarid on küllalt sobivad tänaseni.

39 Igal juhul on selge, et kliimamuutused mõjutavad nii turismi lähte- kui sihtkohariike. See,
40 kuidas turist reageerib konkreetse sihtkoha kliimale, sõltub eest, majanduslikust staatusest,

1 kogemusest, ootustest, planeeritud tegevustest jm. Turismivood suunduvad Põhja-poolle:
2 suveperioodi temperatuuri tõus võib muuta Vahemeremaad sobimatuks, samal ajal kui
3 Põhja-poolsete piirkondade sobivus turismiks paraneb (Amelung *et al.*, 2007).
4



5
6 **Joonis 12. Turismi mugavusindeks suveperioodil, 1970. a. vasakul ja 2080. a.; paremal ülal HIRHAM mudeli 3,9 C°**
7 ja all 2,5 C° stsenaariumid.Kliimamuutuste mõju Euroopas. (PESETA uuringu lõpparuanne, 2009).
8



9

1 **Joonis 13. Turismi mugavusindeks sügisperioodil, 1970. a. vasakul ja 2080. a. - paremal ülal HIRHAM mudeli 3,9 C°**
2 ja all 2,5 C° stenaariumid. Kliimamuutuste mõju Euroopas. (PESETA uuringu lõpparuanne, 2009).

3

4 Lume vähenemine ja soojemate perioodide pikenemine võib lühendada taliturismi hooaega
5 ja võib viia talispordi ja talveürituste vähenemisele, mille tõttu vähenevad ka noorte
6 võimalused nende spordialadega tegelemiseks. Lõppeb legendaarne viies hooaeg kuna
7 lumesulamisveed ei täida enam jõgesid. Jääspordi ja -kalapüügi võimalused kahanevad ning
8 jääteed Hiiumaa, Saaremaa, Piirissaare ja teiste väikesaarteni jäävad ajalukku.

9 Lõuna-Euroopa kevad-, sügis- ja talvehooaja soojenemise tõttu valib järjest rohkem
10 siseturiste talvepuhkuse veetmise sihtkohaks just need piirkonnad ning taliturismi nõudlus
11 Eestis väheneb.

12 Talve soojenemine ja lumesaju asendumine vihmaga hävitab suusaturismi infrastruktuuri
13 ning kutsub esile talve ja lumega seotud ürituste kuupäevade muutuse. Kui lume kvaliteet
14 langeb, siis on oodata broneeringute tühistamisi, ja negatiivset majanduslikku mõju.
15 Piiratud suusakeskused võivad muutuda ülerahvastatuks, mis tingib turistide suundumise
16 Soome, Rootsi või teistesse suusakeskustesse. Kehvade lumeolude kompenseerimiseks ja
17 suvise põletava päikese eest varjumiseks on vaja ehitada alternatiivseid võimalusi. Üles jääb
18 küsimus – kas suvehooajale lisandunud päevad kompenseerivad turistidevoo, mis talvel
19 kehvade lumeolude tõttu saabumata jääb?

20 Suurenenud külastajate arv suveperioodil on üks olulisemaid prognoositavaid muutusi,
21 millel on positiivne mõju eelkõige majanduskasvule ja riigi maksebilansi
22 tasakaalustamisele, see annab võimalused uute väikeste ja keskmiste ettevõtete ja enamate
23 täis- ja aastaringsete töökohtade tekkeks. Turistide arvu suurenemisega kaasnevad aga ka
24 negatiivsed keskkonnavalused ja sotsiaalsed mõjud, mida käsitletakse lähemalt järgnevate
25 alateemade all.

26 Kõrge usaldusväärseusega võib tõdeda, et Turismi Mugavusindeks on muutumas, mis loob
27 potentsiaalselt sobivamad tingimused turismiks Loode-Euroopas. Lõuna-Euroopa turismi
28 tingimused suveperioodil on langustrendis. Temperatuuri tõus on peamine Turismi
29 Mugavusindeksit mõjutav tegur mõlemal juhul. Turistide käitumismustreid mõjutavad ka
30 muutused sotsiaal-majanduslikes tingimustes, mis ei ole veel selgelt prognoositavad.

31

32

33 **10.4.1.2. Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud**

34

35 **a) kuni aastani 2020**

36 Nii lühikese perioodi kohta ei saa rääkida kliimamuutuste mõjudest, vaid lihtsalt muutlikust
37 ilmastikust. Samuti ei ole kliimaprognoosid nii täpsed, et selle põhjal võiks teha
38 usaldusväärseid lühiajalisi prognoose.

39

40 **b) kuni aastani 2030**

41 Sotsiaal-majanduslikud ja poliitilised tegurid omavad lähikümnendikel oluliselt suuremat
42 mõju turismi sihtkohtadele ja sesoonsusele (näiteks halvailmaprogrammid turismi
43 tootarenduses) kui kliima.

44

45 **c) 2021–2050**

1 Positiivsed mõjud

- 2 • Suvehooaja pikenemine hoiab siseturistid Eestis ja suvine turistide arv suureneb
3 (**Tabel 40** mõju nr 10.03)
- 4 • Suvehooaja pikenemine suurendab välituristide arvu suveperioodil ning osaliselt
5 hiliskevadel ja varasügisel (mõju 10.04)
- 6 • Lühem madalhooaeg ning sellest tulenevalt turismisektori suurem majanduslik
7 efektiivsus (mõju 10.05)
- 8 • Suureneb vajadus ohutus- ja turvameetmete ning riskijuhtimise plaanide järgi (mõju
9 10.07)
- 10 • Kruiisi ja jahiturismi tulv Tallinna, mis annab võimaluse ka teistele piirkondadele,
11 nagu Saaremaa, Pärnu ja muud, sh väikesaared (mõju 10.10)
- 12 • Suurenev veeturismi maht (mõju 10.17)

13
14 Negatiivsed mõjud

- 15 • Rohkem siseturiste veedavad talvise puhkuse Lõunapoolsetes sihtkohtades ning
16 taliturism Eestis väheneb (**Tabel 40** mõju 10.01)
- 17 • Rohkem turiste valivad taliturismi sihtkohaks Põhjapoolsemad riigid ning taliturism
18 Eestis väheneb (mõju 10.02)
- 19 • Eestit valitakse harvem talvepuhkuse veetmise sihtkohaks (mõju 10.08)
- 20 • Suurenev turistide arv ja turismirajatiste ja investeeringute mittevastavus (mõju
21 10.09)
- 22 • Suurenev turistide arv ja veevarustus ning reovee käitlus surve all, mis võib
23 mõjutada ka äärealasid (mõju 10.11)
- 24 • Võimalikud üleujutused, mis mõjutavad bioloogilisi heitveekäitlus süsteeme (mõju
25 10.12)
- 26 • Rannaturistide arvu kasv ja turismirajatiste ja investeeringute mittevastavus (mõju
27 10.13)
- 28 • Rannaturistide arvu kasv ja surve sotsiaalsele koormustaluvusele (mõju 10.14)
- 29 • Rannaturistide arvu kasv ja surve keskkonnale ja infrastruktuurile, nagu
30 rannaniidud, parklad, matkarajad (mõju 10.15)
- 31 • Suurenev vetikate vohamine ja merevee kvaliteedi langus vähendab
32 ujumisvõimalusi ja seega vähendab rannaturistide arvu ja turistide rahulolu (mõju
33 10.16)
- 34 • Igaüheõigis saab kahjustatud kuna ranniku aladele ehitatakse turismirajatised (mõju
35 10.18)
- 36 • Rannaturistide arvu kasv ja tundlike kaldaalade võimalik erosioon (mõju 10.19)

37
38 Teadmata suunaga mõjud

- 39 • Enamikus turismi sihtkohtades on olukord tormidega veelgi ekstreemsem, mistõttu
40 see ei mõjuta oluliselt turistide arvukust (**Tabel 40** mõju 10.06)

41
42 **d) 2051–2100**

43 Eeldatakse, et mõjud on sarnased eelmise perioodiga kuna vastavalt Luhamaa *et al.*, 2015
44 sarnanevad aastateks 2040...2070 Eestis prognoositavad kliimaatilised tingimused
45 aastatega 2070...2100 ning seega on ette näha ka samasuguseid tendentse turismi
46 mugavusindeksi muutuses. Vt eelmine periood.

47
48

1 **10.4.2. Alavaldkond: turismitransport**

2 **10.4.2.1. Riskid ja haavatavus**

3 Muutused mobiilsuse mustrites muudavad mõned sihtkohad külgetõmbavamaks ja samal
4 ajal mõnede piirkondade elujõulisus kahaneb (Hall ja Higham, 2005). Üheks tõsisemaks
5 probleemiks turismi jaoks on lendude ning laevade väljumiste ebaregulaarsus ning teede
6 lagunemine. Veetaseme tõusust tingituna võivad tekkida probleeme sadamatega, mis on
7 seotud kruisi- ja jahiturismiga.

8 Suurenenud külastajate arv suveperioodil loob eeldused innovatsioonideks
9 transpordisektoris, nt päikeseenergiaal töötavad lennukimootorid ning kriitilise massi
10 kasvaks inimestest, kes soovivad arendada intermodaalseid transpordivõimalusi ja
11 investeerida uutesse tehnoloogiatesse.

12 Negatiivsete mõjudena võib prognoosida järgmist: ebapiisavalt transpordiviise ja -
13 mahtusid, eriti laialdast infrastruktuuri nõudvate transpordiliikide puhul nagu nt raudtee;
14 suurenenud lendude arv tähendab CO2 saaste tõusu, survet keskkonnale ja infrastruktuurile,
15 eriti maapiirkondades (maastikud, parklad, teerajad ja ligipääsud).

16 Üleküllastunud kruisiturism Tallinnas loob võimaluse teistele piirkondadele, nagu
17 Saaremaa, Pärnu, väikesaared. Kliimamuutustele adekvaatne reageerimine võib anda ka
18 teisi võimalusi, nt uued intermodaalsed transpordivõimalused, uued siseturismi
19 transpordiliinid, rohkem kruisi- ja jahituriste väikesaartele, uued sadamad ja
20 transpordirajatsed. Samuti sõltub turismi käekäik turismikorraldusest ja teenuste kvaliteedi
21 parendamisest ning turisti teekonna läbimõeldusest, seda eriti prognoosimatute ja kriitiliste
22 ilmaolude kontekstis.

23

24 **10.4.2.2. Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud**

25 **a) kuni aastani 2020**

26 Nii lühikese perioodi kohta ei saa rääkida kliimamuutuste mõjudest vaid lihtsalt muutlikust
27 ilmastikust. Samuti ei ole kliimaproгноosid nii täpsed, et selle põhjal võiks teha
28 usaldusväärseid lühiajalisi prognoose.

29

30 **b) kuni aastani 2030**

31 Sotsiaal-majanduslikud ja poliitilised tegurid omavad lähikümnendikel oluliselt suuremat
32 mõju turismi sihtkohtadele ja sesoonsusele (näiteks uued tooteideed, mida võiks rakendada
33 ebasobivate ilmastikuolude korral) kui kliima.

34

35 **c) 2021–2050**

36 Positiivsed mõjud

- 37 • Turistide arvu vähenemisest tingitud väiksem vajadus turismitranspordi järele
38 talveperioodil (**Tabel 41** mõju 10.20)
- 39 • Kruisi- ja jahiturismi tulv Tallinna, mis annab võimaluse ka teistele piirkondadele,
40 nagu nt Saaremaa, Pärnu ja muud, sh väikesaared (mõju 10.10)
- 41 • Vajadus innovaatiliste transpordiliikide järgi, näiteks päikeseenergiaal töötavad
42 lennukimootorid (mõju 10.30)
- 43 • Järsu lennuliikluse tõusuga seonduvalt teadlikkuse tõus rohelistest väärtustest (mõju
44 10.31)

- 1 • Madalamad küttekulud ja suurem turismiettevõtjate majanduslik efektiivsus (mõju
2 10.34)

3
4 **Negatiivsed mõjud**

- 5 • Suurenenud turistide arvust tingitud turismtranspordi vajaduse tõus suveperioodil,
6 millega kaasneb negatiivne mõju keskkonnale (**Tabel 41** mõju 10.21)
- 7 • Suurenenud turistide arvust tingitud vajadus uute, intermodaalsete, paindlikumate
8 transporditeenuste järele (mõju 10.22)
- 9 • Lendude, laevaliikluse ja muu ühiskondliku transpordi ebaregulaarsuse tõttu tekib
10 rohkem broneeringute katkestusi (10.23)
- 11 • Teede kahjustamine (10.24)
- 12 • Eestit valitakse harvem talvepuhkuse veetmise sihtkohaks (10.08)
- 13 • Suurenenud turistide arv – suurenev turismitransport ja negatiivne mõju
14 keskkonnale (10.25)
- 15 • Vajadus paremini planeerida turisti teekond reisi vältel, sh vältimaks pikki ooteaegu,
16 kuhjumisi jm (10.26)
- 17 • Suurenenud turistide arv – vajadus paremaks reisikorralduseks, transfeeriks, info,
18 piletimüügi ja broneerimisvõimaluste parandamiseks (10.27)
- 19 • Suurenenud turistide arv – erinevate transpordiliikide sõitjateveomahu
20 suurenemine, eriti oluline suuremahulisi investeeringuid nõudvate transpordiliikide
21 puhul, näiteks raudteed (10.28)
- 22 • Suurenenud turistide arv – vajadus suurendada lennutranspordi
23 mahtusid/võimalusi, eriti regioonides (10.29)
- 24 • Suurenenud turistide arvust tingitud puudus uutest, intermodaalsetest,
25 paindlikumatest transporditeenustest (10.22)
- 26 • Rohkem veetransporti (nt jahid, praamid, väikelaevad) – suurenenud vajadus
27 sadam ate ja sadamarajatiste järgi (10.32)
- 28 • Vajadus efektiivsema õhu konditsioneerimise järele ühiskondlikus transpordis ja
29 transpordirajatistes – suurenev CO₂ saaste(10.33)

30
31 **d) 2051–2100**

32 Eeldatakse, et mõjud on sarnased eelmise perioodiga kuna vastavalt Luhamaa *et al.*, 2015
33 sarnanevad aastateks 2040...2070 Eestis prognoositavad kliimaatilised tingimused
34 aastatega 2070...2100 ning seega on ette näha ka samasuguseid tendentse turismi
35 mugavusindeksi muutuses. Vt eelmine periood.

36
37
38 **10.4.3. Alavaldkond: loodusturism**

39 **10.4.3.1. Riskid ja haavatavus**

40 Turismis võib ohuteguriks olla muutuvad maastikud loodusväärtuslikel aladel, näiteks
41 võivad muutused vähendada atraktiivsust, alandada nõudlust ja põhjustada sissetulekute
42 vähenemist ning mõjuda halvasti kohaliku kogukonna identiteedile. Kui hinnata
43 kohandumist kliimamuutustele, siis turistide otsuste vastuvõtmise protsess jääb
44 hüpoteetiliseks ja baseerub sageli eelneval kogemusel ja olemasolevatel ressursidel
45 (Landauer *et al.*, 2009). Kohalikku kogukonna ja turistide poolt väärtustatud elemendid,

1 nagu maastik, on ohustatud kliimamuutuste poolt; samas tuleb meeles pidada, et
2 kliimamuutused võivad mõjuda ka vastupidiselt (Buzinde *et al.*, 2010).

3 Suvehooaja laienemine madalhooaja arvel võib suurendada siseturismi, mis loob
4 võimalused loodusturismi mitmekesistamiseks, pakkudes rohkem rajatise jalutamiseks,
5 rattasõiduks, loodusõppeks jm., eeldused veeturismi kasvuks. Soojem vesi ja sagenenud
6 vihmavalingutest tingitud rannikualade uhtumine võib suurendada vetikate vohamist meres
7 ja järvedes. Igaüheõigused võivad saada riivatud rannikualade turismi arengu tõttu, kuna
8 ehitatakse rohkem turismi- ja kaldakaitse rajatise. Võib esineda tundlike kaldaalade
9 erosiooni.

10 Muutlike ilmaolude tõttu võib ette näha tormi- ja sajupäevade arvu tõusu. Looduses esineb
11 risk haprate koosluste ja infrastruktuuri hävinemiseks ning sellest tulenevalt suurenev
12 vajadus siseruumides korraldatavaks turismiks. Ülisuurt negatiivset mõju avaldab see
13 rannaturismile, kusjuures tähelepanu tuleb pöörata suurenenud riskile paadi ja kajakiretkede
14 puhul. Perch-Nielsen jt (2010) tõdevad, et lisaks globaalsetele ja pikaajalistele
15 kliimamuutusele mõjutavad turismi siiski ka lokaalsed ja ettearvamatud ilmastikunähtused,
16 nagu näiteks vihmasadu mõjutab rannaturismi (Frejtas 1990, 2003). Samuti peab arvestama
17 muutustega tootearenduses ja välja töötama nn. halva ilma programmid, sest külastajad ei
18 soovi loodusesse minna. Førlund jt (2013) selgitasid välja, et Põhja-Skandinaavia
19 külastajate jaoks olid põhilisteks negatiivseteks faktoriteks pilvine taevast, sagedased
20 vihmasajud ja vähene nähtavus. Enam tähelepanu tuleb pöörata turvalisuse
21 regulatsioonidele ja riskijuhtimisprogrammide väljatöötamisele. Suurenenud veetaseme
22 tõus jõgedes võib luua võimalused raftinguks. Võib prognoosida, et turismi infrastruktuuri
23 pealetung ning suurenenud külastajate arv vastandub kohalike kogukondade ja maaomanike
24 huvidele.

25 Muutuste tõttu ökosüsteemis muutub lindude ränne, karuvaatlusperiood jms.
26 ettearvatuks. Samas uued rändlinnu liigid loovad uusi võimalusi vaatluseks.

27 Suurenenud külastajate arv suveperioodil loob eeldused suurenenud teadlikkuseks
28 rohelistest väärtustest (nt pärast seda, kui taevast on lennukeid täis) ning vabas õhus
29 toimivate tegevuste ja ürituste arvu suurenemiseks. Pikemast hooajast, turistide arvu
30 kasvust ja muutunud kohalikust kultuurist tingitud vabaõhukohvikute ja atraktsioonide
31 efektiivsus suureneb, nagu näiteks Merepäevad, *pop up* kohvikud jm. Vähem jääd ja soojem
32 vesi annab rohkem võimalusi veega seotud tegevusteks.

33 Turistide arvu kasv ja sellega kaasnevalt ka infrastruktuuri kasv viib loodusturismi
34 atraktiivsuse vähenemiseni, survestab maakogukondasid, häirib ja lõhub kohalike
35 kogukondade eluviisi, sunnib konkureerima kohalike nappide varude peale. Suureneb
36 õhusaaste, prügistamine ja negatiivne mõju loomadele ja puutumata loodusele, nt rohkem
37 häiringuid pesitsevatele lindudele, eriti mereäärsetel aladel. Turistide rahulolu vähendab
38 üksi puutumata looduses viibimise võimaluse kahanemine ning suurenenud keelutsoonid ja
39 -ajad looduskaitse- ja rekreatsioonialadel. Kasvab vajadus rekreatsioonialade järele.

40

41 **10.4.3.2. Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud**

42 **a) kuni aastani 2020**

43 Nii lühikese perioodi kohta ei saa rääkida kliimamuutuste mõjudest vaid lihtsalt muutlikust
44 ilmastikust. Samuti ei ole kliimaprognoosid nii täpsed, et selle põhjal võiks teha
45 usaldusväärseid lühiajalisi prognoose.

46

1 **b) kuni aastani 2030**

2 Sotsiaal-majanduslikud ja poliitilised tegurid omavad lähikümnendikel oluliselt suuremat
3 mõju turismi sihtkohtadele ja sesoonsusele (näiteks halvailmaprogrammid turismi
4 tootearenduses) kui kliima.

5
6 **c) 2021–2050**

7 Positiivsed mõjud

- 8 • Liigirohkus ja elurikkus – ettearvamatu mõju turismile (**Tabel 42** mõju 10.39)
- 9 • Võimalik ökosüsteemide piirjoonte muutumine (10.40)
- 10 • Jääkate vähenemine merel ja järvedel pikendab veeturismi hooaega (10.44)
- 11 • Vajadus muutusteks turismi tootearenduses, kus traditsioonilised taliturismi
12 tegevused tuleb asendada muude rekreatsioonitegevustega (10.45)
- 13 • Ökosüsteemi muutused, nagu lindude ränne, karuvaatlusperioodi muutus jm (10.36)
- 14 • Liigirohkus ja elurikkus – ettearvamatu mõju turismile (10.39)
- 15 • Loodusturismi ettevõtjate kõrgem majanduslik efektiivsus (10.41)
- 16 • Muutunud lindude ränne annab uusi võimalusi linnuvaatluseks (10.48)
- 17 • Suurenenud turistide arv võimaldab suvekohvikutel efektiivsemalt tegutseda
18 (10.52)
- 19 • Suurenenud turistide arv ja rohkem täisajaga aastaringseid töökohti (10.57)
- 20 • Suurenev veeturismi maht (10.58)
- 21 • Suurenenud jõevool, võimalused ekstreemseks veesportiks (10.60)

22
23 Negatiivsed mõjud

- 24 • Rekreatsiooni infrastruktuur muutub hapramaks ning võib kiiresti laguneda niiskete
25 ja tuuliste ilmade tõttu (**Tabel 42** 10.35)
- 26 • Ökosüsteemi muutused, nagu lindude ränne, karuvaatlusperioodi muutus jm.
27 (10.36)
- 28 • Lumikatte vähenemine võib viia talispordi ja sellega seotud turismi langusele ning
29 talispordialade ebapopulaarsusele Eestis (10.37)
- 30 • Rohkem kunstlund, veeparke ja suurem negatiivne mõju keskkonnale (10.38)
- 31 • Jääkate vähenemine merel ja järvedel vähendab jääspordi turismi, kalapüügiturismi
32 jm (10.41)
- 33 • Jääkate vähenemine merel ja järvedel kutsub esile nn. viienda aastaaja kui kevadise
34 turismiatraktsiooni lõppemise (10.42)
- 35 • Jääkate vähenemine merel ja järvedel muudab võimatuks taliteede avamise
36 Hiiumaale, Saaremaale, Piirissaarele ja teistele väikesaartele (10.43)
- 37 • Võimalik ökosüsteemide piirjoonte muutumine (10.40)
- 38 • Liigirohkus ja elurikkus – ettearvamatu mõju turismile (10.39)
- 39 • Mõju mereturismile, näiteks hülgevaatlus väikelaevade ja kajakkidega (10.41)
- 40 • Turistid ei soovi osa võtta väljas toimuvatest tegevustest ja üritustest ning rahulolu
41 langeb (10.42)
- 42 • Vajadus ohutus- ja turvameetmete ning riskijuhtimise plaanide järgi (10.43)
- 43 • Kiirelt reisiplane tegevad inimesed (nt siseturistid) võivad muuta oma plaane ning
44 katkestada broneeringud või otsustavad lühiajalisema reisi kasuks (10.44)
- 45 • Ökosüsteemi muutused, nagu lindude ränne, karuvaatlusperioodi muutus jm (10.36)
- 46 • Suurenenud turistide arv kutsub esile surve elusloodusele ja ökoloogilisele
47 koormustaluvusele, nt rohkem karuvaatlus varjeid, linnuvaatlustorne, laudradu,
48 lindude häirimine pesitsemise ajal (10.45)

- 1 • Suurenenud turistide arv kutsub esile uute ja paremini kaitstud loodusalade järgi, et
- 2 kaitsta elusloodust (10.46)
- 3 • Suurenenud turistide arv kutsub esile rohkem kohalike kogukondade häiriguid ja
- 4 nende eluviisi muutuse (10.47)
- 5 • Suurenenud turistide arv kutsub esile vajaduse RMK ja muude avalike
- 6 rekreatsioonialade paremaks reguleerimiseks (10.49)
- 7 • Suurenenud turistide arv loob nõudluse vabaõhu tegevuste ja ürituste järgi (10.50)
- 8 • Suurenenud turistide arv muudab kohalikku kultuuri: Merepäevad, *pop up* kohvikud
- 9 jm (10.51)
- 10 • Suurenenud turistide arv vajadus enamate rekreatsioonialade järgi (10.53)
- 11 • Suurenenud turistide arv – rohkem jäätmeid ja selle utiliseerimisega seotud
- 12 probleeme, sh. loomade ja lindude ohustamine (10.54)
- 13 • Suurenenud turistide arv – rohkem turismirajatise ja väiksem loodusturismi
- 14 atraktiivsus (10.55)
- 15 • Suurenenud turistide arv – vähem võimalusi looduses üksi olemiseks (10.56)
- 16 • Vajadus ohutus- ja turvameetmete ning riskijuhtimise plaanide järgi (10.59)
- 17 • Nõudlus turismirajatisteks siseruumides, et kompenseerida lumevaesust ja vihmast
- 18 suve (10.61)
- 19 • Vihm kahjustab suusaturismi infrastruktuuri, lume kvaliteet langeb – broneeringute
- 20 katkestamine ning negatiivne majanduslik mõju (10.62)
- 21 • Talve ja lumega seotud ürituste ärajäämine ja kuupäevade muutus (10.63)
- 22 • Nõudlus turismirajatisteks siseruumides, et kompenseerida lumevaesust (10.64)
- 23 • Piiratud arv suusakeskusi on ülerahvastatud ning turistid otsivad võimalusi
- 24 väljaspool Eestit, nagu Soome, Rootsi jt (10.65)

25

26 **d) 2051–2100**

27 Eeldatakse, et mõjud on sarnased eelmise perioodiga kuna vastavalt Luhamaa *et al.*, 2015

28 sarnanevad aastateks 2040...2070 Eestis prognoositavad kliimaatilised tingimused

29 aastatega 2070...2100 ning seega on ette näha ka samasuguseid tendentse turismi

30 mugavusindeksi muutuses. Vt eelmine periood.

31

32

Tabel 40. Kliimamuutuste mõju **turismi sihtkohtadele ja sesoonsusele.**

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
Kuni 2020	senine ilmastik	jääb samaks praegusega								
Kuni 2030	senine ilmastik	jääb samaks praegusega								
2021-2050	RCP4.5, RCP8.5	Talv soojem (muutus +2,9°C RCP4.5; +4,9°C RCP8.5) ja lühem, vähem lund	10.01.	Rohkem siseturiste veedavad talvise puhkuse Lõunapoolsetes sihtkohtades ning taliturism Eestis väheneb	-	kõrge	kõrge	kõrge	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Talv soojem (muutus +2,9°C RCP4.5; +4,9°C RCP8.5) ja lühem, vähem lund	10.02.	Rohkem turiste valivad taliturismi sihtkohaks Põhjapoolsemad riigid ning taliturism Eestis väheneb	-	kõrge	kõrge	kõrge	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Suvi soojem (muutus +2,2°C RCP4.5; +3,8°C RCP8.5) ja pikem, rohkem sademeid (muutu +31 mm RCP4.5; +38 mm RCP8.5)	10.03.	Suvehooaja pikenemine hoiab siseturistid Eestis ja suvine turistide arv suureneb	+	kõrge	kõrge	keskmine	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Suvi soojem (muutus +2,2°C RCP4.5; +3,8°C RCP8.5) ja pikem, rohkem sademeid (muutu +31 mm RCP4.5; +38 mm RCP8.5)	10.04.	Suvehooaja pikenemine suurendab välituristide arvu suveperioodil ning osaliselt hiliskevadel ja varasügisel	+	kõrge	kõrge	ettearvamatu	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Suvi soojem (muutus +2,2°C RCP4.5; +3,8°C RCP8.5) ja pikem, rohkem sademeid (muutu +31 mm RCP4.5; +38 mm RCP8.5)	10.05.	Lühem madalhooaeg ning sellest tulenevalt turismisektori suurem majanduslik efektiivsus	+	kõrge	kõrge	kõrge	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Ekstreemsed tuuled ja tormid	10.06.	Enamikus turismi sihtkohtades on olukord tormidega veelgi ekstreemsem, mistõttu see ei mõjuta oluliselt turistide arvukust	0	madal	madal	madal	kaudne	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Ekstreemsed tuuled ja tormid	10.07.	Vajadus ohutus- ja turvameetmete ning riskijuhtimise plaanide järgi	+	keskmine	kõrge	kõrge	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Muutlikud ilmaolud	10.08.	Eestit valitakse harvem talvepuhkuse veetmise sihtkohaks	-	kõrge	kõrge	kõrge	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Turismi Mugavusindeks langeb Lõuna-Euroopas suveperioodil	10.09.	Suurenev turistide arv ja turismirajatiste ja investeeringute mittevastavus	-	kõrge	keskmine	keskmine	otsene	Kogu Eesti

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõeäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP4.5, RCP8.5	Turismi Mugavusindeks langeb Lõuna-Euroopas suveperioodil	10.10.	Kruisi ja jahiturismi tulv Tallinna, mis annab võimaluse ka teistele piirkondadele, nagu Saaremaa, Pärnu ja muud, sh. väikesaared	+	kõrge	kõrge	kõrge	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Turismi Mugavusindeks langeb Lõuna-Euroopas suveperioodil	10.11.	Suurenev turistide arv ja veevarustus ning reovee käitlus surve all, mis võib mõjutada ka äärealasid	-	keskmine	kõrge	kõrge	kaudne	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Turismi Mugavusindeks langeb Lõuna-Euroopas suveperioodil	10.12.	Võimalikud ülejutused, mis mõjutavad bioloogilisi heitveekäitlus süsteeme	-	keskmine	kõrge	kõrge	kaudne	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Merevesi soojeneb	10.13.	Rannaturistide arvu kasv ja turismirajatiste ja investeeringute mittevastavus	-	keskmine	kõrge	kõrge	otsene	Rannikualad
	RCP4.5, RCP8.5	Merevesi soojeneb	10.14.	Rannaturistide arvu kasv ja surve sotsiaalsele koormustaluvusele	-	keskmine	kõrge	kõrge	otsene	Rannikualad
	RCP4.5, RCP8.5	Merevesi soojeneb	10.15.	Rannaturistide arvu kasv ja surve keskkonnale ja infrastruktuurile, nagu rannaniidud, parklad, matkarajad.	-	keskmine	kõrge	kõrge	otsene	Rannikualad
	RCP4.5, RCP8.5	Merevesi soojeneb	10.16.	Suurenev vetikate vohamine ja merevee kvaliteedi langus vähendab ujumisvõimalusi ja seega vähendab rannaturistide arvu ja turistide rahulolu.	-	kõrge	kõrge	kõrge	otsene	Rannikualad
	RCP4.5, RCP8.5	Merevesi soojeneb	10.17.	Suurenev veeturismi maht	+	kõrge	keskmine	kõrge	otsene	Rannikualad
	RCP4.5, RCP8.5	Merevesi soojeneb	10.18.	Igäuheõigus saab kahjustatud kuna ranniku aladele ehitatakse turismirajatised.	-	madal	kõrge	keskmine	kaudne	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Merevesi soojeneb	10.19.	Rannaturistide arvu kasv ja tundlike kaldaalade võimalik erosioon	-	keskmine	kõrge	keskmine	kaudne	Kogu Eesti
2051-2100	perioodil 2021-2050 alanud muutused jätkuvad	riskid on sarnased eelmise perioodi lõpuks prognoositud riskidega								

Tabel 41. Kliimamuutuste mõju turismitranspordile.

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
Kuni 2020	senine ilmastik	jääb samaks praegusega								
Kuni 2030	senine ilmastik	jääb samaks praegusega								
2021-2050	RCP4.5, RCP8.5	Talv soojem (muutus +2,9°C RCP4.5; +4,9°C RCP8.5) ja lühem, vähem lund	10.20.	Turistide arvu vähenemisest tingitud turismitranspordi vajaduse vähenemine talveperioodil	+	kõrge	keskmine	ettearvamatult	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Suvi soojem (muutus +2,2°C RCP4.5; +3,8°C RCP8.5) ja pikem, rohkem sademeid (muutu +31 mm RCP4.5; +38 mm RCP8.5)	10.21.	Suurenenud turistide arvust tingitud turismitranspordi vajaduse tõus suveperioodil ning sellega seoses neg. mõju keskkonnale	-	kõrge	kõrge	kõrge	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Suvi soojem (muutus +2,2°C RCP4.5; +3,8°C RCP8.5) ja pikem, rohkem sademeid (muutu +31 mm RCP4.5; +38 mm RCP8.5)	10.22.	Suurenenud turistide arvust tingitud puudus uutest, intermodaalsetest, paindlikumatest transporditeenustest	-	kõrge	kõrge	kõrge	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Ekstreemsed tuuled ja tormid	10.23.	Lendude, laevaliikluse ja muu ühiskondliku transpordi ebaregulaarsuse tõttu rohkem broneeringute katkestusi	-	kõrge	kõrge	kõrge	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Ekstreemsed tuuled ja tormid	10.24.	Teede kahjustamine	-	kõrge	kõrge	kõrge	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Muutlikud ilmaolud	10.08.	Eestit valitakse harvem talvepuhkuse veetmise sihtkohaks	-	kõrge	kõrge	ettearvamatult	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Turismi Mugavusindeks langeb Lõuna-Euroopas suveperioodil	10.25.	Suurenenud turistide arv - suurenev turismitransport ja neg. mõju keskkonnale	-	keskmine	kõrge	kõrge	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Turismi Mugavusindeks langeb Lõuna-Euroopas suveperioodil	10.22.	Suurenenud turistide arvust tingitud puudus uutest, intermodaalsetest, paindlikumatest transporditeenustest	-	kõrge	kõrge	kõrge	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Turismi Mugavusindeks langeb Lõuna-Euroopas suveperioodil	10.26.	Vajadus paremini planeerida turisti teekond reisi vältel, sh. vältimaks pikki ooteaegu, kuhjumisi jm.	-	kõrge	kõrge	kõrge	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Turismi Mugavusindeks langeb Lõuna-Euroopas suveperioodil	10.27.	Suurenenud turistide arv - vajadus paremaks reisikorralduseks, transfeeriks, info, piletimüügi ja broneerimisvõimaluste parandamiseks	-	kõrge	kõrge	kõrge	otsene	Kogu Eesti

	RCP4.5, RCP8.5	Turismi Mugavusindeks langeb Lõuna-Euroopas suveperioodil	10.28.	Suurenenud turistide arv - erinevate transpordiliikide sõitjateveomahu suurenemine, eriti oluline suuremahulisi investeeringuid nõudvate transpordiliikide puhul, näiteks raudteed.	-	kõrge	kõrge	kõrge	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Turismi Mugavusindeks langeb Lõuna-Euroopas suveperioodil	10.29.	Suurenenud turistide arv - vajadus suurendada lennutranspordi mahtusid/võimalusi, eriti regioonides	-	kõrge	kõrge	kõrge	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Turismi Mugavusindeks langeb Lõuna-Euroopas suveperioodil	10.10.	Kruiisi ja jahiturismi tulv Tallinna, mis annab võimaluse ka teistele piirkondadele, nagu Saaremaa, Pärnu ja muud, sh. väikesaared	+	kõrge	kõrge	kõrge	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Turismi Mugavusindeks langeb Lõuna-Euroopas suveperioodil	10.30.	Vajadus innovaatiliste transpordiliikide järgi, näiteks päikeseenergiaal töötavad lennukimootorid.	+	kõrge	kõrge	ettearvamatu	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Turismi Mugavusindeks langeb Lõuna-Euroopas suveperioodil	10.31.	Järsu lennuliikluse tõusuga seonduvalt teadlikkuse tõus rohelistest väärtustest	+	keskmine	keskmine	ettearvamatu	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Turismi Mugavusindeks langeb Lõuna-Euroopas suveperioodil	10.22.	Suurenenud turistide arvust tingitud puudus uutest, intermodaalsetest, paindlikumatest transporditeenustest	-	kõrge	kõrge	kõrge	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Merevesi soojeneb	10.32.	Rohkem veetransporti - jahid, praamid, väikelaevad - vajadus sadamate ja sadamarajatiste järgi	-	kõrge	kõrge	keskmine	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Kõrgemad maksimumtemperatuurid	10.33.	Vajadus efektiivsema õhu konditsioneerimise järele ühiskondlikus transpordis ja transpordirajatistes - suurenev CO2.	-	kõrge	kõrge	keskmine	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Kõrgemad miinumtemperatuurid	10.34.	Madalamad küttekulud ja suurem turismiettevõtjate majanduslik efektiivsus	+	kõrge	kõrge	ettearvamatu	otsene	Kogu Eesti
2051-2100	perioodil 2021-2050 alanud muutused jätkuvad	riskid on sarnased eelmise perioodi lõpuks prognoositud riskidega								

Tabel 42. Kliimamuutuste mõju loodusturismile.

Periood	Stenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõeäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
Kuni 2020	senine ilmastik	jääb samaks praegusega								
Kuni 2030	senine ilmastik	jääb samaks praegusega								
2021-2050	RCP4.5, RCP8.5	Talv soojem (muutus +2,9°C RCP4.5; +4,9°C RCP8.5) ja lühem, vähem lund	10.35.	Rekreatsiooni infrastruktuur muutub hapramaks ning võib kiiresti laguneda niiskete ja tuuliste ilmade tõttu	-	kõrge	kõrge	kõrge	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Talv soojem (muutus +2,9°C RCP4.5; +4,9°C RCP8.5) ja lühem, vähem lund	10.36.	Ökosüsteemi muutused, nagu lindude ränne, karuvaatlusperioodi muutus jm.	-	keskmine	kõrge	ettearvamat	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Talv soojem (muutus +2,9°C RCP4.5; +4,9°C RCP8.5) ja lühem, vähem lund	10.37.	Lumikatte vähenemine võib viia talispordi ja sellega seotud turismi langusele ning talispordialade ebapopulaarsusele Eestis	-	keskmine	kõrge	kõrge	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Talv soojem (muutus +2,9°C RCP4.5; +4,9°C RCP8.5) ja lühem, vähem lund	10.38.	Rohkem kunstlund, veeparke ja suurem neg. mõju keskkonnale	-	kõrge	kõrge	keskmine	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Talv soojem (muutus +2,9°C RCP4.5; +4,9°C RCP8.5) ja lühem, vähem lund	10.39.	Liigirohkus ja elurikkus - ettearvamat mõju turismile	+	keskmine	kõrge	ettearvamat	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Talv soojem (muutus +2,9°C RCP4.5; +4,9°C RCP8.5) ja lühem, vähem lund	10.40.	Võimalik ökosüsteemide piirjoonte muutumine	+	keskmine	kõrge	ettearvamat	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Talv soojem (muutus +2,9°C RCP4.5; +4,9°C RCP8.5) ja lühem, vähem lund	10.41.	Jääkate vähenemine merel ja järvedel vähendab jääspordi turismi, kalapüügiturismi jm.	-	kõrge	kõrge	kõrge	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Talv soojem (muutus +2,9°C RCP4.5; +4,9°C RCP8.5) ja lühem, vähem lund	10.42.	Jääkate vähenemine merel ja järvedel kutsub esile nn. viienda aastaaja kui kevadise turismiatraktsiooni lõppemise	-	keskmine	keskmine	kõrge	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Talv soojem (muutus +2,9°C RCP4.5; +4,9°C RCP8.5) ja lühem, vähem lund	10.43.	Jääkate vähenemine merel ja järvedel muudab võimatuks taliteede avamise Hiiumaale, Saaremaale, Piirissaarele ja teistele väikesaartele	-	kõrge	kõrge	kõrge	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Talv soojem (muutus +2,9°C RCP4.5; +4,9°C RCP8.5) ja lühem, vähem lund	10.44.	Jääkate vähenemine merel ja järvedel pikendab veeturismi hooaega	+	keskmine	keskmine	ettearvamat	otsene	Kogu Eesti
RCP4.5, RCP8.5	Talv soojem (muutus +2,9°C RCP4.5; +4,9°C RCP8.5) ja lühem, vähem lund	10.45.	Vajadus muutusteks turismi tootearenduses, kus traditsioonilised taliturismi tegevused tuleb asendada muude rekratsioonitegevustega	+	kõrge	kõrge	kõrge	otsene	Kogu Eesti	

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP4.5, RCP8.5	Suvi soojem (muutus +2,2°C RCP4.5; +3,8°C RCP8.5) ja pikem, rohkem sademeid (muutu +31 mm RCP4.5; +38 mm RCP8.5)	10.36.	Ökosüsteemi muutused, nagu lindude ränne, karuvaatlusperioodi muutus jm.	+	keskmine	kõrge	ettearvamatu	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Suvi soojem (muutus +2,2°C RCP4.5; +3,8°C RCP8.5) ja pikem, rohkem sademeid (muutu +31 mm RCP4.5; +38 mm RCP8.5)	10.39.	Liigirohkus ja elurikkus - ettearvamatu mõju turismile	+	keskmine	kõrge	ettearvamatu	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Suvi soojem (muutus +2,2°C RCP4.5; +3,8°C RCP8.5) ja pikem, rohkem sademeid (muutu +31 mm RCP4.5; +38 mm RCP8.5)	10.40.	Võimalik ökosüsteemide piirjoonte muutumine	-	keskmine	kõrge	ettearvamatu	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Lühem madalhooaeg (kevad ja sügis)	10.41.	Loodusturismi ettevõtjate kõrgem majanduslik efektiivsus	+	kõrge	kõrge	keskmine	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Lühem madalhooaeg (kevad ja sügis)	10.39.	Liigirohkus ja elurikkus - ettearvamatu mõju turismile	-	keskmine	kõrge	ettearvamatu	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Lühem madalhooaeg (kevad ja sügis)	10.40.	Võimalik ökosüsteemide piirjoonte muutumine	-	keskmine	kõrge	keskmine	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Ekstreemsed tuuled ja tormid	10.41.	Mõju mereturismile, näiteks hülgevaatlus väikelaevade ja kajakkidega	-	keskmine	kõrge	keskmine	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Ekstreemsed tuuled ja tormid	10.42.	Turistid ei soovi osa võtta väljas toimuvatest tegevustest ja üritustest ning rahulolu langeb	-	keskmine	kõrge	keskmine	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Ekstreemsed tuuled ja tormid	10.43.	Vajadus ohutus- ja turvameetmete ning riskijuhtimise plaanide järgi	-	keskmine	kõrge	keskmine	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Muutlikud ilmaolud	10.44.	Kiirelt reisiplane tegevad inimesed (n. siseturistid) võivad muuta oma plaane ning katkestada broneeringud või otsustavad lühiajalisema reisi kasuks	-	kõrge	kõrge	kõrge	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Muutlikud ilmaolud	10.36.	Ökosüsteemi muutused, nagu lindude ränne, karuvaatlusperioodi muutus jm.	-	keskmine	kõrge	kõrge	otsene	Kogu Eesti

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP4.5, RCP8.5	Turismi Mugavusindeks langeb Lõuna-Euroopas suveperioodil	10.45.	Suurenenud turistide arv kutsub esile surve elusloodusele ja ökoloogilisele koormustaluvusele, n. rohkem karuvaatlus varjeid, linnuvaatlustorne, laudradu, lindude häirimine pesitsemise ajal	-	keskmine	kõrge	kõrge	kaudne	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Turismi Mugavusindeks langeb Lõuna-Euroopas suveperioodil	10.46.	Suurenenud turistide arv kutsub esile uute ja paremini kaitstud loodusala järgi, et kaitsta elusloodust	-	keskmine	kõrge	kõrge	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Turismi Mugavusindeks langeb Lõuna-Euroopas suveperioodil	10.47.	Suurenenud turistide arv kutsub esile rohkem kohalike kogukondade häiriguid ja nende eluviisi muutuse	-	keskmine	kõrge	kõrge	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Turismi Mugavusindeks langeb Lõuna-Euroopas suveperioodil	10.48.	Muutunud lindude ränne annab uusi võimalusi linnuvaatluseks	+	keskmine	kõrge	kõrge	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Turismi Mugavusindeks langeb Lõuna-Euroopas suveperioodil	10.49.	Suurenenud turistide arv kutsub esile vajaduse RMK ja muude avalike rekreatsioonialade paremaks reguleerimiseks	-	keskmine	kõrge	kõrge	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Turismi Mugavusindeks langeb Lõuna-Euroopas suveperioodil	10.50.	Suurenenud turistide arv loob nõudluse väliõhu tegevuste ja ürituste järgi	-	keskmine	kõrge	kõrge	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Turismi Mugavusindeks langeb Lõuna-Euroopas suveperioodil	10.51.	Suurenenud turistide arv muudab kohalikku kultuuri: Merepäevad, pop up kohvikud jm	-	keskmine	kõrge	kõrge	kaudne	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Turismi Mugavusindeks langeb Lõuna-Euroopas suveperioodil	10.52.	Suurenenud turistide arv võimaldab suvekohvikutel efektiivsemalt tegutseda	+	kõrge	kõrge	kõrge	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Turismi Mugavusindeks langeb Lõuna-Euroopas suveperioodil	10.53.	Suurenenud turistide arv vajadus enamate rekreatsioonialade järgi	-	kõrge	kõrge	kõrge	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Turismi Mugavusindeks langeb Lõuna-Euroopas suveperioodil	10.54.	Suurenenud turistide arv - rohkem jäätmeid ja selle utiliseerimisega seotud probleeme, sh. loomade ja lindude ohustamine	-	keskmine	kõrge	kõrge	kaudne	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Turismi Mugavusindeks langeb Lõuna-Euroopas suveperioodil	10.55.	Suurenenud turistide arv - rohkem turismirajatise ja väiksem loodusturismi atraktiivsus	-	kõrge	kõrge	kõrge	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Turismi Mugavusindeks langeb Lõuna-Euroopas suveperioodil	10.56.	Suurenenud turistide arv - vähem võimalusi looduses üksi olemiseks	-	madal	kõrge	kõrge	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Turismi Mugavusindeks langeb Lõuna-Euroopas suveperioodil	10.57.	Suurenenud turistide arv ja rohkem täisajaga aastaringseid töökohti	+	kõrge	kõrge	kõrge	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Merevesi soojeneb	10.58.	Suurenev veeturismi maht	+	kõrge	kõrge	keskmine	otsene	Kogu Eesti

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP4.5, RCP8.5	Kõrgemad maksimumtemperatuurid	10.59.	Vajadus ohutus- ja turvameetmete ning riskijuhtimise plaanide järgi	-	keskmine	kõrge	keskmine	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Suurenenud sajupäevade arv	10.60.	Suurenenud jõevool, võimalused ekstreemseks veespordiks	+	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Suurenenud sajupäevade arv	10.61.	Nõudlus turismirajatisteks siseruumides, et kompenseerida lumevaesust ja vihmast suve	-	kõrge	kõrge	keskmine	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Talvehooaja nihkumine kevadesse	10.62.	Vihm kahjustab suusaturismi infrastruktuuri, lume kvaliteet langeb - broneeringute katkestamine ning negatiivne majanduslik mõju	-	kõrge	kõrge	kõrge	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Talvehooaja nihkumine kevadesse	10.63.	Talve ja lumega seotud ürituste ärajäämine ja kuupäevade muutus	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Talvehooaja nihkumine kevadesse	10.64.	Nõudlus turismirajatisteks siseruumides, et kompenseerida lumevaesust	-	kõrge	kõrge	keskmine	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Talvehooaja nihkumine kevadesse	10.65.	Piiratud arv suusakeskusi on ülerahvastatud ning turistid otsivad võimalusi väljaspool Eestit, nagu Soome, Rootsi jt.	-	kõrge	kõrge	keskmine	otsene	Kogu Eesti
2051-2100	perioodil 2021-2050 alanud muutused jätkuvad	riskid on sarnased eelmise perioodi lõpuks prognoositud riskidega								

1 **10.4.4. Mõjude kokkuvõte**

2 Kliimamuutuste mõju turismile Eestis sõltub paljude füüsiliste, sotsiaalsete, majanduslike
3 ja poliitiliste tegurite koostoimest. See, kuidas turistid reageerivad teatud sihtkoha
4 kliimamuutusele sõltub vanusest, majanduslikust seisust, kogemustest, ootustest,
5 planeeritud tegevustest jne. Kliimamuutusest on mõjutatud nii turismi siht- kui lähteriigid.
6 Suveperiood jätkuvalt soojeneb ja pikeneb ning sellest tulenevalt Loode- ja Põhja-Euroopa
7 turismi mugavusindeks kasvab ning on ette näha turistidevoo suurenemist, vee- ja
8 rannaturismi kasvu ning turismisektori suuremat majanduslikku efektiivsust. Soojemad
9 talved ja talvised vihmasajud kutsuvad esile lumekatte vähenemise või puudumise ning
10 sellest tulenevalt ka taliturismi voogude kahanemise. Jääkatte vähenemise tulemusena ei
11 avata enam jääteid saartega ning väheneb jääspordi ning -kalastamise maht. Merevee
12 taseme tõus võib tekitada probleeme sadama infrastruktuuriga ja mõjutada negatiivselt
13 jahiturismi arengut. Prognooside kohaselt on ilmastikumustrid järjest ettearvamatamad,
14 mille tõttu on vaja rohkem alternatiivseid võimalusi aktiivseteks tegevusteks siseruumides.
15 Oluline negatiivne mõju on transpordi infrastruktuurile ja rannaturismile seoses tormi- ja
16 sajuilmade sagenemisega, lisaks mõjutab rannaturismi vetikate vohamine.

17

18

19 **10.5. Edasised uuringusuunad**

20 Kliimamuutuste mõjude usaldusväärsema prognoosimise huvides oleks vaja uurida ning
21 analüüsida olemasolevaid uuringuid muutustest turistide käitumismustrites, arvestades
22 sotsiaal-majanduslikke tegureid (elatusaseme, haridustaseme, keskkonnateadlikkuse tõus)
23 ning kliimamuutusi.

24 Selleks, et teada kas ja kuidas turismi- ja avalik sektor on valmis reageerima prognoositavalt
25 suurema turistidevoo vastuvõtmiseks suveperioodil ning kuidas taliturismi vähenemine
26 mõjutab turismisektorit ja kogu majandust oleks vaja teostada turismiettevõtjate ja
27 turismiarendusorganisatsioonide uuring.

28 Küllastajatevoogude efektiivseks juhtimiseks ning koormustaluvuse piiride
29 väljaselgitamiseks on vaja järjepidevat küllastajate ja kaitse- ning puhkealade ning
30 massiturismi sihtkohtade monitooringut.

31 Turistide rahulolu suurendamiseks ning ilmastikust tingitud ebamugavuste korvamiseks on
32 vaja analüüsida, kuidas tagada suureneva turistide arvukuse korral mugav ja tõrgeteta
33 kliendi teekond riiki sisenemisest kuni sihtkohta. Samuti tuleks määratleda turismi
34 mitmekesistamise võimalused kompenseerimaks halvenenud talveolusid ning lume- ja
35 jääkatte vähesusest tingitud taliturismi alade kahanemist.

36 Konfliktide ennetamiseks turismipiirkondade elanike hulgas oleks vaja läbi viia sotsiaalse
37 koormustaluvuse uuringuid, mille raames saaks ka määratleda, kuidas kliimamuutused
38 mõjutavad turismiga seonduvalt kohalikke kogukondi ja millises mahus need on haavatavad
39 ning milline on muutustega kohanemise võime.

40

1 11. Turba tootmine

2 **Salm, Jüri-Ott; Sell, Indrek**

3 **Eestimaa Looduse Fond**

4 11.1. Sissejuhatus

5 Aastatel 1992–2013 on turba kaevandamise maht olnud vahemikus 0,3–1,5 miljonit tonni
6 aastas (**Joonis 14**). Suur kõikumine on seotud eelkõige ilmastikuoludega, peamiselt
7 sademete hulga ja tuule kiirusega (Keskkonnaagentuur, 2014). Seost sademetega kinnitab
8 1998. a. erakordselt suure sademete hulga tõttu toimunud kaevandusmahtude drastiline
9 langus, samuti statistiline andmete analüüs. Lisaks on kaevandusmahud seostatavad sajuta
10 päevade, päikesepaiste kestuse ja keskmiste õhutemperatuuridega juunist augustini vältava
11 kaevandamisperioodi jooksul. Tuule kiirusega statistiliselt olulist seost ei täheldatud.
12 Kaevandusalade pindala on suurenenud 15 800 hektarilt 18 000 hektarini. Viimase kümne
13 aasta jooksul on aktiivse kaevandamise järgselt rekultiveeritud 340 ha jääksoid, peamise
14 meetodina on rakendatud taassoostumist ja metsastamist (Aunpuu, 2015). Kliimast ja
15 muudest asjaoludest peetakse olulisimaks kaevandamise mahu mõjutajaks majandust ehk
16 tarbimist ning seadustega loodud raamistikku (Niitlaan, 2015).

17 Turbakasutus jaguneb vähe- ja hästilagunenud turba vahel, viimastel aastatel on mõlema
18 osakaal olnud peaaegu võrdne. Vähelagunenud turvast kasutatakse peamiselt aianduses
19 (kasvuturvas, turbapotid, -pätsid ja -plokid), hästilagunenud turvas leiab kasutust
20 energeetikas (Keskkonnaagentuur, 2014).

21 Turbatööstuse aastaseks käibeks on hinnatud 80–100 miljonit eurot, millest ekspordi käive
22 moodustab enam kui 2/3. Turbatööstusega seotud valdkondades on hõivatud ligikaudu 1500
23 inimest, peamiselt maapiirkondades. Turbatööstuse tegelik tööhõive on Eesti Turbaliidu
24 hinnangul läbi sidusettevõtete (transport, pakendamine jms) oluliselt suurem. (Espenberg *et*
25 *al.*, 2013)

26 Turba tootmise teemat käsitletakse allpool järgnevate alavaldkondade kaupa:

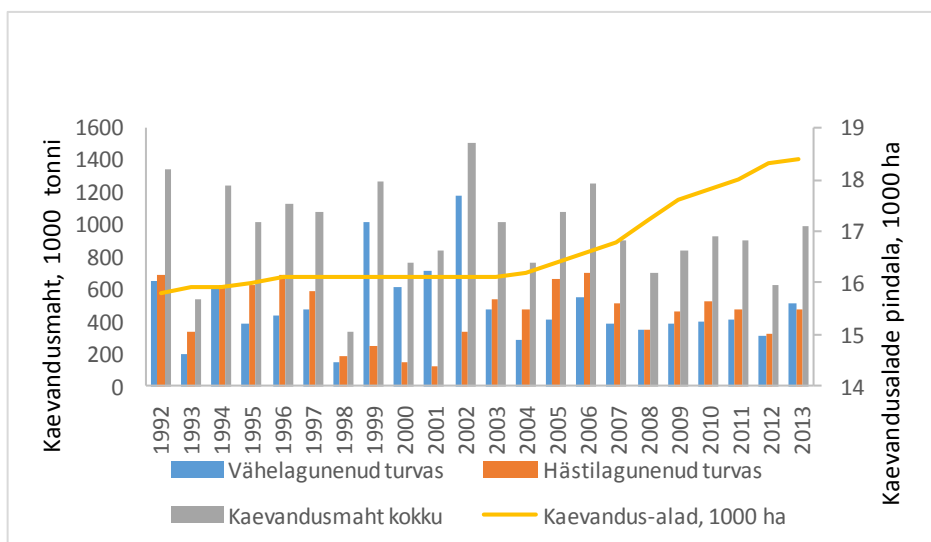
- 27 • valdkonda mõjutavad **poliitikadokumendid**;
- 28 • **kasvuhoonegaaside emissioon** kaevandusaladelt;
- 29 • **mõju turba kaevandamise mahtudele**;
- 30 • **kaevandamise tehnoloogiad**;
- 31 • **kaevandusjärgne turbaalade kasutus**.

32

33

34

35



1

2 **Joonis 14. Turba kaevandusmaht perioodil 1992–2013** (Maa-amet, 2012, 2013, 2014; Statistikaamet, 2011).

3 **11.2. Metoodika**

4 **Hetkeolukorra ja mõjude analüüs**

5 Hetkeolukorra analüüs, sh kliimamuutuste mõju turba kaevandamisele põhineb Eesti ja
 6 lähiriikide valdkondliku teabe analüüsil, mille tarbeks koostati ülevaade Eesti
 7 kaevandusmahtudest, kaevandusaladelt lähtuvatest kasvuhoonegaasidest ja nende seostest
 8 ilmastikunähtustega. Senise kaevandamismahtude ja -lubade ning poliitikadokumentide
 9 põhjal anti hinnang edasistele kaevandusmahtudele ning vajadusele uute
 10 turbakaevandusalade järele. Käesoleva töö oluliseks osaks osaks siinjuures on
 11 turbakaevandamisalade järelkasutuse kavandamine. Hindamaks võimalikke trende ja
 12 kliimamuutuste mõju turba kaevandamisele ning kasutusele, tutvuti lähiriikide (Leedu, Läti,
 13 Soome ja Rootsi) arengudokumentide ja sektori ülevaadetega. Täiendavalt käsitleti
 14 tehnoloogilisi lahendusi, mis võivad olla ilmastikukindlamad, samuti ka turbaressursi osas
 15 säästlikumad. Koostatud analüüsi põhjal jaotati teema viieks alavaldkonnaks: (1) valdkonda
 16 mõjutavad poliitikadokumendid; (2) kasvuhoonegaaside emissioon kaevandusaladelt; (3)
 17 mõju turba kaevandamise mahtudele; (4) kaevandamise tehnoloogiad; ja (5)
 18 kaevandusjärgne turbaalade kasutus.

19 Edasises töös, st kliimamuutustega seonduvate mõjude hindamisel ja meetmete
 20 väljatöötamisel võetakse aluseks Luhamaa jt (2015) koostatud kliimastenaariumid,
 21 lähtudes alljärgnevast:

- 22 1) Kliimamuutuste mõju kaevandusaladelt lähtuvale kasvuhoonegaaside emissioonile.
 23 CO₂ emissioonid seostuvad tugevalt pinnasetemperatuuridega, seda kinnitavad nii
 24 Eestis kui ka mitmetes teistes riikides läbi viidud mõõtmisandmed (Salm, 2012, lk. 39).
 25 Tuginedes teaduskirjanduses avaldatud mõõtmisandmetele prognoositakse CO₂
 26 emissioonide muutusi vastavalt temperatuuri muutustele. Kuna kolmest peamisest
 27 kasvuhoonegaasist (CO₂, CH₄ ja N₂O) moodustab CO₂ emissioon ligikaudu 99% (Salm,
 28 2012), keskendutakse käesolevas töös edaspidi CO₂ emissioonile. Lisaks analüüsitakse
 29 sademete võimalikku mõju.
- 30 2) Mõju turba kaevandamismahule. Kaevandamine sõltub ilmastikutingimustest, eelkõige
 31 sademetest ja õhuniiskusest, samuti tuulest (Keskkonnaagentuur, 2014; Peat production

1 decreasing in Finland, 2014; Rozental, 2012) ja temperatuurist (Torv, 2013). Enim
2 rakendatud freesmeetodil põhineva kaevandamise puhul on sademete (äärmuslikul)
3 suurenemisel otsene mõju turba kaevandamismahule. Lähtuvalt prognoositavatest
4 kliimamuutustest koostatakse ühtlasi hinnang kaevandamise aastase perioodi muutuste
5 kohta.

6 3) Kaevandamise tehnoloogiad ja sõltuvus ilmastikutingimustest. Hinnatakse turba
7 kaevandusmahu potentsiaali lähtuvalt erinevatest tehnoloogiatest (märg- vs
8 kuivkaevandamine).

9 Ühtlasi käsitletakse võimalikke kaevandusalade pindala ja kaevandamismahtude muutusi
10 ning sellega kaasnevat sotsiaalmajanduslikku mõju, samuti koostatakse hinnang jääksoode
11 optimaalsele kasutusele. Analüüsi käigus tuginetakse ootustele ja hinnangutele, mis on
12 esitatud valdkondlikes poliitikadokumentides Eestis ja lähiriikides, arengukavades või
13 uuringutes (nt Energiamaajanduse arengukava 2030 eelnõu). Vastavatel teemadel
14 konsulteeritakse ka erialaliitudega.

15 Mõjude analüüsi tekstis (ptk 11.4) on viidatud mõjude ülevaattetabelites (**Tabel 48, Tabel**
16 **49, Tabel 50, Tabel 51 ja Tabel 52**) esitatud konkreetsetele mõjudele (mõju 11.XX).

17

18 **11.3. Alavaldkondlik hetkeolukorra analüüs**

19 **11.3.1. Valdconda mõjutavad poliitikadokumendid**

20 **Probleemid, võimalused ja ohud**

21 Turba kaevandamine on Eestis reguleeritud nii maapõueseaduse (2004) kui säästva arengu
22 seadusega (1995). Kehtestatud on kriitiline varu, kasutatav varu ja aastased kasutusmäärad,
23 nii maakondade lõikes kui ka tervikuna Eesti kohta (Keskkonnaagentuur, 2014). Eesti
24 üldise kasutatava varu ja aastase kasutusmäära suurus on vastavalt Vabariigi Valitsuse
25 määrusele nr 293 (vastu võetud 12.12.2005) 573,1 mln t ja 2,653 mln t.

26 Looduskaitse arengukavas aastani 2020 käsitletakse turvast taastumatu loodusvarana,
27 millest lähtuvalt plaanitakse 2015. aastaks täpsustada edaspidiseid iga-aastaseid
28 kaevandamismahtusid. Maapõueseaduse muutmisega seoses kutsuti 2014. a sügisel
29 keskkonnaministeeriumi poolt kokku töögrupp, eesmärgiks täpsustada turba kaevandamise
30 potentsiaali Eestis. 2015. a jaanuaris oli töögrupis analüüsimisel potentsiaalsete
31 kaevandusalade nimekiri, esialgseks valikukriteeriumiks looduskaitsele väärtuslike
32 alade välistamine ja turba kaevandajatele tehniliste tingimuste poolest sobivate (sh >50 ha)
33 alade valik. Esialgsetel andmetel on kaevandamise potentsiaal ligikaudu 100 000 ha.
34 Eelnevalt on SA Eestimaa Looduse Fondi poolt läbi viidud uuringus “Melioreeritud
35 turbamaardlate kasutusvõimaluste hindamine” (Aljaste, 2012) leitud, et turbamaardlatena
36 arvele võetud 299 alast on kaevandamiseks perspektiivseid 126, mille kogupindala on
37 ligikaudu 200 000 ha. Siinkohal polnud pindalast maha arvatud maardlatel asuvaid
38 looduskaitsele olulisi alasid, seda juhul, kui need ei katnud kogu ala.

39 Eesti Energiamaajanduse Arengukava aastani 2030 (ENMAK 2030+, 2014) eelnõu näeb
40 võimalusi turba kasutuse oluliseks suurendamiseks energeetikas: „turba keskmine
41 kasutamine energeetikas viimasel kümnel aastal on olnud veidi üle 300 000 tonni aastas
42 moodustades kogu kaevandatud turba kogusest (ligikaudu 1 000 000 t) 30%. Kui turvast
43 kasutatakse vastavalt maksimaalsele aastasele kasutusmäärale ja energeetikas kasutatava

1 turba osakaal jääb samaks, võiks energeetikas kasutada 800 000 tonni turvast summaarse
2 energiasisaldusega ligikaudu 11 PJ. Arvestades turba märkimisväärset energeetilist
3 potentsiaali, tema kohalikku päritolu, head kättesaadavust ning teiste energiakandjatega
4 võrreldes soodsat hinda, tuleb parandada võimalusi turvast kasutavate seadmete
5 kasutuselevõtmise soodustamiseks sarnaselt teiste kohalike kütustega.“ Võttes eelduseks, et
6 kütteturba kaevandamismahuks on $500 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ (keskmine niiskussisaldus 25–40%;
7 kaalumass freesturba puhul 161 t (ülemineku koefitsent 3,1), tükkturba korral 192 t
8 (ülemineku koefitsent 2,6) (Small Giant of Bioenergy, 2015)), vajataks täiendava 11 PJ
9 energia saamiseks uusi turbakaevandusalasid 4200 kuni 5000 ha.

10 Kuivendatud turbaalad on suured kasvuhuonegaaside, eelkõige CO_2 lähteallikad (vt ptk
11 Põllumajandus). Emissiooniks põllumajanduslikus kasutuses olevatelt aladelt on Kasimir-
12 Klemedtsson jt (1997) hinnanud vahemikku 14 660–20 166 $\text{kg CO}_2 \text{ ha}^{-1}$ aastas. Ka Eestis
13 on registreeritud äärmiselt kõrgeid CO_2 emissioone soomuldadel paiknevatelt rohumaadelt
14 – koguni 41 627 $\text{kg CO}_2 \text{ ha}^{-1}$ aastas (Mander *et al.*, 2011). Enamusel kuivendatud
15 turbaaladel ei pruugi soo-koosluste taastamine ja süsiniku emissioonide vähendamine olla
16 saavutatav. Samuti võivad kliimapoliitika arengutega seonduvalt muutuda kriitiliseks Eesti
17 võimalused saavutada Euroopa Liidus seatud eesmärgid CO_2 emissioonide vähendamisel,
18 kuna tegelikud emissioonid võivad olla hetkel Eesti kliimaaruandes raporteeritust suuremad
19 ja minna ümbervaatomisele. Seeläbi võib otstarbekaks osutuda kaevandamise suunamine
20 rikutud aladele eesmärgiga likvideerida emissiooniallikad ja sealse turba kasutamise kaudu
21 vähendada koguemissioone. See omakorda võimaldab katta energeetikas vajamineva
22 koguse kui ka kompenseerida seniste kaevanduste sulgemisest tingitud vajakajäämise.

23 Kõigist nimetatud asjaoludest lähtuvalt võivad tekkida eeldused turba oluliselt suuremaks
24 kasutuseks või kuivendatud aladel märgalakoosluste taastamiseks.

25 Ülevaade Soomes toimuvast. Lisaks turba kaevandamist mõjutavatele
26 ilmastikutingimustele kujundab kaevandamise mahtu oluliselt ka riiklik
27 keskkonnapoliitika. Kui Soomes suurenes turba kaevandamise maht 1980. ja 1990. aastatel
28 kodumaiste kütuste tarbimise toetamise tõttu, siis eelmise kümnendi lõpp tõi kaasa
29 langustrendi seoses keskkonnakaitsealaste kaalutlustega, eelkõige kliimamuutuste (turvast
30 kasutatakse peamiselt energeetikas) ja veekaitse problemaatikaga. Seejuures näeb 2013. a
31 Soome Vabariigi Valitsuse kinnitatud riiklik energia- ja kliimastrateegia ette turba kasutuse
32 vähendamist energeetikas kolmandiku võrra aastaks 2025 ja aseainena puitkütuste kasutust.
33 (Peat production decreasing in Finland, 2014) Antud ülevaade näitab, kuivõrd turba
34 tootmise käekäik sõltub poliitilisest olukorrast ja otsustest. Eesti Turbaliidu hinnangul
35 (Niitlaan, 2015) oli üheks tagasilöögiks turba kasutusele Soome Roheliste Partei tegevus
36 valitsuses, mis väidetavalt tõi kaasa vajaduse importida kivisütt selmet kasutada kohalikku
37 turvast.

38 Seevastu varasema prognoosi kohaselt oli ette nähtud turba kasutamise mahu väiksemat
39 alanemist võrreldes 2000. aastate algusega ja seda vaatamata puitkütuste kasutuse
40 suurenemisele, põhjuseks uute energiajaamade rajamine ja biodiisli tootmine turbast
41 (Flyktman, 2009). Samas on Soome turbatööstusliidu hinnang turba kaevandamismahtude
42 senisel tasemel hoidmise suhtes kriitiline – uued väljastatud kaevandusload ei võimalda
43 katta vanade kaevandusväljade sulgemisega seotud toodangumahtude langemist
44 (Turveteollisuusliitto, 2012).

45 Ka Soome kliimamuutustega kohanemise strateegias (Ministry of Agriculture and Forestry
46 of Finland, 2005) prognoositakse turba kasutuse vähenemist, sh energeetikas selle
47 asendumist puitkütustega. Samas prognoositakse kliimamuutusega soojemaid
48 ilmastikutingimusi, mis võivad pikendada kaevandamisperioodi ja luua seeläbi soodsamad

1 tingimused kaevandamiseks. Kuna kahe olulisema ilmastikunäitaja – sademete hulga ja
2 kuiva perioodi kestvuse – prognoosi hinnatakse väga ebakindlaks, siis ei ole antud
3 hinnangut võimalikele muutustele kaevandamise mahtudes. Kliimamuutustega kaasnevate
4 ebasoodsate tingimustena on nimetatud vihmaseid suveperioode ja teedevõrgu halvenemist.
5 Samuti nenditakse lõppjärgelduses, et turba kasutamisel tuleb arvestada suurte
6 aastatevaheliste kõikumistega kaevandamismahtudes, mis omakorda sõltuvad eelkõige
7 aktiivsete kaevandusalade suurusest ja kaevandusvalmidusest, samuti tehnoloogiatega
8 arengust. (Ministry of Agriculture and Forestry of Finland, 2005)

9 Sarnaselt Soomele on ka Rootsis prognoositud turbakasutuse vähenemine eesmärgiga
10 edendada süsinikuneutraalset majandust, taastuvkütuste kasutust ja vähendada
11 kasvuhoonegaaside heitmeid (The Development of the Swedish Climate Strategy, 2008).
12 Viimastel aastatel on kütteturba kaevandamine langustrendis (Torv, 2013).

13 Lätis prognoositakse turba kasutuse suurenemist energeetikas, eelkõige soojusenergia
14 tootmisel (Sustainable Development Strategy of Latvia until 2030, 2010).

15

16 **11.3.2. Kasvuhoonegaaside emissioon kaevandusaladelt**

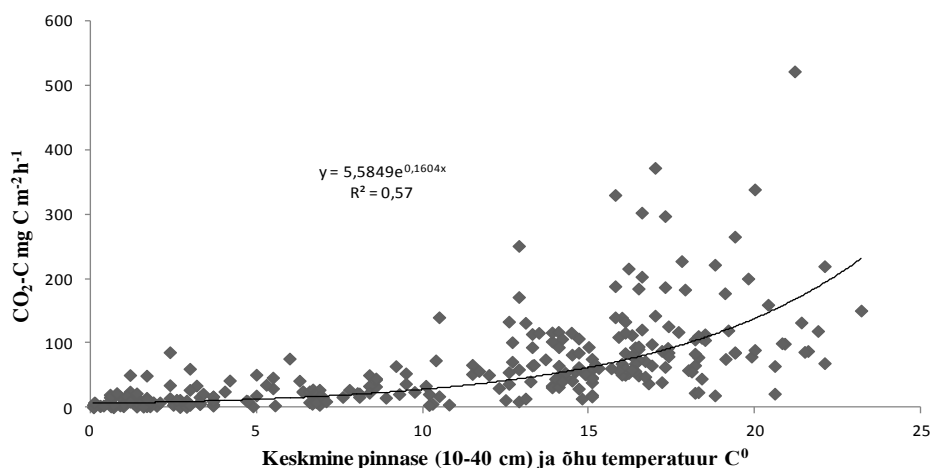
17 **Probleemid, võimalused ja ohud**

18 Turba kaevandamisega kaasnevaid kasvuhoonegaaside emissioone on hinnatud aktiivsetelt
19 kaevandamisaladelt ja kaevandamisjärgselt vastavalt erinevatele kasutusviisidele. Siinkohal
20 mõjutab emissiooni suurust veetase ja taimestik, eelkõige seonduvalt värske varise
21 lisandumisega pinnasesse (Salm, 2012, lk 39). Antud asjaolu on oluline alade kasutusele
22 võtmisel kaevandamisjärgselt ja vastavate meetmete väljatöötamisel, nt energiakultuuride
23 kasvatamiseks ja marjaistanduste rajamiseks, metsastamiseks või põllumajanduslikuks
24 kasutamiseks.

25 Eestis tehtud mõõtmiste andmeil on emissioon aktiivses kasutuses oleval turba
26 kaevandusalal kaevandamisjärgselt $6\,383\text{ kg CO}_{2\text{ekv}}\text{ ha}^{-1}\text{ a}^{-1}$; enne ala taastamist võib
27 emissioon ulatuda $10\,431\text{ kg CO}_{2\text{ekv}}\text{ ha}^{-1}\text{ a}^{-1}$; CO_2 emissioon moodustab sellest $\text{CO}_{2\text{ekv}}$
28 ümberarvutatuna 99%, CH_4 ja N_2O vastavalt 1% (Salm *et al.*, 2012). Soome KHG aruandes
29 on Lõuna-Soome kohta kasutatav emissioonifaktor $9\,860\text{ kg CO}_2\text{ ha}^{-1}\text{ a}^{-1}$, lisaks on hinnatud,
30 et kaevandusaladest 2% katavad turba ladustamise ja 7% kraavide all olevad alad, millelt
31 emissioonifaktorid on vastavalt 293 955 (turba lagunemine hoiustamisel) ja $90\text{ kg CO}_2\text{ ha}^{-1}\text{ a}^{-1}$
32 (FI_NIR_UN , 2013).

33 Eestis tehtud mõõtmistele tuginevalt saab väita, et emissioon on õhu- ja
34 pinnasetemperatuuridega keskmise tugevusega seoses (**Joonis 15**; Salm 2012). Samuti
35 sõltub emissioon alusturba omadustest (Salm *et al.*, 2012; Waddington *et al.*, 2001),
36 veetasemest, alusturba niiskusest ja ilmastikutingimustest (Alm *et al.*, 2007). Viimast
37 kinnitavad Alm'i jt. (2007) poolt läbi viidud mõõtmise tulemused, kus erakordselt niiskel
38 (ilma põuaperioodideta) ja soojal aastal saadi keskmiseks emissiooniks $41\,101\text{ kg CO}_2\text{ ha}^{-1}\text{ a}^{-1}$,
39 siinjuures ei täheldatud seost temperatuuridega. Seeläbi võib sademete suurenemise ja
40 kuivaperioodide vähenemisega kaasneda oluliselt suurem emissioon. Kuigi pinnase niiskust
41 peetakse oluliseks emissioonifaktorite määratlemisel, pole vastavaid näitajaid seiratud,
42 mistõttu lähtutakse kliimamuutustega seonduvas eelkõige temperatuurinäitajatest.

43



1

2 **Joonis 15.** Eestis teostatud mõõtmistel saadud CO₂-C voogude ja keskmiste pinnasetemperatuuride (10, 20, 30 ja 40
3 cm) ning õhutemperatuuride suhe (Salm, 2012).

4

5 Täiendavaks teguriks kasvuhoonegaaside lendumisel on põlengud turbakaevandusaladel.
6 IPCC (2014) on kuivendatud orgaaniliste muldade osas andnud emissioonifaktorid, kuid
7 puudub andmestik konkreetselt turba kaevandamisaladel toimuvatelt põlengutelt lähtuva
8 emissiooni kohta.

9

10 Mineviku ilmastikunähtuste mõju

11 Eestis puuduvad pikaajalised mõõtmised ja andmerekad, mis annaksid võimaluse hinnata
12 ekstreemsete ilmastikutingimuste mõju kasvuhoonegaaside emissioonile. Soomes saadud
13 mõõtmistulemused on näidanud, et CO₂ heitkogus võib erakordselt niisketel aastatel olla
14 kordades suurem võrreldes Eestis saadud andmetega.

15

16 Olemasolevad meetmed

17 Teadaolevalt puuduvad konkreetsed meetmed aktiivsetelt turbakaevandusaladelt
18 emissioonide vähendamiseks, võimaluse annaks kaevandustehnoloogiate muutmine ja
19 kaevandusalade kogupindala vähenemine. Viimane võib tuleneda ka kaevandamiseks
20 soodsamatest ilmastikutingimustest, mis muudavad kaevandusala kasutuse efektiivsemaks
21 ja seeläbi võib vajadus kaevandusalade järele võrreldes praegusega väheneda.

22 2011. a jõustus kaevandamise ja kaeveõhne teisese kasutamise ohutusnõuete määruse uus
23 redaktsioon. Kuna suurimaks riskifaktoriks turba kaevandamisel on tuleoht, käsitlevad
24 sätestatud ohutusnõuded peamiselt tuleohtu ennetamist ja vähendamist. (Tehnilise
25 Järeelvalve Amet, 2015)

26 Eestis on mitmed teadusasutused läbi viimas uuringuid aktiivsetelt kaevandusaladelt ja
27 jääksoodelt lähtuvate emissioonide täpsustamiseks (nt Tartu Ülikooli poolt läbi viidav
28 projekt „Gloaalne soojenemine ja maastike aineringe. Maastike struktuuri ja funktsioonide
29 muutused seoses globaalse kliima soojenemise ja inimtegevusega ning aineringe
30 modelleerimine ja ökotehnoloogiline reguleerimine”).

31

1 11.3.3. Mõju turba kaevandamise mahtudele

2 Probleemid, võimalused ja ohud

3 Kehtivate kaevandamislubade alusel on võimalik kaevandada ligikaudu 65 mln t turvast,
4 sellest hästilagunenud turvast 48 mln t ja vähelagunenud turvast 17 mln t (Maa-amet, 2015).
5 Kaevandamisload antakse välja kuni 30 aastaks, seejärel on ammendamata turba korral
6 võimalik taotleda loale pikendust. Reaalne kaevandusmaht on siiski väiksem – arvestada
7 tuleb ligikaudu 20% suuruse maavara kaoga, mille moodustavad teede ja kraavide
8 hoidetervikud, samuti turba mineraliseerumise ja erosiooniga seonduvad kaod. Üldistatult
9 riiklikule tasemele oleks viimase viie aasta kaevandusmahtude põhjal aastaseks mahuks
10 keskmiselt 0,45 mln t hästilagunenud turvast ja 0,41 mln t vähelagunenud turvast (**Tabel**
11 **43**). Kadusid arvesse võtmata oleks Maa-ameti andmetel (2015) olemasolevate
12 kaevanduslubade põhised võimalik turvast kaevandada lähtuvalt turba kategooriast
13 vastavalt 109 või 42 aastat (**Tabel 44**). Hinnates aga kaevanduslubade mahtu maakondade
14 või ettevõtete lõikes, võib mõnedes maakondades (nt Hiiumaa) kaevandamise potentsiaal
15 ja turba kaevandamise jätkumine (arvestades seejuures asjaolu, et juhul kui uusi
16 kaevandamisluube täiendavalt ei väljastata) olla oluliselt lühem. Samuti tuleb arvestada, et
17 mõnedel kaevandusaladel jätkuks olemasolevast varust senise 5-aastase kaevandusmahu
18 korral enam kui sajaks aastaks. See aga ei tagaks praeguste kaevandustehnoloogiatetga üle-
19 eestiliselt praegusega võrreldava kaevandusmahu säilimist, kuna nendelt kaevandusaladelt
20 pole võimalik turvast korraga piisavalt suures mahus väljastada. Hetkel loastatud
21 kaevandusaladest (21 077 ha) ammendub 5 aasta keskmise toodangumahu säilimisel 2050.
22 aastaks ligikaudu 11 000 ha ja 2100. aastaks täiendavalt 5000 ha (hinnang põhineb Maa-
23 ameti (2015) väljastatud andmete analüüsil) Eesti Turbaliidu hinnangul on ammendumine
24 kiirem – 2050. aastaks ligikaudu 16 900 ha, 2100. aastaks prognoositakse varu täielikku
25 ammendumist. Seega, kaevandusmahtude säilimisel praegusel tasemel ja praeguse
26 tehnoloogiaga, kus kaevandamine toimub 18 400 ha-l, võib eeldada uute kaevandusalade
27 vajadust 11 000 kuni 17 000 ha 2050. aastaks ja 5000 ha 2100. aastaks. Uute
28 kaevandamisalade vajadus on suurem, kui kasutusele võetakse praegu kasutatavaga
29 võrreldes õhema turbahorisondiga alasad, samas ei teki see vajadus üheaegselt.

30

31

32

Tabel 43. Turba kaevandamine, tuhat tonni (Statistikaamet 2011 & 2014, KAUR 2015, Maa-amet 2013.)

Aasta	Vähelagunenud turvas	Hästilagunenud turvas	Kokku	Kaevandus- alad, tuhat ha (KAUR 2015)
1992	656,0	690,6	1346,6	15,8
1993	196,6	334,6	531,2	15,9
1994	616,0	628,8	1244,8	15,9
1995	389,4	622,9	1012,3	16,0
1996	436,8	687,0	1123,8	16,1
1997	480,4	593,8	1074,2	16,1
1998	145,2	188,3	333,5	16,1
1999	1016,1	250,0	1266,1	16,1
2000	608,7	151,0	759,7	16,1
2001	718,3	125,4	843,7	16,1
2002	1174,1	334,1	1508,2	16,1

2003	478,6	533,0	1011,6	16,1
2004	289,1	475,3	764,4	16,2
2005	414,7	658,9	1073,6	16,4
2006	550,6	706,2	1256,8	16,6
2007	385,1	515,7	900,8	16,8
2008	350,1	352,2	702,3	17,2
2009	380,4	461,9	842,3	17,6
2010	399,3	524,2	923,5	17,8
2011	417,0 ¹	480,2 ¹	897,2	18,0
2012	305,3 ²	320,8 ²	626,1	18,3
2013	515,4 ³	478,7 ³	994,1	18,4
2014			741,0 ⁴	

1¹ - Maavaravarude koondbilanss 2011 (Maa-amet, 2012)

2² - Maavaravarude koondbilanss 2012 (Maa-amet, 2013)

3³ - Maavaravarude koondbilanss 2013 (Maa-amet, 2014)

4⁴ - Eesti Turbaliit 2015

5

6

7 **Tabel 44. Turba kaevandusvaru ja selle ammendumine.**

Maakond	kaevandatava varu jääk kokku, tuhat t	piirkondlik kaevandusvaru aastates, hästilagunenud turvas	piirkondlik kaevandusvaru aastates, vähelagunenud turvas	ha, oodatav ammendumisperioodi pikkus >36 a	ha, oodatav ammendumisperioodi pikkus >85 a
Ida-Viru maakond	5531.5	72.8	73.2	1359.1	133.0
Järva maakond	2353.5	68.7	13.9	429.6	252.0
Jõgeva maakond	1171.6	564.5	14.6	110.2	110.2
Harju maakond	11060.9	157.1	54.7	1443.1	849.5
Hiiu maakond	541.9	-	13.9	0.0	0.0
Lääne maakond	1483.3	74.0	13.2	418.8	201.6
Lääne-Viru maakond	1286.4	176.9	25.9	200.7	36.5
Põlva maakond	1908.3	645.4	68.0	284.8	250.0
Pärnu maakond	20825.4	112.1	44.6	2706.1	1298.0
Rapla maakond	1998.4	100.0	55.0	734.9	499.9
Saare maakond	1203.8	105.3	29.3	65.5	65.5
Tartu maakond	6005.7	36.9	37.3	1079.4	603.8
Valga maakond	1405.4	64554.3	117.1	274.5	221.9
Viljandi maakond	8458.5	2488.0	72.7	816.3	464.2
Võru maakond	535.5	-	-	111.7	0.0
KOKKU	65770.2	109.4	41.5	10034.6	4986.1

8

9

10 Eesti Energiamaajanduse Arengukava aastani 2030 (ENMAK 2030+, 2014) eelnõus seatakse
11 sihiks kütteturba kasutuse kahekordistamine 2050. aastaks võrreldes praeguse 0,4 miljoni
12 tonnise aastase kaevandamismahuga. Võttes eelduseks, et kütteturba kaevandamismahuks
13 on 500 m³ ha⁻¹ a⁻¹ (keskmine niiskussisaldus 25–40%; kaalumass freesturba puhul 161 t
14 (ülemineku koefitsent 3,1), tükkturba korral 192 t (ülemineku koefitsent 2,6) (Small Giant

1 of Bioenergy 2015)), vajataks täiendava 11 PJ energia saamiseks uusi turbakaevandusalasid
2 4200 kuni 5000 ha. Ka siin võib vajadus võib olla oluliselt suurem, kui kasutusele võetakse
3 senisest õhema turbahorisonidiga alasid.

4 Kuigi kaevandamisalasid võib olla piisavalt, sõltuvad kaevandusalade kasutamise
5 intensiivsus ja kaevandamismahud Eestis ja mujal enimrakendatud kaevandamise
6 tehnoloogiate põhiselt otseselt ilmastikutingimustest: eelkõige sademete hulgast, (sh
7 sademetevabade päevade arvust) ja õhuniiskusest, samuti tuule kiirusest
8 (Keskkonnaagentuur, 2014; Peat production decreasing in Finland, 2014; Rozental, 2012)
9 ja temperatuurist (Torv 2013). Teisalt on oluline osa ilmaprognoosil ja sellest lähtuvalt
10 kaevandamise kavandamisel. Sobivaks kaevandamise perioodiks peetakse ajavahemikku
11 juuni algusest augusti lõpuni.

12

13 Mineviku ilmastikunähtuste mõju

14 Analüüsides 13 mandril paiknevas ilmajaamas mõõdetud sademetehulka, keskmist
15 õhutemperatuuri (keskmine väärtus juuni–august) ja kaevandamismahtu aastatel 1992–
16 2010, ilmneb keskmise tugevusega seos sademete hulga ja kaevandamise mahu vahel ning
17 väikse tugevusega seos keskmiste õhutemperatuuride ja kaevandamise mahu vahel (**Joonis**
18 **16**). Väikseim kaevandusmaht oli sademeterohkel 1998. aastal.

19 Samuti hinnati tuuliste päevade (maksimum tuulekiirus ≥ 12 m/sek) ja päikesepaiste kestuse
20 mõju kaevandamismahtudele. Tuule mõju on statistiliselt ebaoluline, päikesepaiste kestusel
21 on nõrk seos kaevandamismahtudega.

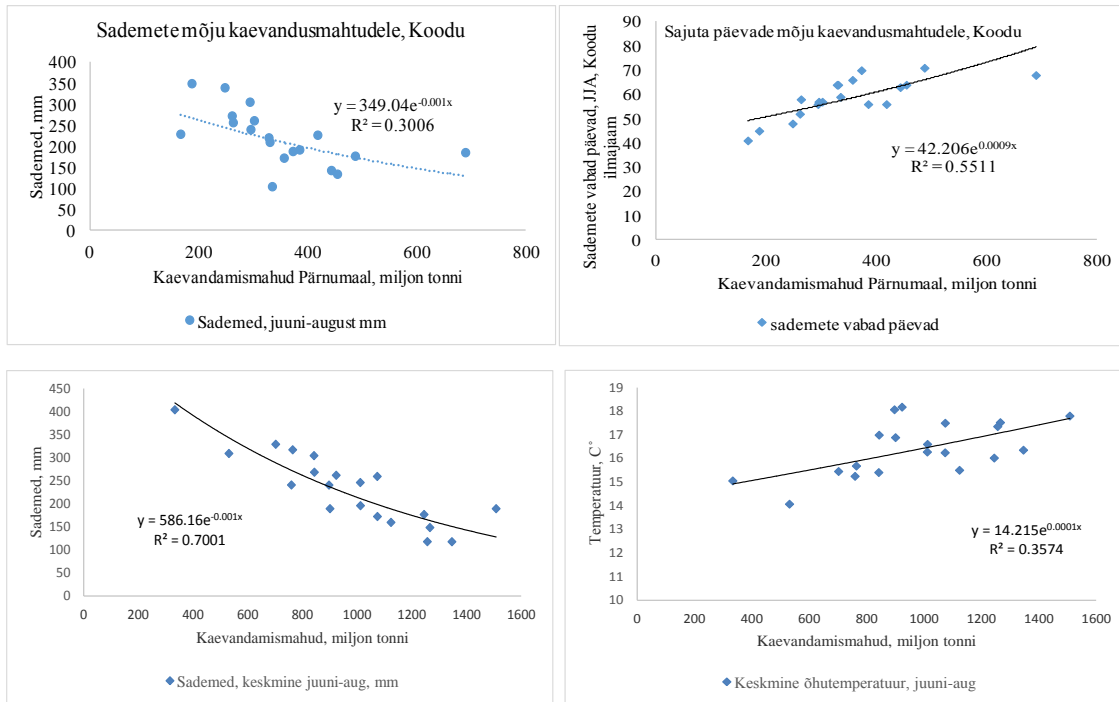
22 Kitsendades analüüsi maakonna põhiseks, muutub seose tugevus oluliselt: käsitledes
23 ilmastikunähtuseid kolmes suurema kaevandusmahuga maakonnas, Pärnumaal (37%
24 kaevandusmahust perioodil 1992–2010), Tartumaal (14%) ja Harjumaal (10%) on
25 keskmiste õhutemperatuuride ja kaevandamismahu vahel Pärnumaal keskmine (Pärnu-
26 Sauga meteoroloogiajaama andmetel) ja Tartu- ning Harjumaal nõrga tugevusega seos.
27 Seevastu seos sademete hulga ja kaevandamismahu vahel on Pärnumaal (Pärnu-Sauga
28 meteoroloogiajaama andmetel) statistiliselt ebaoluline, teistes maakondades jääb see
29 samasse suurusjärku üle-eestilise seosega. Analüüsides sademete ja sademetevabade
30 päevade mõju kaevandamismahtudele Pärnumaal paikneva Koodu sademete mõõtejaama
31 andmetel, saame mõlema osas keskmise tugevusega seosed (**Joonis 16**). Elimineerides
32 esktreemumi – 2002. a kaevandusmaht 689 mln t – seos tugevneb veelgi. Päikesepaiste ja
33 kaevandusmahtude vahel on keskmine seos Tartu- ja Harjumaal, Pärnumaal on see nõrk..

34 Analüüsides Ida-Virumaa (10% kaevandusmahust) vastavaid näitajaid, olid seosed
35 olematud või väga nõrgad.

36 Koostatud analüüs näitab, et ilmastikuandmete analüüsil on oluline ilmajaamade
37 paiknemine ja üks-ühene andete seostamine võib olla eksitav või ei anna olulist teavet.

38

39



1

2

3

Joonis 16. Sademete, temperatuuri ja sademeteta päevade arvu mõju turba kaevandamismahtudele.

4

5 Olemasolevad meetmed

6 Ilmaandmed ja -prognoosid võimaldavad paremini kavandada töökorraldust
7 kaevandusaladel.

8 Erakordselt sademeterohke suve tõttu langes 1998. aastal kaevandusmaht pea
9 kolmekordselt ja leevendava meetmena vabastas põllumajandusministeerium Eesti
10 Turbaliidu liikmesorganisatsioonid renditasust (Rozental, 2012).

11 Soomes on rakendatud nõuded turbavaru ladustamiseks, mis aitaksid katta nõudlust
12 kaevandamiseks ebasobivatel aastatel (National Energy and Climate Strategy, 2013).

13

14 11.3.4. Kaevandamise tehnoloogiad

15 Probleemid, võimalused ja ohud

16 Eestis enamlevinud freesimenetlusel kasutatav kaevandamistehnoloogia eeldab peamise
17 niiskuse alandamise võimalusena turba-alade kaevandamiseelset kuivendamist ja vajaliku
18 taristu rajamist, enne turba eemaldamist õhukeste (10–20 mm) kihtidena toimub
19 kaevandusalal turba kuivatamine päikese ja tuule käes. Seetõttu on turba kaevandamine
20 sestoone ja sõltub otseselt ilmastikutingimustest, samuti vajatakse kaevandusmahtude
21 taseme hoidmiseks suhteliselt suuri pikaajaliseks kasutuseks eraldatud maa-alasid. Turba
22 kaevandamine sõltub ka teistest ilmastikutingimustest, sh tuule tugevusest
23 (Keskkonnaagentuur, 2014; Rozental, 2012). Tuule kiiruse tõustes üle 12 m/s tuleb üldjuhul
24 turbaveeremite ja laadimispunktide töö peatada.

25 Alternatiivne rakendatav kaevandustehnoloogia on tükki- ja plokkturba turba tootmine,
26 mille eelisteks on mh väiksem sõltuvus ilmastikust ja väiksem tuleoht (Mäeinstituut, 2015).

1 Samas on tükk- ja plokkturba kaevandamine oluliselt kallim ja tööjõumahukam võrreldes
2 freesmenetlusega.

3 Eestis kasutatava kaevandamise mõju on suhteliselt hästi teada, see avaldub lisaks
4 sookoosluste (juhul, kui kaevandamist ei alustata juba rikunud soodes või kuivendatud
5 turbaaladel) hävingule ka turbakaevadusaladelt ja turba kasutusest lähtuvatest KHG-de
6 emissioonides, hüdroloogilise režiimi ja sellest tingitud mõjudest kõrvalasuvatele soo-
7 aladele, lisaks seonduvalt turbalasundi jätkuva mineraliseerumisega kaevandusjärgselt
8 toimuvale KHG emissioonile. Hagberg ja Holmgren (2008) on ühe võimaliku vastava
9 lahendusena pakkunud välja märgkaevandamise meetodi, mis võiks sobida Rootsisis
10 rakendamiseks. Meetodi eelisteks on suurem tootlus ja samaaegselt väiksemal
11 kaevandusalal opereerimine (sh võimalus võtta kasutusele väiksemaid, alla 1 ha suuruseid,
12 samuti juba inimtegevusest tugevasti mõjutatud kõrge KHG emissiooniga turbaalasad),
13 alade kiirem taastumine või taastamine ja vastavalt süsiniku sidumiseks soodsate tingimuste
14 loomine, madalamad KHG emissioonid kaevandatava koguse kohta (Silvan *et al.*, 2012).
15 Silvani jt (2012) poolt analüüsitud kaevandamistehnoloogia hõlmab endas ekskavaatoriga
16 väljutatud turba kõrgsurvepumbaga transporti kuivamisväljale, kus see laiali lükatakse.
17 Kaevandamisele eelneva perioodi vältel ei ole vaja veetasel alandada ega taimestikku
18 eemaldada kuni kaevandamise alustamiseni. Kuivatusala suuruseks on kuivendatud
19 kõvakattega 3–10 ha suurune väljak ja kuivamisprotsessi pikkuseks on hinnatud 24–36
20 tundi (konventsionaalse menetluse juures on seda hinnatud ühele nädalale). Siiski ei hinnata
21 seda meetodit tasuvaks (põhjendusteks suur energiatarve ja suuremad kulud võrreldes
22 praeguste tehnoloogiatega) ja vastav pilootprojekt on Soomes VAPO OY poolt lõpetatud
23 (Saarmets, 2015). Lisaks on katsetatud turbast liigniiskuse eemaldamist tsentrifuugimisel,
24 filterpressimisel või vaakum-lintkuivatamisel, kuid senini pole vastavaid meetodid
25 tööstuslikult ennast tõestanud; samuti ei ole rakendatud meetodeid, mille tooraineks võib
26 sobida kõrge veesisaldusega niiske turvas, nt hüdrotermiline krakkimine (Strandberg,
27 2014). Siiski on ka edulugusid märja turba hüdraulilisel kaevandamisel, nt Kanadas,
28 Vancouveris tegutsevs Western Peat Moss Ltd näol (Bit Tooth Energy, 2014). Samuti
29 uuritakse meetodeid turbasambla kasvatamiseks ja selle kasutamise võimalusi aianduses
30 (Gaudig *et al.*, 2014), vastav meetodika rakendamine võib anda võimaluse vähendada
31 sõltuvust ilmastikust ja olla alternatiivseks tegevusalaks kaevandusettevõtetele.
32 Teadaolevalt ei ole Eestis seda rakendatud.

33

34 **Mineviku ilmastikunähtuste mõju**

35 Vt eelmine alapeatükk.

36

37 **Olemasolevad meetmed**

38 Tükk- ja plokkturba kaevandamine, millel on väiksem sõltuvus ilmastikust.

39 Eesti Arengufond on algatanud uuringuprojekti märja turba kasutuseks, hetkel koostatakse
40 projekti rahastamisaotlust.

41

42 **11.3.5. Kaevandusjärgne turbaalade kasutus**

43 Jääksoode kasutamine võib olla mitmesugune. T. Paali (2011) andmeil sobivad suhteliselt
44 kõrge põhjavee ja vähelagunenud (20–40%) turbaga jääksood hästi jõhvika (*Oxycoccus*

1 *palustris*) kultuuride rajamiseks, ajapikku hakkab marjakultuuridega kaetud aladel
2 akumuldeeruma ka turvas. Viimase 15 aasta jooksul on üha enam levinud ka kännasmustikate
3 (*Vaccinium corymbosum*) kasvatamine ammendatud turbatootmisväljadel, R. Värniku
4 suulistel andmetel ongi ammendatud freesturbaväljad mustikakasvatuse rajamiseks parimad
5 kasvukohad (T. Paal, 2011).

6 Üheks jääksoode kasutusvõimaluseks on metsastamine, Selini (1995) andmeil on
7 metsastamine põhiliseks jääksoode rekultiveerimisviisiks ka Soomes (T. Paal 2011).
8 Jääksoode looduslik metsastumine on aga ebasobivate tingimuste tõttu pikaajaline protsess
9 ning enamasti on sel viisil tekkinud mets ka väheproduktiivne (Pikk 2011, märkus: Jaak
10 Pikk). Pikka (märkus: Jaan Pikka) (2011) andmeil takistavad jääksoode
11 metsastumist/metsastamist mulla (turba jääklasundi) toitainete vähesus ja
12 tasakaalustamatus, ebasoodne mikrokliima (suured lagendikud ning sellest tingitud hilis- ja
13 varakülmade oht, maapinna kõrge temperatuur), mulla halb poorsus, ebasobiv niiskusrežiim
14 jm. Aro ja Kaunisto (1995) andmeil on enamasti soodes, sh ka jääksoodes puude kasvu
15 limiteerivaks faktoriks fosfori ja/või kaaliumi puudus, samuti on jääksoode turbalasundis
16 ebasobiv lämmastiku ja fosfori suhe (Pikka, 2011). Valk (1982) on aga leidnud, et
17 mineraalväetiste kasutamine on jääksoode metsastamisel vajalik isegi siis, kui pindmiseks
18 kihiks on madalsooturvas (Pikka, 2011). Alternatiiviks mineraalväetiste kasutamisele on
19 aga erinevate jätmete (reoveesete, puu- ja turbatuha, tsemenditolmu) kasutamine
20 jääksoode viljakuse tõstmiseks. Mitmed autorid (Gradeckas, 1997, Gradeckas *et al.*, 1998,
21 Käposts *et al.*, 2000, 2001, Pikka, 2004, 2005, 2006, Tälli *et al.*, 1996, Tälli ja Riispere,
22 1996) on leidnud, et muldade töötlemine reoveesetega soodustab puude kasvu, ehkki
23 metsastatud jääksoodes on reoveesetega katseid viidud läbi vähe (Pikka, 2011). Küll aga
24 näitasid Gradeckas' *et al.* (1998) poolt Leedus läbi viidud katsed, et reoveesetega
25 väetamisele reageerivad jääksoos hästi arukask (*Betula pendula*) ja sookask (*Betula*
26 *pubescens*), harilik haab (*Populus tremula*), hübriidhaab (*Populus ×wettsteinii*), berliini
27 pappel (*Populus ×berolinensis*) ja saarvaher (*Acer negundo*), puude kasv jääksoos oleneb
28 eelkõige puuliigist ja kasutatud sette kogusest. Ehkki mitmetel juhtudel on reoveesete
29 kasutamisel täheldatud puude juurdekasvu olulist suurenemist, tuleb arvestada, et puude
30 kasvaminekut ja kasvu mõjutab oluliselt ilmastik, nt hukkus külma tõttu katsealal 25%
31 sangleppadest (*Alnus glutinosa*) (Pikka, 2011).

32 Üheks olulisemaks puude kasvaminekut takistavaks teguriks on maapinna kõrge
33 temperatuur jääksoo pinnal (Pikka, 2011). Lisaks mulla omaduste parandamisele aitab
34 pinnase töötlemine settega luua ka metsakultuurile soodsa mikrokliima. Settega töötlemise
35 tagajärjel intensiivistus ka rohttaimede kasv, liialt lopsakas rohukate on suurimaks ohuks
36 noorte puude kasvule, mistõttu on vaja noort metsakultuuri rohida. Suurt kahju
37 metsakultuurides põhjustasid ka ulukid (Pikka, 2011).

38 Üheks jääksoode kasutamise võimaluseks on energianiidu rajamine: katlamajades
39 põletatava rohumassi kasvatamiseks (J. Paal, 2011). Lisaks eelpoolmainitule on võimalik
40 ka jääksoode kasutamine turbakaevandamisalade kuivendusvee puhastamiseks (Raadla ja
41 Köpp, 2011). Turba kaevandamisel tekib rohkelt turbatolmu, mis reostab vette sattudes vett
42 heljumi ja orgaanilise ainega. Tavaliselt kasutatakse turbakaevandamisaladelt lähtuva vee
43 puhastamiseks settebasseine, efektiivsem on kasutada puhastuslodusid ehk veepuhastuse
44 märgalasid, mis on pidevalt kaetud osalt veega, ent üleujutamata alal jääb põhjavee tase ka
45 kuival perioodil maapinna lähedale (Aleksand ja Timmusk, 2002).

46 Veetaseme tõstmine aitab vähendada CO₂ lendumist kuivendatud turvasmuldadelt, IPCC
47 juhendites antud emissioonifaktor on toitainevaestel ja -rikastel orgaanilistel muldadel
48 vastavalt -0,34 ja -0,55 t CO₂-C ha⁻¹ a⁻¹ (IPCC, 2014).

1 Kaevandusjärgse kasutusena on Eestis katsetatud päideroo (*Phalaroides spp.*) kasvatamist.
2 2-aastase uurimistöõ tulemused (Järveoja *et al.*, 2013) näitavad, et need alad võivad olla
3 olulise süsiniku neeldumise potentsiaaliga. Arvestades biomassi poolt seotava C kogust ja
4 pinnase hingamist, saadi päideroo (*Phalaris arundinacea*) kasvatusalal süsiniku
5 akumulatsioonimise maksimaalseks väärtuseks 7,1 t CO₂-C ha⁻¹ a⁻¹ (Järveoja *et al.*, 2013).
6 Seejuures hindasid Järveoja *et al.* (2013) erinevatele kirjandusandmetele tuginedes
7 kaevandamisjärgset metsastamist ja märgalade rajamist C allikana.

8 Seonduvalt Luhamaa jt (2015) koostatud kliimastenaariumitega hinnatakse käesolevas
9 töös erinevate kasutusviiside sobivust ja rakendatavust, samuti arvestatakse teiste
10 töögruppide tulemustega, kus käsitletakse märgalade ja metsade ökosüsteeme. Märgala
11 taastamisel CO₂ heitmete hindamisel lähtutakse mh ka IPCC (2014) antud väärtustest.

12

13 Mineviku ilmastikunähtuste mõju

14 Teave puudub.

15

16 Olemasolevad meetmed

17 Maapõueseadusega on reguleeritud maavaravaru kaevandamisega rikutud maa
18 korrastamine. Viimase kümne aasta jooksul on taastamist rakendatud kahel
19 kaevandusalal: 2005. a tunnistati osaliselt korrastatuks Kõrsa turbatootmisala (kasutusloa
20 alusel rikutud maa); 2011. a tunnistati korrastatuks Niibi turbatootmisalal maavara
21 kaevandamise loaga LMKL-005 määratud mäeeraldise lõunapoolne osa. Korrastatud maa
22 üldpindala oli kokku 340 ha.

23 Algatatud ja läbi on mitmeid uurimisprojekte jääsoode kasutuse kohta (nt Tartu Ülikooli
24 projekt “Kasvuhoonegaaside emissiooni leevendamine kuivendatud soodes
25 energiakultuuride kasvatamise abil”).

26

27 11.4. Kliimamuutustega seonduvad riskid, haavatavus ja mõjud

28 11.4.1. Riskid ja haavatavus

29 Turba kaevandamisele võivad kliimamuutused tuua kaasa erineva suunaga mõjusid,
30 hinnang on antud vastavalt neutraalne (erinevad asjaolud tasakaalustavad mõju erinevaid
31 suundi) või teadmata, negatiivne (kliima või ilmastiku tingimuste muutuse kahjustab
32 valdkonda või omakorda võimendab selle negatiivseid mõjusid) ja positiivne. Riskina on
33 määratletud ilmamuutus ja selle tagajärjed ning need võivad viia nii positiivsete kui
34 negatiivsete tagajärgedeni. Haavatavuse all mõistetakse olukorda, kus valdkonnale olulised
35 tingimused muutuvad mingis suunas sellisel määral, mis toovad kaasa muutused süsteemi
36 senises toimimises nii biogeofüüsilisest kui ka sotsiaal-majanduslikust aspektist (vt ka EEA,
37 2012).

38 Olulised ilmastiku parameetrid turba kaevandamisele on eelkõige

- 39 • keskmine õhutemperatuur;
- 40 • sademete maht, samuti aurumine;

- 1 • **tuule kiirus;**
- 2 • **sajuta päevade arv ja**
- 3 • **päikesepaiste kestus.**

4 Kliimamuutuste mõjust turba kaevandamisele lähtutakse järgnevalt: Luhamaa jt (2015)
 5 kliimastenaariumites toodud kliimaparameetrite põhjal antakse hinnang
 6 kaevandusmahtude ja -perioodi muutusele, kasvuhoonegaaside emissioonile;
 7 kaevandusalade suurus jääb praegustesse piiridesse (ligikaudu 20 000 ha). Ühtlasi antakse
 8 hinnang kliimapolitika võimalikust muutumisest tingitud täiendavate keskkonnatasude
 9 (CO₂ maks) rakendamise seotud mõjudele, kaevandustehnoloogiate muutmise vajaduse
 10 ja kaevandusjärgsete alade kasutuse kohta. Tekstis on viidatud mõjude analüüsi
 11 ülevaattetabelites (**Tabel 48, Tabel 49, Tabel 50, Tabel 51 ja Tabel 52**) vastavate mõjude
 12 numbritele (mõju 11.XX).

13

14 **11.4.2. Alavaldkond: kaevandusaladelt lähtuv kasvuhoonegaaside emissioon**

15 **Õhutemperatuuri mõju kasvuhoonegaaside emissioonile**

16 Tuginedes teaduskirjanduses avaldatud mõõtmisandmetele, sh Eestis tehtud uuringutele,
 17 prognoosime CO₂ emissioonide muutusi lähtudes keskmise õhutemperatuuri tõusust **Tabel**
 18 **48** mõju 11.01), mis on esitatud Luhamaa jt (2015) koostatud kliimastenaariumites RCP4.5
 19 ja RCP8.5. Täiendavalt anname hinnangu sademete võimalikule mõjule.

20 Õhu- ja pinnasetemperatuuridel on keskmise tugevusega seos CO₂ emissiooniga (vt ülal ptk
 21 **11.3.2 Joonis 15**). Vastavalt joonisel toodud eksponentsiaalfunktsioonile on prognoositud
 22 kasvuhoonegaasi emissiooni võimalikku suurenemist tulenevalt keskmise õhutemperatuuri
 23 suurenemisest erinevate kliimastenaariumite ja ajaperioodide korral. RCP4.5 2040–2070,
 24 RCP 4.5 2070–2100, RCP8.5 2040–2070 ja RCP8.5 kohaselt 2040–2100 on keskmine
 25 õhutemperatuur vastavalt 7.6 °C (muutus võrreldes perioodiga 1971–2000 + 2 °C), 8.3 °C
 26 (+2.7); 8.2 °C (+2.6) ja 9.9 °C (+4.3). Seonduvalt kliima soojenemisega prognoosime CO₂
 27 emissiooni suurenemist seniselt tasemelt – 6 383 kg CO_{2ekv} ha⁻¹ a⁻¹ – eeltoodud
 28 stsenaariumitele ja ajaperioodidele vastavalt 38% (emissioon 8793 kg CO₂ ha⁻¹ a⁻¹), 54%
 29 (9847 kg CO₂ ha⁻¹ a⁻¹), 52% (9690 kg CO₂ ha⁻¹ a⁻¹) ja 101% (12 850 kg CO₂ ha⁻¹ a⁻¹) (**Tabel**
 30 **45**). Seonduvalt kaevandusalade intensiivuse suurenemisega võib vajadus kaevandatava ala
 31 pindala järele väheneda, mis toob kaasa vastavalt ka koguemissiooni vähenemise (vt allpool
 32 ptk **11.4.3 „Alavaldkond: mõju turba kaevandamismahule“**).

33

34 **Tabel 45.** Prognoositav keskmine õhutemperatuur (vastavalt Luhamaa et al. 2015) ja CO₂ emissioon
 35 turbakaevandusaladelt.

	keskmine õhutemperatuur, °C	kg CO ₂ ha a	koguemissioon kaevandusaladelt (18 600 ha), 1000 t CO ₂ a
Normkliima 1971-2000	5.6		
NIR, 2014	6.3 ⁱ	6383	119
RCP4.5 2040-2070	7.6	8793	163
RCP4.5 2070-2100	8.3	9847	183
RCP8.5 2040-2070	8.2	9690	180
RCP8.5 2070-2100	9.9	12850	239

36 NIR – Eesti riiklik kasvuhoonegaaside inventuur (*National Inventory Report*)

4 Sademete mõju kasvuhoonegaaside emissioonile

5 Sademete suurenemist RCP4.5 ja RCP8.5 korral on suvekuudel (juuni–august)
 6 prognoositud 24–39 mm (11–19% võrra) (Luhamaa et al. 2015), mis jääb aastatevahelise
 7 varieeruvuse piiresse ja on sarnane perioodi 1992–2010 näitajatega (**Tabel 46**). Suurenev
 8 sademetemaht ei pruugi kaasa tuua pinnase niiskuse suurnemist – seda aitab kompenseerida
 9 eeldatavalt suurenev aurustumine. Seega eeldame, et kaevandusalade niiskusrežiim
 10 praegusega võrreldes oluliselt ei muutu ja seeläbi puudub oluline mõju CO₂ emissioonile.
 11 Siiski võib suuremaid emissioone põhjustada ekstreemselt märgade päevade esinemine (so
 12 10-päevase perioodi viimane päev, mille jooksul sadas keskmiselt üle 10 mm sademeid
 13 ööpäeva kohta (vt Jaagus 2013)), mis tingib pinnase niiskuse sisalduse olulise suurenemise
 14 ja vastavalt Alm'i jt (2007) uurimistulemustele võib kaasa tuua oluliselt suurema CO₂
 15 emissiooni (**Tabel 48** mõju 11.02). Lähtudes kliimastenaariumite andmetest pole siiski
 16 võimalik anda hinnangut nende esinemise tõenäosuse muutumisele.

18 **Tabel 46. Sademete summa** (mm) perioodil 1992–2000.

	juuni-aug	mai	juuni	juuli	aug	sept
1992	118	32	22	38	57	68
1993	309	23	79	111	119	48
1994	177	51	64	18	95	95
1995	196	87	91	52	52	53
1996	160	65	46	98	15	37
1997	172	49	93	67	12	88
1998	404	69	156	112	136	27
1999	148	23	68	35	46	40
2000	241	38	63	110	68	14
2001	268	43	92	91	86	67
2002	189	16	96	74	21	30
2003	246	81	48	72	126	32
2004	317	34	126	110	81	96
2005	259	69	68	58	134	31
2006	118	33	45	18	55	40
2007	189	71	45	82	62	79
2008	329	20	87	67	175	50
2009	304	23	109	104	91	59
2010	262	59	74	65	122	84
Normkliima 1971-						
2000	209	41	61	72	76	68
1992-2010	232	47	76	74	82	55
RCP4.5 2040-2070	232	47	64	78	90	78
RCP4.5 2070-2100	240	48	69	75	96	80
RCP8.5 2040-2070	246	53	71	83	92	72
RCP8.5 2070-2100	247	56	74	80	93	76

20 Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud

21 a) kuni aastani 2020 ja 2030

1 Kuni aastani 2020 ja aastatel 2021–2030 on ilmastikutingimused lähedased normkliima ja
2 perioodi 1992–2010 näitajatega, mis läbi ei prognoosita emissioonide kasvu. Siiski võib
3 emissioon suureneva toimuda senisest oluliselt suuremate sademete (sh. ekstreemselt
4 märgade päeva arvu) ja keskmiste õhutemperatuuride kasvuga. Mõju on negatiivne, kuna
5 toob kaasa turba kaevandamisest lähtuva keskkonnamõju suurenemise, samuti kahaneb
6 vähesel määral kaevandamiseks eraldatud turba varu (turba mineraliseerumine).
7 Majanduslik ja sotsiaalne mõju on väike (puudub), avaldumise tõenäosus on väike.

8 **b) 2021–2050**

9 Perioodil 2021–2050 prognoositava temperatuuride tõusuga vastavalt stsenaariumitele
10 RCP4.5 ja RCP8.5 suureneb CO₂ emissioon kaevandusaladelt, vastavalt võib eeldada
11 keskkonnamõjude suurenemist. Emissiooni võib võimendada ekstreemselt märgade
12 päevade esinemine. Eeldatav mõju avaldub perioodi viimasel kümnendil. Mõju on
13 negatiivne, kuna toob kaasa turba kaevandamisest lähtuva keskkonnamõju suurenemise,
14 samuti kahaneb vähesel määral kaevandamiseks eraldatud turba varu (turba
15 mineraliseerumine). Majanduslik mõju on keskmine, kuna võib eeldada täiendavate
16 keskkonnatasude rakendumist (CO₂ maks), mis toob täiendavaid kulusid turba
17 kaevandajatele ja kasutusele. Kulude suurenemise tõttu hinnatakse ka sotsiaalseid mõjusid
18 keskmisena, kuna hõivatute arv võib väheneda. Avaldumise tõenäosust hinnatakse seniste
19 andmete põhjal temperatuuri ja emissiooni seosest suureks.

20 **c) 2021–2050**

21 Perioodil 2051–2100 prognoositava temperatuuride tõusuga vastavalt stsenaariumitele
22 RCP4.5 ja RCP8.5 suureneb CO₂ emissioon kaevandusaladelt, vastavalt võib eeldada
23 keskkonnamõjude suurenemist. RCP4.5 korral hinnatakse emissiooni suurenemist 50%
24 võrra, RCP8.5 osas 100%. Emissiooni võib võimendada ekstreemselt märgade päevade
25 esinemine. Mõjud on negatiivsed ja sarnased eelmise perioodi omadele. Sotsiaalset mõju
26 hinnatakse väikseks, kuna eeldatavasti on muudatused tööhõives aset leidnud juba eelneval
27 perioodil. Avaldumise tõenäosus on suur.

28 Kõigil nimetatud perioodidel avaldub valdkonna haavatavus suurenevate keskkonnamõjude
29 läbi, milleks on keskmise õhutemperatuuri suurenemisega kaasnev intensiivsem turba
30 mineraliseerumine ja sellest lähtuv CO₂ emissioon turba kaevandusaladelt. Kogumõju aitab
31 minimeerida kaevandamisperioodi pikenedesega kaasnev efektiivsem kaevandusalade
32 kasutus ja seeläbi väiksem vajadus korruga kasutuses olevate kaevandusalade järele
33 (pindalaliselt) (vt järgnevalt, alavaldkond: mõju turba kaevandamismahule).

34

35 **11.4.3. Alavaldkond: mõju turba kaevandamismahule**

36 Kliimamuutuste mõju hindamiseks võrreldakse perioodi 1992–2010 ilmastikunäitajaid
37 (õhutemperatuur, sademed, päikesepaiste kestus, koostatud Keskkonnaagentuuri 13
38 mõõtmisjaama andmetel) Luhamaa et al. (2015) koostatud kliimaststsenaariumitega RCP4.5
39 ja RCP8.5. Käesolevas uurimuses defineeritakse kaevandamishooajana eeltoodud aastatel
40 olnud ajavahemik juunist augustini, mis on eelkõige tingitud turba kuivamiseks vajalikust
41 temperatuurist, samuti päikesepaiste intensiivsusest. Samuti eeldatakse, et
42 kaevandamisalade pindala jääb enam-vähem praegusele tasemele (ligikaudu 18 000 ha).

43 **Õhutemperatuuri mõju kaevandamismahule**

44 Kaevandusmahu seose tugevus keskmiste õhutemperatuuridega perioodil 1992–2010 on
45 väike (vt ülal ptk 11.3.3 Joonis 16). Võrreldes keskmist õhutemperatuuri perioodil 1992–

1 2010, oli maikuu keskmine õhutemperatuur 10.8°C, miinimum 7.9°C ja maksimum
 2 13.8°C,; juunis olid vastavad näitajad 14.8, 12.8 ja 18.5°C; juulis 17.8, 15.0 ja 22.0°C;
 3 augustis 16.3, 13.8 ja 18.5°C; septembris 11.2, 6.6 ja 13.7°C (**Tabel 47**). Prognoositavate
 4 muutustega vastavalt stsenaariumitele RCP4.5 ja RCP8.5 (RCP4.5 2040–2070, RCP 4.5
 5 2070–2100, RCP8.5 2040–2070 ja RCP8.5 2040–2100 oleks aga maikuu vastavate
 6 temperatuuride väärtused vastavalt 12.3, 13.2, 12.6 ja 14.4°C, juunis 16.3, 17.0, 16.9 ja
 7 18.4°C, juulis 18.2, 18.9, 18.8 ja 20.3°C, augustis 17.3, 17.8, 17.9 ja 19.5°C ning septembris
 8 12.5, 12.7, 13.2 ja 14.7°C. Seetõttu võib eeldada eelkõige kaevandamisperioodi pikenemist
 9 ühe, maksimaalselt kahe kuu võrra, seda eelkõige maikuu keskmise temperatuuri tõusuga
 10 ja senisest varasema kevade algusega, kuid ka soojema septembriga (mõju 11.03.). Vastava
 11 väite eelduseks on võetud, et keskmine õhutemperatuur ületab juuni keskmise temperatuuri
 12 miinimumväärtuse (perioodil 1992–2010 12.8°C). Sellest lähtuvalt võib RCP4.5 osas
 13 eeldada väiksemat muutust – prognoositud mai ja septembri keskmised temperatuurid
 14 jäävad perioodil 2040–2070 alla juunikuu keskmise, seevastu aastatel 2070–2100 ületab
 15 mai keskmine prognoositav näitaja selle 0.4°C võrra. RCP 8.5 korral võib perioodil 2040–
 16 2070 eeldada kaevandamisperioodi pikenemist 1 kuu võrra, eelkõige soojema septembri
 17 arvel, 2070–2100 osas prognoositakse kuni kahe kuu võrra pikemat kaevandamisperioodi
 18 tulenevalt kõrgematest keskmistest temperatuuridest mais ja septembris. Seega eeldatav
 19 efekt kliima soojemaks muutumisel on pikem kaevandamisperiood, millega kaasneb
 20 kaevandusalade kasutuse efektiivsuse suurenemine ja nõudluse korral ka kaevandamismahu
 21 kasv kuni 2/3 võrra.

22

23 **Tabel 47. Keskmine õhutemperatuur, °C.**

	mai-aug	mai	juuni	juuli	august	september
1992	16.3	11.5	15.7	17.2	16.2	12.2
1993	14.1	13.8	12.3	15.9	14.0	6.6
1994	16.0	8.9	13.1	19.2	15.8	11.8
1995	16.6	10.1	17.8	16.1	15.9	11.0
1996	15.5	10.2	13.9	15.0	17.6	8.9
1997	17.5	8.5	15.8	18.2	18.5	10.7
1998	15.0	11.1	15.3	16.0	13.8	11.2
1999	17.5	7.9	18.5	18.8	15.2	12.8
2000	15.2	10.9	14.1	16.3	15.3	9.4
2001	17.0	10.3	14.1	20.6	16.2	11.9
2002	17.8	13.0	15.9	19.1	18.3	11.1
2003	16.3	11.2	13.3	19.9	15.7	11.7
2004	15.7	10.2	13.3	16.6	17.1	12.4
2005	16.2	10.6	14.2	18.2	16.2	12.8
2006	17.3	10.7	16.1	18.7	17.3	13.7
2007	16.9	11.7	15.9	16.9	17.8	11.2
2008	15.4	10.4	14.4	16.3	15.6	10.1
2009	15.4	11.2	13.8	16.9	15.5	12.9
2010	18.2	12.2	14.4	22.0	18.1	11.2
1992-2000	16.3	10.8	14.8	17.8	16.3	11.2
1971-2000	15.7	10.1	14.5	16.7	15.8	10.9
RCP4.5 2040-2070	17.3	12.3	16.3	18.2	17.3	12.5
RCP4.5 2070-2100	17.9	13.2	17.0	18.9	17.8	12.7
RCP8.5 2040-2070	17.9	12.6	16.9	18.8	17.9	13.2
RCP8.5 2070-2100	19.4	14.4	18.4	20.3	19.5	14.7

24

1 Sademete mõju kaevandamismahule

2 Perioodi 1992–2010 kaevandusmahu ja sademete hulga (juunis, juulis ja augustis) vaheline
3 seos oli keskmise tugevusega (**Joonis 16**). Võrreldes mainitud perioodi sademetehulga
4 prognoosi vastavalt stsenaariumitele RCP4.5 ja RCP8.5, võib eeldada, et sademed ja nende
5 suurenemine (11–19%) on jätkuvalt limiteerivaks faktoriks turba kaevandamisel ja nende
6 mõju vähesel määral suureneb. Teisalt jääb prognoositav sademete mahu muutus aastate
7 1992–2010 keskmiste väärtuste varieeruvuse piiridesse (**Tabel 46**). Ühtlasi on prognoositav
8 sademete maht mais ja septembris sarnane suvekuudega, mis loob samuti eeldused
9 kaevandamisperioodi pikenemiseks. Oluliseks mõjukuks kaevandamismahule võib olla
10 stsenaariumites RCP4.5 ja RCP8.5 prognoositud mõlema perioodi ja kõigi aastaegade
11 kohta suurte sadude esinemise suhteline kasv, kuid kuna selle seos kaevandamismahtudega
12 oli nõrga tugevusega (vastav analüüs teostatud turba kaevandusmahtude näitel perioodil
13 1992–2000 Pärnumaal), puudub alus vastava hinnangu andmiseks. Siiski jääb
14 problemaatiliseks ekstreemselt märgade päevade esinemine, mille mõju kaevandusmahule
15 on suur, kuid ekstreemselt märgade päevade esinemise tõenäosuse muutust pole
16 kliimastsenaariumites käsitletud, mistõttu ei anta vastavat hinnangut ka käesolevas töös –
17 risk jääb sarnaseks viimasel kahel dekaadil toimunud sündmuste tõttu (nt 1998. a, mil
18 kaevandusmaht oli väga madal, esines tavapärasest enam sademeterohkeid päevi) (mõju
19 11.04). Ehkki sademete hulk suureneb, aitab kaasnevat puhverdada õhutemperatuuri tõus ja
20 intensiivsem aurumine (**Tabel 49** mõju 11.05). Maapinnale langeva lühilainelise kiirguse
21 osas prognoositakse, et suvekuudel ja septembris jääb kiirguse muutus vähetuntavaks
22 (Luhamaa *et al.*, 2015). Ka mais on see väheoluline, jäädes perioodi 1992–2010 andmetel
23 päikesepaiste kestuse standardhälbe piiresse. Piiravaks teguriks kaevandamisperioodi
24 pikenemisel on eelkõige päikesepaiste kestus septembris, mis võrreldes mai kuni augusti
25 keskmiste näitajatega (242–293 h) on ligikaudu 75% võrra väiksem (155 h).

26 Ekstreemsete tuule kiiruste kohta tehtavaid prognoose ei peeta praegusel ajal piisavalt
27 usaldusväärseteks, et neid saaks kasutada (Luhamaa *et al.*, 2015). Seepärast pole analüüsis
28 antud hinnangut võimalikele mõjudele seonduvalt tuule tugevuse muutustega, kus turba
29 kaevandamise osas on limiteerivaks faktoriks tuul kiirusega ≥ 12 m/s.

30 Kokkuvõtvad järeldused kliima muutuste mõjudest kaevandusmahtudele lähtudes Luhamaa
31 jt (2015) stsenaariumitest:

- 32 • RCP4.5 2040–2070. Keskmise õhutemperatuuri tõus, mh suvekuudel ei ole piisav
33 kaevandusalade kasutuse efektiivsuse suurenemiseks ja kaevandusmahu
34 suurendamiseks. Võib eeldada, et temperatuuri muutus puhverdab sademete väikese
35 suurenemisega seonduvad limiteerivad mõjud. Kaevandamisperiood ei pikene
36 (kaevandusperioodiks on endiselt juuni, juuli ja august), kaevandamisefektiivsus ja
37 maht jäävad praegusele tasemele.
- 38 • RCP4.5 2070–2100. Keskmise õhutemperatuuri tõus, eelkõige mais, võimaldab
39 kaevandamisperioodi pikenemist kuni ühe kuu võrra. Samuti soodustab
40 kaevandamisperioodi pikenemist mais selle perioodi väike sademete maht. Eeldada
41 võib kaevandamise efektiivsuse ja nõudluse korral mahu suurenemist kuni 1/3 võrra.
- 42 • RCP8.5 2040–2070. Keskmise õhutemperatuuri tõus, eelkõige septembris,
43 võimaldab kaevandamisperioodi pikenemist kuni ühe kuu võrra. Samuti soodustab
44 kaevandamisperioodi pikenemist septembris selle perioodi väike sademete maht,
45 teisalt on limiteerivaks faktoriks päikesepaiste kestus. Eeldada võib kaevandamise
46 efektiivsuse ja nõudluse korral mahtu suurenemist kuni 1/3 võrra.

- 1 • RCP8.5 2040–2100. Keskmise õhutemperatuuri tõus, eelkõige mais ja septembris,
2 võimaldab kaevandamisperioodi pikendamist kuni kahe kuu võrra. Samuti soodustab
3 kaevandamisperioodi pikendamist mais ja septembris nende kuude väike sademete
4 maht, teisalt on limiteerivaks faktoriks päikesepaiste kestus septembris. Eeldada
5 võib kaevandamise efektiivsuse ja nõudluse korral mahtu suurenemist kuni 2/3
6 võrra.

7

8 **Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud**

9 **a) kuni aastani 2020 ja 2030**

10 Kuni 2020 ja 2021–2030 on ilmastikutingimused lähedased normkliima ja perioodi 1992–
11 2010 näitajatega, mistõttu ei prognoosita muutusi kaevandusmahtudes – need jäävad
12 sarnasele tasemele perioodiga 1992–2010. Siiski võib kaevandusmaht väheneda senisest
13 oluliselt suuremate sademete (sh ekstreemselt märgade päeva arvu) tõttu. Mõju hinnatakse
14 positiivseks, sh majanduslik ja sotsiaalne mõju on keskmine (ettevõtjate tulubaas võib
15 suureneda, samas ei pruugi seda toetada piisava nõudluse olemasolu; tööhõive võib
16 suureneda). Avaldumise tõenäosust seniste kaevandusmahtude ja ilmastikuandmete
17 võrdlemise alusel peetakse keskmiseks.

18 **b) 2021–2050**

19 Perioodil 2021–2050 prognoositakse RCP4.5 korral kaevandamismahtude jäämist
20 praegusele tasemele, RCP8.5 realiseerumisel ja kaevandusperioodi pikendamisel võivad
21 kaevandamise efektiivsus ja nõudluse korral kaevandusmahud suureneda 1/3 võrra. Säilib
22 risk, kus efektiivsus ja kaevandusmaht võivad olla perioodi keskmisest oluliselt väiksemad
23 seonduvalt suuremate sademete (sh. ekstreemselt märgade päeva arvu) tõttu, kuid seda aitab
24 kompenseerida temperatuuri suurenemisega kaasnev aurumine. Mõju suund on teadmata
25 või neutraalne – ühelt poolt tekib võimalus kaevandusmahtude suurenemiseks, tehes seda
26 efektiivsema kaevandamise tingimustes väiksemal alal, teisalt võib suureneda vajadus uute
27 kaevandusalade järele kiiremini. tingimustes väiksemal alal, teisalt võib suureneda vajadus
28 uute kaevandusalade järele kiiremini. Majanduslik ja sotsiaalne mõju on keskmised
29 (ettevõtjate tulubaas võib suureneda, samas ei pruugi seda alati toetada piisava nõudluse
30 olemasolu; tööhõive võib suureneda). Avaldumise tõenäosust seniste kaevandusmahtude ja
31 ilmastikuandmete võrdlemise alusel peetakse keskmiseks.

32 **c) 2051–2100**

33 Perioodi 2051–2100 esimeses pooles prognoositakse RCP4.5 korral efektiivsuse ja
34 kaevandusmahtude jäämist praegustesse piiridesse, seejärel nende kasvu kuni 1/3 võrra.
35 RCP8.5 realiseerumisel võivad esimeses pooles efektiivsus ja nõudluse korral
36 kaevandusmaht suureneda kuni 1/3 võrra, seejärel kuni 2/3 ulatuses. Säilib risk, kus
37 efektiivsus ja kaevandusmaht võivad olla perioodi keskmisest oluliselt väiksemad
38 seonduvalt suuremate sademete (sh ekstreemselt märgade päeva arvu) tõttu, kuid seda aitab
39 kompenseerida temperatuuri suurenemisega kaasnev aurumine. Mõju suund on teadmata
40 või neutraalne – ühelt poolt tekib võimalus kaevandusmahtude suurenemiseks, tehes seda
41 efektiivsema kaevandamise tingimustes väiksemal alal, teisalt võib suureneda vajadus uute
42 kaevandusalade järele kiiremini. Majanduslik ja sotsiaalne mõju on keskmised (ettevõtjate
43 tulubaas võib suureneda, samas ei pruugi seda alati toetada piisava nõudluse olemasolu;
44 tööhõive võib suureneda). Avaldumise tõenäosust seniste kaevandusmahtude ja
45 ilmastikuandmete võrdlemise alusel peetakse keskmiseks (RCP8.5) ja keskmiseks kuni
46 suureks (RCP4.5).

1

2 Kõigil nimetatud perioodidel avaldub valdkonna haavatavus kaevandamise efektiivsuse
3 tõus, samuti on võimalik nõudluse suurenemine Eesti turba järele seonduvalt Eestist
4 lääne pool toimuvate ilmastikutingimuste muutumisega, mis ei soosi seal enam kasvuturba
5 kaevandamist.

6 **11.4.4. Alavaldkond: kaevandamise tehnoloogiad ja sõltuvus ilmastikutingimustest**

7 Enamkasutatavate kaevandamistehnoloogiate – freesmeetodil turba kaevandamise ja
8 tükkturba tootmise – rakendamine sõltub ilmastikutingimustest, eelkõige
9 õhutemperatuurist, päikesekiirgusest, niiskusrežiimist (sademete hulk, ekstreemsete
10 märgade päevade arv, sademeteta päevade arv) ja tuule kiirusest. Luhamaa jt (2015)
11 koostatud kliimastenaariumitele RCP4.5 ja RCP 8.5 tuginedes võib väita, et eelnimetatud
12 tingimustest suurenevad tulevikus tõenäoliselt õhutemperatuur ja sademete hulk. Siiski jääb
13 sademete suurenemise trend (10–19%) edaspidiselt perioodi 1992–2010 aastevahelise
14 varieeruvuse piiresse (**Tabel 46**) ja seeläbi ei ole otsest põhjust hinnata sademete
15 suurenemisega kaasnevat niiskusrežiimi muutust sedavõrd suureks, et oleks vajadus
16 kaevandustehnoloogiate oluliseks muutmiseks. Samuti aitavad sademete suurenemist
17 puhverdada õhutemperatuuri tõus ja päikesekiirguse intensiivsuse jäämine enam-vähem
18 praegusele tasemele, samuti võib temperatuuride suurenemisega eeldada aurumise
19 suurenemist (**Tabel 50** mõju 11.06). Seega võib järeldada, et eeltoodud
20 kaevandustehnoloogiate kasutamine võimaldab ka edaspidiselt katta nõudluse turba järele
21 selle praegusel tasemel. Teisalt võib limiteerivaks faktoriks saada CO₂ emissiooni
22 suurenemine kaevandusaladelt ja kliimapoliitika muutumine nõnda, et lisaks turba
23 kaevandamise ressursitasule kehtestatakse ka CO₂ emissiooni tasu (**Tabel 50** mõju 11.07).
24 Üheks võimaluseks CO₂ emissiooni minimeerimiseks (lisaks ka teiste keskkonnamõjude,
25 sh turba kao minimeerimiseks) on turbakaevandusalade pindalade vähendamine, mis eeldab
26 kaevandustehnoloogiate muutmist – märgkaevandamise tehnoloogiate rakendamist, samuti
27 märja turba kasutust.

28 **Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud**

29 **a) kuni aastani 2020 ja 2030**

30 Kuni 2020 ja 2020–2030 on ilmastikutingimused lähedased normkliimale ja perioodi 1992–
31 2010 näitajatega, mis läbi ei prognoosita vajadust viia läbi muutusi tehnoloogiates. Seda
32 eeldusel, et kaevandamise keskkonnamõjud jäävad senisele tasemele (eelkõige CO₂
33 emissioon) ja seeläbi ei rakendu täiendavad meetmed, mis tooksid vajaduse tehnoloogiate
34 täiendamiseks.

35 **b) 2021–2050 ja 2051–2100**

36 Perioodidel 2021–2050 ja 2051–2100, seonduvalt keskmise õhutemperatuuri tõusuga ning
37 RCP4.5 ja RCP8.5 stsenaariumite realiseerumisel, prognoositakse vajadust
38 kaevandustehnoloogiate täiustamiseks eesmärgiga vähendada kaevandusaladelt lähtuvaid
39 CO₂ emissioone. Täiendavalt toetab uuele tehnoloogiale üleminekut sademete mõningane
40 suurenemine. Mõju suund on teadmata, kuna vastavaid tehnoloogiaid pole tööstuslikus
41 kasutuses ega Eesti tingimustes testitud. Majanduslik mõju on suur, eelkõige seonduvalt
42 ettevõtete poolsete kulude suurenemisega tehnoloogiate kasutuselevõtul. Teisalt võivad
43 seda kompenseerida vähenevad keskkonnatasud (väiksem kaevandusalade pindala ja sellest
44 lähtuvalt mõjude vähenemine) ja kulude kokkuhoid tootmise ümberkorraldamise tulemusel.
45 Sotsiaalset mõju hinnatakse keskmiseks – säilib senine hõivatute arv.

1

2 Perioodidel 2021–2050 ja 2051–2100 avaldub valdkonna haavatavus vajaduses muuta
3 kaevandamise tehnoloogiat.

4

5 **11.4.5. Alavaldkond: valdkonda mõjutavad poliitikadokumendid ja täiendavad** 6 **mõjud**

7 Kliimamuutuste ja sellega kaasnevate mõjude ilmnemisel ja teadvustamisel võib eeldada
8 kliimapoliitika ülevaatamist, vastav meede on välja toodud ka Euroopa Nõukogu järeldustes
9 Euroopa Liidu 2030. a kliima ja energiapoliitika raamistiku kohta (EUCO 169/14).
10 Seejuures võib prognoosida CO₂ kvoodisüsteemi laienemist ka maakasutusega seotud
11 valdkondadele, kus kliima soojenemisele kaasa aitavad kasvuhoonegaaside emissioonid on
12 kõrged ja suhteliselt kergesti tõestatavad (mõju 11.08). Samuti võib muutuda ka turba
13 kaevandamise ja kasutamise maksustamine, sh CO₂ emissiooni tasu rakendamine
14 turbakaevandusaladele. Vastavat võimalust prognoositakse mitte varem kui 2030. aastal.
15 Täiendava maksu rakendumise sotsiaal-majanduslik mõju sõltub maksu (sh CO₂ tasu)
16 suuruselt ja muudest kaevandamisega seotud sisendkulude muutusest (näit kulud tööjõule,
17 masinapargi ja tehnoloogiate arendamisele ning kütusele), samuti turba nõudlusest ja
18 turuhinnast. Täiendava mõju suunda on hinnatud neutraalsena („0“), kus tasakaal on leitud
19 erinevate suundadega mõjude vahel – negatiivsete keskkonnamõjusid vähenemine,
20 ettevõtjate ja turba kasutajate kulude suurenemine ning vastavalt võimalik tööhõive
21 vähenemine. Majanduslikku ja sotsiaalset mõju on perioodidel kuni 2020 ja kuni 2030
22 hinnatud väikseks. Perioodidel 2021–2050 ja 2051–2100, seondvalt täiendavate
23 ressursitasude rakendumisega, on majanduslik mõju suur ja sotsiaalne mõju keskmine.
24 Avaldumise tõenäosus on hinnatud keskmiseks, lähtudes Euroopa Liidu kliimapoliitika
25 suundumistest kui ka Ameerika Ühendriikide vabatahtliku süsinikukaubanduse arengutest
26 (vt allpool).

27 Turba kaevandamise efektiivsuse ja kaevandamismahtude suurenemisel (RCP4.5 2070–
28 2100 ja RCP8.5 2040–2070 korral prognoositakse suuremist 1/3 võrra; RCP8.5 2040–2100
29 vastavalt 2/3 võrra) ammenduvad hetkel kasutusel olevad kaevandused senisest kiiremini ja
30 seetõttu võib eeldada suuremat vajadust uute alade järele. Samuti eeldatakse Eesti
31 Energiamaajanduse Arengukavas aastani 2030 (ENMAK 2030) turba kasutusmahtude olulist
32 suurenemist, mis võib luua vajaduse täiendavate kaevandualade järele juba varasemal
33 ajaperioodil. Maapõueseaduse muutmisega seoses täpsustatakse 2015. a jooksul
34 keskkonnaministeeriumi vastavas töörühmas turba kaevandamise potentsiaali Eestis.
35 Esialgsetel andmetel on võimalike kaevandamiseks sobivate turbaalade kogupindala
36 ligikaudu 100 000 ha – seeläbi saab eeldada, et kaevandamismahtude püsimiseks või
37 suurenemiseks vajaminev ressurss aastani 2100 on piisav. Seevastu vähese CO₂ heitega
38 majanduse saavutamise kontekstis aastaks 2050 ja maakasutus- ja metsandussektori
39 käsitlemisel Euroopa Liidu kliimapoliitika osana (vt Euroopa Parlamendi ja Nõukogu otsus
40 nr. 529/2013/EL, 21. mai 2013 maakasutuse, maakasutuse muutuse ja metsandusega seotud
41 tegevustest tuleneva kasvuhoonegaaside heite ja sidumise arvestuseeskirjade ning
42 nimetatud tegevustest tulenevate meetmetega seotud teabe kohta) on määratletud
43 järgnevalt: “maakasutus- ja metsandussektor saab toetada kliimamuutuste mõju
44 leevendamist mitmel viisil, eelkõige vähendades heidet ning säilitades ja suurendades
45 sidumist ja süsinikuvarusid. Selleks et eelkõige süsiniku sidumise eesmärgil võetavad
46 meetmed oleksid tõhusad, on oluline süsinikuvarude pikaajaline stabiilsus ja kohanemine”.
47 Seeläbi võib kaevandamise asemel järjest enam leida poolehoidu rikutud turba-aladel

1 kuivenduseelse veerežiimi taastamine ja süsinikku akumuleerivate ökosüsteemide
2 funktsioonide taastamine ning võimalused kaevandamismahtude suurendamiseks
3 vähenevad. Täiendavalt võib kvoodikaubanduse laienemine ökosüsteemide taastamisele
4 muuta selle rikutud alade kaevandamisest eelistatumaks. Vastav praktika, kus ettevõtjad
5 saavad hüvitada enda tekitatud CO₂ emissioonid süsinikku siduvate ja akumuleerivate
6 ökosüsteemide taastamise kaudu, on rakendunud näiteks Ameerika Ühendriikides (vt.
7 American Carbon Registry <http://americancarbonregistry.org/>).

8 Juhul, kui turba kaevandamise valdkonnas ei toimu olulisi tehnoloogilisi muutusi ja
9 kaevandamise maht ning kaevandusalade kasutamise efektiivsus jäävad samale tasemele,
10 saab prognoosida sotsiaalmajanduslike näitajate jäämist sarnaseks 21. sajandi esimese
11 kümnendiga. Võimalikke muutusi võib esineda seoses tehnoloogiliste uuenduste
12 elluviimisega, samuti turba kaevandamise efektiivsuse ja mahtude olulise suurenemisega
13 (lisaks ilmastikutingimuste muutusele loovad vastavad eeldused ENMAK 2030,
14 kaevandusmahtude vähenemine teistes Euroopa riikides ning samaaegselt nõudluse
15 püsimine või suurenemine). Tagasilööki prognoositakse seonduvalt kliimapoliitika
16 muutumisega, kus kaevandamisele ja kasutusele pannakse täiendavad ressursitasud või mis
17 ei soosi turba kasutust seonduvalt suundumusega CO₂ heitmete vähenemisele, äärmuslike
18 ilmastikusündmuste esinemisega (näiteks ekstreemsete märgpäevade esinemise
19 suurenemine), soojemate talvedega. Viimane võib vähendada vajadust kütteturba järele.
20 Talvede soojenemist peetakse ka turba tootmise vähenemise põhjuseks Saksamaal, kus
21 turba tootmiseks sobivad tingimused mõnevõrra halvenevad (tootmisprotsess eeldab
22 miinuskraadidega ilmastikutingimuste olemasolu talvel).

23

24 **Täiendavad mõjud**

25 Probleemsena hinnatakse turba väljavedu kaevandusaladelt seonduvalt tee-olude võimaliku
26 halvenemisega (vastav käsitlus on esitatud ptk metsamajandus). Samuti toovad kliima
27 soojenemine ja pikemad põuaperioodid kaasa tuleohu suurenemise turbakaevandamisaladel
28 kui ka nende naabruses paiknevatel aladel. Tõenäoliselt suureneb vajadus täiendavate
29 meetmete rakendamiseks tuleohutuse tagamisel.

30

31 **Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud**

32 **a) kuni aastani 2020 ja 2030**

33 Kuni aastani 2020 ja aastatel 2020–2030 jätkub turba kaevandamine sarnastes mahtudes
34 võrreldes perioodiga 1992–2014. Toimub kliimapoliitikadokumentide ülevaatamine ja
35 keskkonnatasude suurenemiseks (CO₂ maks turba kasutamisele ja kaevandamisele) ette
36 valmistamine, eelkõige seonduvalt suureneva teadlikkusega kliimamuutuste toimumisest ja
37 tagajärgedest ning eesmärgiga rakendada leevendusmeetmeid, sh inimtekkelise CO₂
38 emissiooni piiramine. Seonduvalt soojemate talvedega võib nõudlus kütteturba järele
39 väheneda, teisalt võib suurenda vajadus kodumaiste kütuste ja aiandusturba järele.
40 Halvenevad tee-olud, mis raskendavad turba väljavedu kaevandusaladelt. Suureneb
41 tulekahjude risk. Olemasolev maavara ressurss turba kaevandamiseks on piisav.

42 **b) 2021–2050 ja 2051–2100**

43 Perioodidel 2021–2050 teises pooles ja 2051–2100 eeldatakse täiendavate keskkonnatasude
44 kehtestamist turba kaevandamisele. Seonduvalt soojemate talvedega võib nõudlus
45 kütteturba järele väheneda, teisalt võib suurenda vajadus kodumaiste kütuste ja
46 aiandusturba järele. Halvenevad tee-olud, mis raskendavad turba väljavedu

1 kaevandusaladelt. Suureneb tulekahjude risk. Olemasolev maavara ressursid turba
2 kaevandamiseks on piisav, kuid seonduvalt kliimapoliitika eesmärkide (eelkõige CO₂
3 emissiooni vähendamine märgaladelt, soode taastamise stimuleerimine) rakendumise ja
4 täpsustumisega võib kättesaadavus turba kaevandamiseks väheneda. Täiendavate
5 keskkonnatasude rakendamise mõju on teadmata (eeldada võib, et see on neutraalne), ühelt
6 poolt suurenevad ettevõtete ja turba kasutajate kulutused, teisalt peaksid vähenema
7 keskkonnamõjud kas läbi kaevandusalade efektiivsema või uute tehnoloogiate
8 kasutuselevõtu või ressursitasu kasutamise mõjude leevendamiseks. Avaldumise tõenäosust
9 peetakse keskmiseks.

10

11 **11.4.6. Alavaldkond: kaevandusjärgne turbaalade kasutus ja sõltuvus** 12 **ilmastikutingimustest**

13 **Marjakasvatuse**

14 Jääksoode üheks kasutuselevõtu võimaluseks on marjakasvatuse rajamine. Näiteks hariliku
15 jõhvika (*Oxycoccus palustris*) kasvatamise alaseid katseid alustati Nigula looduskaitsealal
16 H. Vilbaste poolt 1960. aastatel (Ruus ja Vilbaste, 1968). T. Paali (2011) andmeil sobivad
17 suhteliselt kõrge põhjavee ja vähelagunenud (20–40%) turbaga jääksood hästi
18 jõhvikakultuuride rajamiseks, ajapikku hakkab marjakultuuridega kaetud aladel
19 akumulereuma ka turvas. Jõhvikakultuuride rajamine jääksoodes aitab kaasa rabataimestiku
20 taastamisele. Lisaks on jääksoodes, kuhu on rajatud jõhvikakultuur, marjasaak enamasti
21 palju kõrgem kui see oli enne kuivendamist: kui maksimumsaak istutatud
22 jõhvikakultuurides on kuni 10 t/ha ja külvatud jõhvikakultuurides 1,5 t/ha, siis looduslikes
23 soodes loetakse heaks jõhvikasaagiks 0,5 t/ha (T. Paal, 2011). Vilbaste et al. (1995) andmeil
24 tuleb pärast külvi väetada jõhvikapõldu superfosfaadiga, see kiirendab rabataimestiku
25 taastumist ja kaitseb jõhvikataimi külmakahjustuste eest.

26 Viimase 15 aasta jooksul on üha enam levinud ka Põhja-Ameerikast pärist kannasmustika
27 (*Vaccinium angustifolium*) seemikute ja poolkõrge kasvuga hübriidsortide 'Northblue' ja
28 'Northcountry' kasvatamine ammendatud turbatootmisväljadel, R. Värniku suulistel
29 andmetel on ammendatud freesturbaväljad mustikakasvatuse rajamiseks parimad
30 kasvukohad (T. Paal, 2011). Ehkki kirjanduse andmeil sobib kannasmustikate
31 kasvatamiseks muld, mille pH väärtus jääb vahemikku 4,0–5,0 (Holmes, 1960; Hall *et al.*,
32 1964), on Eesti Maaülikooli teadlaste poolt läbi viidud uurimused näidanud, et
33 kannasmustikad saavad edukalt kasvada ka rabaturbaga jääksoodes, kus mulla pH väärtus
34 on tavaliselt 2,5–4 (Paal *et al.*, 2003). T. Paali (2011) soovitusel on sobilik istutada nii
35 poolkõrged kannasmustika sorditaimed kui ka seemikud maha varakevadel esimeste
36 soojade ilmadega, siis jätkub taimedele turbas niiskust ka väga kuival kevadel ja jääb ära
37 nende tülikas kastmine. Ka kannasmustikataimed vajavad väetamist, eelkõige lämmastiku,
38 ent ka fosfori ja kaaliumiga, väetisekogused olenevad turba mineraliseerumise astmest ja
39 istandiku seisundist ning võrsed peaksid jõudma esimeste külmade tulekuks korralikult
40 puituda (T. Paal 2011). Kuna kannasmustika põõsad vananevad, vajavad nad seetõttu ka
41 aeg-ajalt lõikamist.

42

43 **Metsastamine**

44 Üheks jääksoode kasutusvõimaluseks on metsastamine, Selini (1995) andmeil on
45 metsastamine põhiliseks jääksoode rekultiveerimisviisiks ka Soomes (Pikk, 2011, märkus:
46 Jaak Pikk). Paljudel praegustel soodel on minevikus kasvanud metsad, millest annavad

1 tunnistust turba varumisel avanevad kannukihid (Seemen, Jäärats, 2014). Jääksoode
2 looduslik metsastumine on aga ebasobivate tingimuste tõttu pikaajaline protsess ning
3 enamasti on sel viisil tekkinud mets ka väheproduktiivne (Pikk 2011, märkus: Jaak Pikk).
4 Selle kinnituseks on ka Eesti Geoloogiakeskuse poolt läbi viidud mahajäetud
5 turbakaevandamisalade revisjon (Ramst *et al.*, 2005, 2006, 2007, 2008). Näiteks
6 ammendatud turbatootmisväljade looduslikuks uuenemiseks männiga (*Pinus sylvestris*)
7 väljavaated puuduvad (Seemen, Jäärats, 2014). Seevastu mõnel pool, ehkki harva, võib
8 leida jääksoodel looduslikult uunenud hea juurdekasvuga lehtpuupuustuid, kus kasvab nii
9 arukaske (*Betula pendula*) kui sookaske (*Betula pubescens*), vähesel hulgal ka haaba
10 (*Populus tremula*) ja pajusid (*Salix spp.*) (Pikk, 2011). Võttes jääksoo kasutusele
11 metsamaana, tuleb tagada liigvee ärajuhtimine, sageli takistab seda sobiva eesvoolu
12 puudumine, lisaks on probleemiks mikrokliima: ekstreemse temperatuuri toimel võivad
13 kahjustuda noored taimed ja nende võrsed ning külmakohrutuse tulemusel rebenevad
14 taimede juured. Endise Eesti Metsainstituudi teadlaste poolt 1986. aastal Keressaare
15 jääksohu rajatud kuuse (*Picea abies*) kultuuris läbi viidud katsed näitasid, et turba pinnal
16 esines miinustemperatuure ka suveperioodil, näiteks 1989. aasta juunis esines turba pinnal
17 ka öökülma ($-2,5^{\circ}\text{C}$), 1990. aasta juuni keskel oli aga miinimumtemperatuuriks koguni $-$
18 $6,0^{\circ}\text{C}$, turbalasundi sügavamas osas nii suuri temperatuurikõikumisi ei esine. Puude kasvu
19 seisukohalt võib olla takistuseks turvasmulla läbikülmumine, lisaks õhutemperatuurile
20 sõltub see ka eelnenud sügisvihmade rohkusest (turba niiskusesisaldusest), seemikuid võib
21 ohustada ka väga kõrge temperatuur. Jääksoode metsastamisel on probleemiks ka puude
22 kasvuks vajalike toitainete vähesus turba jääklasundis, nende omavaheline sobiv vahekord
23 ja kättesaadavus (Pikk, 2011). Valgevenes saadud uurimistulemused (Podžarov, 1974) on
24 näidanud, et kõigi istutatud puuliikide säilivus on väiksem sügaval jääkturbal, ka suhteliselt
25 õhukesed jääkturba lasundid (paksusega 20–40 cm) ei sobi metsapuude kasvatamiseks kuigi
26 hästi; papli (*Populus spp.*), kase (*Betula spp.*), haava (*Populus tremula*), kuuse (*Picea abies*)
27 ja männi (*Pinus sylvestris*) kasvatamiseks osutuvad heaks keskkonnaks ainult alla 20 cm
28 paksusega turba jääklasundid (Pikk, 2011). Ka Soomes saadud uurimistulemused näitavad,
29 et turbakihi paksus peaks sellisel juhul olema 10–20 cm (Luonnonvarakeskusta, 2014).
30 Rakendades sama meetodikat Eestis, oleks see aga vastuolus seadusandlusega:
31 Keskkonnaministri 26. mai 2005 määruse nr. 42 „Üldgeoloogilise uurimistöega,
32 geoloogilise uuringuga ja kaevandamisega rikutud maa korrastamise kord“ paragrahv 13
33 lõige 1 sätestab, et kui väljakkaevandamisega ammendatud jääksoo kujundatakse haritavaks
34 maaks või metsamaaks, tuleb jätta kaevandamata vähemalt 0,3 meetri paksune turbakiht.

35 Jääksoode metsastamiseks sobivad mänd (*Pinus sylvestris*) (Seemen ja Jäärats, 2014; Valk,
36 1992), kuusk (*Picea abies*) ja kask (*Betula spp.*) (Valk, 1992). Sobivaimaks puuliigiks
37 metsakultuuride rajamisel jääksoodes peetakse arukaske (*Betula pendula*), mändi (*Pinus*
38 *sylvestris*) kahjustavad sageli põdrad, kuuske (*Picea abies*) aga juunikuised öökülmad,
39 samuti on okaspuude kasvatamine on seotud suuremate kulutustega (Pikk 2011).

40 Pikka (märkus: Jaak Pikk) (2011) andmeil takistavad jääksoode metsastamist ja looduslikku
41 metsastumist mulla (turba jääklasundi) toitainete vähesus ja tasakaalustamatus, ebasoodne
42 mikrokliima (suured lagendikud ning sellest tingitud hilis- ja varakülmade oht, maapinna
43 kõrge temperatuur), mulla halb poorsus, ebasobiv niiskusražiim jm. Aro ja Kaunisto (1995)
44 andmeil on enamasti soodes, sh ka jääksoodes puude kasvu limiteerivaks faktoriks fosfori
45 ja/või kaaliumi puudus, samuti on jääksoode turbalasundis ebasobiv lämmastiku ja fosfori
46 suhe (Pikka, 2011). Valk (1982) on aga leidnud, et mineraalväetiste kasutamine on
47 jääksoode metsastamisel vajalik isegi siis, kui pindmiseks kihiks on madalsooturvas (Pikka,
48 2011). Alternatiiviks mineraalväetiste kasutamisele on aga erinevate jäätmete (reoveesette,
49 puu- ja turbatuha, tsemenditolmu jm) kasutamine jääksoode viljakuse tõstmiseks. Mitmed

1 autorid (Gradeckas, 1997; Gradeckas *et al.*, 1998; Käposts *et al.*, 2000, 2001; Pikka, 2004,
2 2005, 2006; Tälli *et al.*, 1996; Tälli ja Riispere, 1996) on leidnud, et muldade töötlemine
3 reoveesetega soodustab puude kasvu, ehkki metsastatud jääksoodes on reoveesetega
4 katseid viidud läbi vähe (Pikka, 2011). Küll aga näitasid Gradeckas'e jt. (1998) poolt
5 Leedus läbi viidud katsed, et reoveesetega väetamisele reageerivad jääksoos hästi **arukask**
6 (***Betula pendula***) ja **sookask** (***Betula pubescens***), **harilik haab** (***Populus tremula***),
7 **hübriidhaab** (***Populus ×wettsteinii***), **berliini pappel** (***Populus ×berolinensis***) ja **saarvaher**
8 (***Acer negundo***), puude kasv jääksoos oleneb eelkõige puuliigist ja kasutatud sette kogusest.
9 Ehkki mitmetel juhtudel on reoveesete kasutamisel täheldatud puude juurdekasvu olulist
10 suurenemist, tuleb arvestada, et puude kasvamaminekut ja kasvu mõjutab oluliselt ilmastik,
11 näiteks hukkus külma tõttu katsealal 25 % sangleppadest (***Alnus glutinosa***) (Pikka, 2011).

12 Üheks olulisemaks puude kasvamaminekut takistavaks teguriks on maapinna kõrge
13 temperatuur jääksoo pinnal (Pikka, 2011). Lisaks mulla omaduste parandamisele aitab
14 settega töötlemine luua ka metsakultuurile soodsa mikrokliima. Settega töötlemise
15 tagajärjel intensiivistus ka rohhtaime kasv, liialt lopsakas rohukate on suurimaks ohuks
16 noorte puude kasvule, mistõttu on vaja noort metsakultuuri rohida. Suur kahju
17 metsakultuurides põhjustasid ka ulukid (Pikka, 2011).

18

19 **Energiakultuuride kasvatatus**

20 Jääksoode kasutamise võimaluseks on ka energianiidu rajamine katlamajades põletatava
21 rohumassi kasvatamiseks (J. Paal, 2011). Päideroog (***Phalaris arundinacea***) on heade
22 omadustega taim energiatootmiseks tänu oma kiirele uuenemisele, suurele saagikusele ja
23 headele põlemisomadustele (J. Paal, 2011). Näiteks Hytöneni (2006) andmeil on jääksood
24 peamisteks päideroo kasvatusaladeks ka Soomes (Heinsoo, 2011). Kuna jääksood on
25 happelised ja toitevaesed, on väetamine ja lupjamine päideroo kasvatamisel
26 mõõdapääsmatu (J. Paal, 2011). Heinsoo *et al.* (2011) andmeil on väetamisega võimalik
27 saagikust tõsta küll enam kui kaks korda, ent selle tulemusena on ka koristuskadod suuremad,
28 sest pikaks kasvanud kõrred lamanduvad talvel lumikatte all, lisaks kaasneb väetamisega
29 majanduslik kulu. Heinsoo *et al.* (2011) andmeil ei tohiks jääksoo kasutamisel energianiidu
30 rajamiseks olla turba jääkklasundi paksus enam kui 10 cm, ent see on vastuolus kehtiva
31 seadusandlusega: Keskkonnaministri 26. mai 2005 määruse nr. 42 „Üldgeoloogilise
32 uurimistööga, geoloogilise uuringuga ja kaevandamisega rikutud maa korrastamise kord“
33 paragrahv 13 lõige 1 sätestab, et kui väljakkaevandamisega ammendatud jääksoo
34 kujundatakse haritavaks maaks või metsamaaks, tuleb jätta kaevandamata vähemalt 0,3
35 meetri paksune turbakiht.

36

37 **Märgalapuhastid**

38 Lisaks eelpoolmainitule on võimalik ka jääksoode kasutamine turbakaevandamisalade
39 kuivendusvee puhastamiseks (Raadla ja Köpp, 2011). Turba kaevandamisel tekib rohkelt
40 turbatolmu, mis reostab vette sattudes vett heljumi ja orgaanilise ainega. Tavaliselt
41 kasutatakse turbakaevandamisaladelt lähtuva vee puhastamiseks settebasseine, efektiivsem
42 on kasutada puhastuslodusid ehk veepuhastuse märgalaid, mis on pidevalt kaetud osalt
43 veega, ent üleujutamata alal jääb põhjavee tase ka kuival perioodil maapinna lähedale
44 (Aleksand ja Timmusk, 2002). Samuti võib kaaluda märgalade rajamist hajureostuse
45 puhverdamiseks, näiteks intensiivse põllumajandusega piirkondades.

1 Eesmärgiga taastada süsinikku siduvaid ökosüsteeme ja panustada elurikkuse säilimiseks
2 soodsate tingimuste loomisele, on üheks võimaluseks ka kaevandusjärgselt märgalade
3 taastekkeks sobivate tingimuste loomine.

4

5 **Märgala tekkeks sobivate tingimuste loomine**

6 Süsinikku siduvate ökosüsteemide taastamiseks ja soodsate tingimuste loomiseks
7 elurikkuse säilimisele on soovitatav sobivate tingimuste loomine märgalade taastekkeks
8 kaevandamisest väljajäänud aladel. Selle küsimuse lahendamine eeldab aga mitmeid eeltöid
9 ning vastavasisulisel taastamisprojekti koostamist. Projekti tegevused peavad baseeruma
10 eeluuringutel. Kuivendatud ja kaevandatud soode taastamisel või ka korrastamisel on
11 esmaseks ülesandeks vajaliku veerežiimi tagamine: soo taastamise üheks põhiliseks
12 eelduseks on veetaseme tõstmine ja selle sesoonse stabiilsuse tagamine (Ilomets, 2011).
13 Samuti sõltub iga taastamisala järelkasutuse kavandamine kaevandusjärgsest turbalasundi
14 paksusest ja selle pealmise kihi omadustest, mistõttu tuleb iga kaevandamisala taastamist
15 käsitleda individuaalselt. Alljärgnevalt antakse ülevaade väljaspool Eestit rakendatud
16 meetoditest ning analüüsitakse nende sobivust Eesti oludesse muutuvates kliimaoludes.

17 Botch ja Masing (1983) poolt avaldatud endise NSVL lääneosa soode rajoneerimise järgi
18 kuulub suurem osa Eestist Läänemere ranniku rabade provintsi alamklassi, väiksem
19 idapoolne osa aga Ida-Eesti rabade provintsi. Succow ja Jeschke (1990) klassifikatsiooni
20 alusel paiknevad Balti riigid ning neist itta ja kirdesse jäävad ulatuslikud alad IV ehk rabade
21 vööndis, sellest läänepoolne osa jääb Läänemere idaosa provintsi (IV6) ning Kirde-Euroopa
22 lausmaa provintsi (IV7). Võttes arvesse, et tuleviku kliimastenaarium RCP8.5 näeb
23 võrreldes praegusega ette kõrgemaid keskmisi õhutemperatuure ja mõnevõrra suuremat
24 sademete hulka, hakkab Eesti kliima sarnanema Orkney saartele Suurbritannias
25 (klimatoloog Mait Sepp: suulised andmed). Võttes aluseks Succow & Jeschke
26 klassifikatsiooni, kuulub see piirkond sarnaselt Eestiga IV ehk rabade vööndisse, ent Iirimaa
27 ja Põhja-Inglismaa provintsi (IV1). Ehkki kliimaatilised tingimused (mh kõrgem sademete
28 hulk ja keskmine õhtemperatuur) on seal mõnevõrra erinevad, on nende piirkondade
29 sooökosüsteemide taimestik sarnane Eestiga: ka näiteks Iirimaal esineb rabades huulheinu
30 (*Drosera* spp.), turbasamblaid (*Sphagnum* spp.), eri villpea liike (*Eriophorum* spp.).

31 Suurbritannias, kus sademete hulk on suur ja vegetatsiooniperiood pikk, rakendatakse
32 peamiselt jääksoode kuivenduskraavide sulgemist nii turbast kui plastikust tammidega,
33 veetaseme tõstmist ja kohati ajutiselt üleujutatud alade tekitamist, seejuures ei viida läbi
34 taimestiku aktiivset taastamist, ent luuakse võimalikult soodsad tingimused selle
35 iseeneslikuks taastamiseks (Wheeler *et al.*, 1995). Suurbritannias kasutatud meetodikat on
36 rakendatud ka näiteks Saksamaal, kus aktiivset sootaimestiku taastamist selleks
37 ettevalmistatud jääksoodes on tehtud vaid mõne hektari suurustel katsealadel, takistuseks
38 on osutunud jääksoo korrastamiseks vajaliku taimematerjali vähene kättesaadavus ja kõrge
39 hind (Karofeld, 2011). Jääksoode korrastamist on rakendatud ka Kanadas, erinevalt mitmel
40 pool Lääne-Euroopas kasutatavast meetodikast toimub seejuures ka taimestiku aktiivne
41 taastamine ja taimede kasvuks sobilike niiskustingimuste loomine, korrastatav ala
42 (eesmärgiks rabakoosluse taastamine) kaetakse üle ühe väljaku rabataimede fragmentidega
43 (Quinty ja Rochefort, 2003). Liikide introductseerimine koosluse taastamiseks on vajalik
44 liikide levimist piiravate asjaolude tõttu, näiteks Soomes ja Poolas on rakendatud nn
45 doonorheina siirdamist niitudelt koosluste taastamise eesmärgil (Hedberg, 2013). Kanadas
46 läbiviidud uurimuse tulemusel leiti, et looduslikest soodest pärit taimefragmente (seemned,
47 risoomid, samblafragmendid) on sobilik kasutada kaevandusjärgsel madalsoode
48 taimekoosluste taastamisel (Cobbaert *et al.*, 2004). Mälsoni (2008) hinnangul on aga

1 elujõuliste taimepopulatsioonide taastekkeks madalsoodes vajalik kombineerida erinevaid
2 taastamistegevuse meetmeid (sh viia läbi taimestiku aktiivset taastamist). Rootsis läbi
3 viidud madalsoode taastamise uuringu tulemused näitasid, et lisaks turbasammaldele
4 (*Sphagnum* spp.) asusid taasloodud märgalal kiiresti kasvama ka tarnad (*Carex* spp.)
5 (Hedberg, 2013).

6 Mahajäetud kaevandusaladel tuleb sageli luua eri kõrgusega väljade või väljaosade vahele
7 turbast vaheseinu pinnalähedase veetaseme hoidmiseks – sellega püütakse eeskätt
8 rabataimedele luua soodsad kasvu- ja invasioonitingimused. Kogemused on aga näidanud,
9 et kirjeldatud tehnoloogia on pigem sobiv suure sademetehulga (üle 1000 mm aastas) ja
10 kõrge õhuniiskusega piirkondadele, näiteks Šotimaa. Pikemate või lühemate
11 põuapiirkondadega piirkondades (sh ka Eestis), võib kogu kasvuperioodi kestel veetaseme
12 ühtlane hoidmine turbapinnast mõne sentimeetri võrra kõrgemal osutada võimatuks.
13 Ilomets (2011).

14 Nn Kanada meetodikat, mille korral korrastatv ala kaetakse üle ühe väljaku rabataimede
15 fragmentidega, on rakendatud ka Eestis (Hara soo taastamis- ja tammitamisprojekt, 2012).
16 Kuna isetaastuva soo rajamine on pikaajaline protsess, on tegevuste edukuse analüüs
17 võimalik alles tulevikus (5–10 aasta pärast), selleks tuleb korraldada eraldi seire.
18 Turbasammalde (*Sphagnum* spp.) külv on meie oludesse sobiv, sellealaste katsete
19 läbiviimine on andnud positiivseid tulemusi (Karofeld *et al.*, 2013)

20 Eelnevast tulenevalt järeldatakse, et kliima muutused ei pruugi olla ebasobivad
21 turbasammalde külviks. Aurumise suurenemist ei pruugi kompenseerida ka suurem
22 sademete hulk, kuid vastavad prognoosid Luhamaa jt (2015) stsenaariumites puuduvad.
23 Teiste meetodikate osas on määravad alade ettevalmistus ja tehnoloogilised lahendused
24 ning meetodikate täiendamine lähtuvalt seire tulemustest.

25

26 **Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud**

27 Eeldades seniste ilmastikutingimuste jätkumist:

28 a) aastani 2020,

29 b) aastani 2030

30 ning lähtudes kliimastenaariumite RCP4.5 ja RCP8.5 olemasolust

31 a) aastatel 2021–2050,

32 b) aastatel 2051–2100,

33 hinnati sobivate jääksoode kasutamisevõimalustena marjakasvatust, jääksoode metsastamist
34 (sh reoveesette kasutamisega), energianiidu rajamist (päideroo kasvatamine), jääksoode
35 kasutamist märgala puhastitena turbakaevandamis- ja põllumajandusalade kuivendusvee
36 puhastamiseks ja märgalade tekkeks soodsate tingimuste rajamist. Kliimamuutustega
37 kaasnevatest ilmastikutingimuste muutustest (**Tabel 52** mõju 11.09) tulenevalt ei saa
38 praeguste teadmiste valguses eelistada ühte kasutusviisi teise eest. Siiski on kliimamuutuste
39 leevendamiseks oluline süsinikku siduvate ja akumuleerivate ökosüsteemide taastamine
40 ning muutuvad ilmastikutingimused ei välista seda võimalust.

41

1 **11.4.7. Mõjude kokkuvõte**

2 Peamise negatiivse mõjuna saab käsitleda mineraliseerumise ja sellest tuleneva CO₂
3 emissiooni suurenemist, positiivse mõjuna kaevandusalade kasutuse efektiivsuse tõusu
4 seonduvalt pikeneva kaevandamisperioodiga, mis seniste kaevandusmahtude säilimisel
5 võib viia vajaduseni kaevandada väiksema kogupindalal ja seeläbi vähendada CO₂
6 koguemissiooni prognoositavat suurenemisest. Teadmata või neutraalse mõjuga on
7 täiendavate keskkonnatasude rakendumine, mis ühelt poolt võib ettevõtjale tuua kaasa
8 täiendavaid kulusid, sh vajaduse korral uute tehnoloogiate kasutuselevõtul, teiselt poolt loob
9 võimalused keskkonnamõjude vähenemiseks (näit märgkaevandamise abil kaevandusalade
10 pindala ja nendelt lähtuva CO₂ emissiooni vähenemisel). Mõjude kokkuvõtted on esitatud
11 alljärgnevalt ka ülevaattetabelina (**Tabel 48, Tabel 49, Tabel 50, Tabel 51 ja Tabel 52**).

12

13

14 **11.4.8. Mõjude kokkuvõte**

15 Peamise negatiivse mõjuna saab käsitleda mineraliseerumise ja sellest tuleneva CO₂
16 emissiooni suurenemist, positiivse mõjuna kaevandusalade kasutuse efektiivsuse tõusu
17 seonduvalt pikeneva kaevandamisperioodiga, mis seniste kaevandusmahtude säilimisel
18 võib viia vajaduseni kaevandada väiksema kogupindalal ja seeläbi vähendada CO₂
19 koguemissiooni prognoositavat suurenemisest. Teadmata või neutraalse mõjuga on
20 täiendavate keskkonnatasude rakendumine, mis ühelt poolt võib ettevõtjale tuua kaasa
21 täiendavaid kulusid, sh vajaduse korral uute tehnoloogiate kasutuselevõtul, teiselt poolt loob
22 võimalused keskkonnamõjude vähenemiseks (näit märgkaevandamise abil kaevandusalade
23 pindala ja nendelt lähtuva CO₂ emissiooni vähenemisel). Mõjude kokkuvõtted on esitatud
24 alljärgnevalt ka ülevaattetabelina (**Tabel 48, Tabel 49, Tabel 50, Tabel 51 ja Tabel 52**).

25

Tabel 48. Kliimamuutuste mõju kasvuhoonegaaside emissioonile turba kaevandusaladelt.

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
Kuni 2020	Senine ilmastik	Suurem sademete hulk (juuni-aug) ja ekstreemselt märgade päevade esinemine	11.02	keskkonnamõjud suurenevad	-	väike (sanktsioonid puuduvad)	väike (puudub)	väike (otsene tõendus ilmastiku andmete põhisel perioodil 1992-2010 ja vastavasisulistel uuringutel)	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad
	Senine ilmastik	Õhutemperatuuri tõus	11.01	keskkonnamõjud suurenevad	-	väike (sanktsioonid puuduvad)	väike (puudub)	väike (otsene tõendus ilmastiku andmete põhisel perioodil 1992-2010 ja vastavasisulistel uuringutel)	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad
Kuni 2030	Senine ilmastik	Suurem sademete hulk (juuni-aug) ja ekstreemselt märgade päevade esinemine	11.02	keskkonnamõjud suurenevad	-	väike (sanktsioonid puuduvad)	väike (puudub)	väike (otsene tõendus ilmastiku andmete põhisel perioodil 1992-2010 ja vastavasisulistel uuringutel)	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad
	Senine ilmastik	Õhutemperatuuri tõus	11.01	keskkonnamõjud suurenevad	-	väike (sanktsioonid puuduvad)	väike (puudub)	väike (otsene tõendus ilmastiku andmete põhisel perioodil 1992-2010 ja vastavasisulistel uuringutel)	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad
2021-2050	RCP4.5; RCP8.5	Keskmiised õhutemperatuurid suurenevad	11.01	keskkonnamõjud suurenevad	-	keskmine (võimalikud sanktsioonid riiklikul tasandil KHG emissioonide suurenemisel, CO2 maksud ettevõtetele)	keskmine (hõivatute arv võib väheneda)	suur (otsene tõestus emissioonide ja temperatuuri suhte põhjal)	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	Senine ilmastik	Suurem sademete hulk (juuni-aug) ja ekstreemselt märgade päevade esinemine	11.02	keskkonnamõjud suurenevad	-	väike (sanktsioonid puuduvad)	väike (puudub)	väike (otsene tõendus ilmastiku andmete põhisel perioodil 1992-2010 ja vastavasisulistel uuringutel)	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad
2051-2100	RCP4.5; RCP8.5	Keskmsed õhutemperatuurid suurenevad	11.01	keskkonnamõjud suurenevad	-	keskmine (võimalikud sanktsioonid riiklikul tasandil KHG emissioonide suurenemisel, CO2 tasu ettevõtetele)	väike (puudub)	suur (otsene tõestus emissioonide ja temperatuuri suhte põhjal)	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad
	Senine ilmastik	Suurem sademete hulk (juuni-aug) ja ekstreemselt märgade päevade esinemine	11.02	keskkonnamõjud suurenevad	-	väike (sanktsioonid puuduvad)	väike (puudub)	väike (otsene tõendus ilmastiku andmete põhisel perioodil 1992-2010 ja vastavasisulistel uuringutel)	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad

Tabel 49. Kliimamuutuste mõju turba kaevandamise mahtudele.

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
Kuni 2020	Senine ilmastik	Suurem sademete hulk (juuni-aug) ja ekstreemselt märgade päevade esinemine	11.04	kaevandusmahud vähenevad	-	suur (ettevõtete tulu väheneb)	keskmine (hõivatute arv võib väheneda)	väike (otsene tõendus kaevandusmahtude statistikast perioodil 1992-2010)	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad
	Senine ilmastik	Sademete vähenemine	11.04	kaevandamismahud suurenevad	+	keskmine (tulu võib suurened, nõudlus mitte)	keskmine (hõive võib paraneda)	keskmine (otsene tõendus kaevandusmahtude statistikast)	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad
Kuni 2030	Senine ilmastik	Suurem sademete hulk (juuni-aug) ja ekstreemselt märgade päevade esinemine	11.04	kaevandusmahud vähenevad	-	suur (ettevõtete tulu väheneb)	keskmine (hõivatute arv võib väheneda)	väike (otsene tõendus kaevandusmahtude statistikast perioodil 1992-2010)	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad
	Senine ilmastik	Sademete vähenemine	11.04	kaevandamismahud suurenevad	+	keskmine (tulu võib suurened, nõudlus mitte)	keskmine (hõive võib paraneda)	väike (otsene tõendus kaevandusmahtude statistikast)	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad
2021-2050	RCP4.5; RCP8.5	Sademete hulk suureneb	11.05	kaevandusmahud võivad väheneda	-	väike (ettevõtete tulu võib väheneda)	väike (hõivatute arv võib väheneda)	väike (otsene tõendus kaevandusmahtude statistikast ja seostest sademete mahuga)	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP4.5	Keskised temperatuurid suurenevad	11.03	kaevandamise efektiivsus ja nõudluse korral ka kaevandusmahud suurenevad (aiandusturba (sh hästilagunenud, senini kütteturba kasutatava turba) kasutus suureneb, kuna Lääne-Euroopas, näit Saksamaal selle kaevandamiseks/tootmiseks muutuvad tingimused ebasobivaks). Teisalt eeldab see kaevandusalade suurendamist eesmärgiga suurendada turba kaevandamise mahte, mis tähendab suuremat survet keskkonnale.	0	suur (ettevõtete tulu suureneb)	keskmine (hõivatute arv jääb samaks või suureneb)	keskmine või suur	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad
	RCP8.5	Keskised temperatuurid suurenevad	11.03	kaevandusmahud vähenevad (kütteturba kasutus väheneb), kaevandusalade kasutus väheneb	-	suur (ettevõtete tulu väheneb)	keskmine (hõivatute arv väheneb)	teadmata (energia, näit elektri tootmiseks saab turvast siiski kasutada)	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad
	RCP8.5	Keskised temperatuurid suurenevad	11.03	kaevandusperiood pikeneb ühe kuu võrra ja loob tingimused kaevandamise efektiivsuse ja mahtude suurendamiseks 1/3 võrra. Suureneb surve keskkonnale, mida aitab vähendada väiksem vajadus kaevandusalade järele.	0	suur (ettevõtete tulu võib suurendada olenevalt turu nõudlusest)	keskmine (hõivatute arv võib suurendada)	keskmine (põhineb ilmastikutingimuste ja kaevandamismahtude vaheliste seoste analüüsil)	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad
2051-2100	RCP4.5; RCP8.5	Sademetes hulk suureneb	11.05	kaevandusmahud võivad väheneda	-	väike (ettevõtete tulu võib väheneda)	väike (hõivatute arv võib väheneda)	väike (otsene tõendus kaevandusmahtude statistikast ja seostest sademete mahuga)	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad
	RCP4.5	Keskised temperatuurid suurenevad	11.03	kaevandusperiood pikeneb ühe kuu võrra ja loob tingimused kaevandamise efektiivsuse ja mahtude suurendamiseks 1/3 võrra, suureneb surve keskkonnale, mida aitab vähendada väiksem vajadus kaevandusalade järele.	0	suur (ettevõtete tulu võib suurendada olenevalt turu nõudlusest)	keskmine (hõivatute arv võib suurendada)	keskmine (põhineb ilmastikutingimuste ja kaevandamismahtude vaheliste seoste analüüsil)	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad

Period	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP4.5	Keskised temperatuurid suurenevad	11.03	kaevandusmahud suurenevad (aiandusturba, sh hästilagunenud, senini kütteturba kasutatava turba) kasutus suureneb, kuna Lääne-Euroopas, näit Saksamaal selle kaevandamiseks/tootmiseks muutuvad tingimused ebasobivaks). Teisalt eeldab see kaevandusalade suurendamist eesmärgiga suurendada turba kaevandamise mahte, mis tähendab suuremat survet keskkonnale.	0	suur (ettevõtete tulu suureneb)	keskmine (hõivatute arv jääb samaks või suureneb)	keskmine või suur	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad
	RCP8.5	Keskised temperatuurid suurenevad	11.03	kaevandusmahud vähenevad (kütteturba kasutus väheneb), kaevandusalade kasutus väheneb	-	suur (ettevõtete tulu väheneb)	keskmine (hõivatute arv väheneb)	teadmata (energia, näit elektri tootmiseks saab turvast siiski kasutada)	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad
	RCP8.5	Keskised temperatuurid suurenevad	11.03	kaevandusperiood pikeneb kahe kuu võrra ja loob tingimused kaevandamise efektiivsuse ja mahtude suurendamiseks 2/3 võrra, suureneb surve keskkonnale, mida aitab kompenseerida väiksem vajadus kaevandusalade järele	0	suur (ettevõtete tulu võib suurened olenevalt turu nõudlusest)	keskmine (hõivatute arv võib suurened)	keskmine (põhineb ilmastikutingimuste ja kaevandamismahtude vaheliste seoste analüüsil)	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad

Tabel 50. Kliimamuutuste mõju turba kaevandamise tehnoloogiatele.

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
2021-2050	RCP4.5; RCP8.5	Sademetes ja temperatuuride suurenemine	11.06	vajadus tehnoloogiate muutmiseks	0	suur (ettevõtete kulud kui ka tulud võivad suureneada, keskkonnakahjude ulatus ja sanktsioonide (näit CO2 maks) võivad väheneda).	keskmine (hõivatute arv säilib)	väike (ilmastikumuutus) või teadmata (vastavad kaevandamistechnoloogiad pole tööstuslikus kasutuses ja vajab testimist Eesti oludes)	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad
	RCP4.5; RCP8.5	Keskised õhutemperatuurid suurenevad, CO2 emissiooni suurenemine kaevandusaladelt	11.07	vajadus tehnoloogiate muutmiseks	0	keskmine (ettevõtete investeerimis ja tootmiskulud võivad suurendam, teisalt võib tehnoloogiate kasutuselevõtt tuua kaasa ka tootmiskulude või keskkonnatasude vähenemise)	keskmine (hõivatute arv säilib)	teadmata (vastavad tehnoloogiad pole tööstuslikus kasutuses ja vajab testimist Eesti oludes, vajadust tehnoloogiliseks muudatuseks võib vähendada kaevandusalade efektiivsem kasutus)	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad
2051-2100	RCP4.5; RCP8.5	Sademetes ja temperatuuride suurenemine	11.06	vajadus tehnoloogiate muutmiseks	0	suur (ettevõtete kulud kui ka tulud võivad suureneada, keskkonnakahjude ulatus ja sanktsioonide (näit CO2 maks) võivad väheneda).	keskmine (hõivatute arv säilib)	väike (ilmastikumuutus) või teadmata (vastavad kaevandamistechnoloogiad pole tööstuslikus kasutuses ja vajab testimist Eesti oludes)	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad
	RCP4.5; RCP8.5	Keskised õhutemperatuurid suurenevad, CO2 emissiooni suurenemine kaevandusaladelt	11.07	vajadus tehnoloogiate muutmiseks	0	keskmine (ettevõtete investeerimis ja tootmiskulud võivad suurendam, teisalt võib tehnoloogiate kasutuselevõtt tuua kaasa ka tootmiskulude või keskkonnatasude vähenemise)	keskmine (hõivatute arv säilib)	teadmata (vastavad tehnoloogiad pole tööstuslikus kasutuses ja vajab testimist Eesti oludes, vajadust tehnoloogiliseks muudatuseks võib vähendada kaevandusalade efektiivsem kasutus)	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad

Tabel 51. Kliimamuutuste mõju turba kaevandamisele: alavaldkond - valdkonnas olulised poliitikadokumendid.

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
Kuni 2020	Senine ilmastik	Temperatuuride ja sademete hulga suurenemine, CO2 emissioon kaevandusaladelt	11.08	täiendavate keskkonnatasude kehtestamine	0	väike (sanktsioonid puuduvad, eeldatavasti ei kehtestata neid kuni 2030)	väike (puudub)	väike (senised ilmastikutingimused, kliima muutused ja kliimapoliitika senised arengud)	otsene	Kogu Eesti. Euroopa Liidus tasandil kliimapoliitika muutumisel mõju kogu regioonile kui ka globaalsel tasandil turba kasutajatele ja tootjatele
Kuni 2030	Senine ilmastik	Temperatuuride ja sademete hulga suurenemine, CO2 emissioon kaevandusaladelt	11.08	täiendavad keskkonnatasud	0	väike (sanktsioonid puuduvad, eeldatavasti ei kehtestata neid kuni 2030)	väike (võib vähendada tööhõivet)	keskmine (ilmastikutingimuste muutused ja kliimapoliitika senised arengud)	otsene	Kogu Eesti. Euroopa Liidus tasandil kliimapoliitika muutumisel mõju kogu regioonile kui ka globaalsel tasandil turba kasutajatele ja tootjatele
2021-2050	RCP4.5; RCP8.5	Temperatuuride ja sademete hulga suurenemine, CO2 emissioon kaevandusaladelt	11.08	täiendavad keskkonnatasud	0	suur (ettevõtete kulud võivad suureneda, teisalt võib uute tehnoloogiate rakendamine viia kulude kokkuhoiuni)	keskmine (hõivatute arv võib väheneda)	keskmine (senised ilmastikutingimused, kliima muutused ja kliimapoliitika senised arengud)	otsene	Kogu Eesti. Euroopa Liidus tasandil kliimapoliitika muutumisel mõju kogu regioonile kui ka globaalsel tasandil turba kasutajatele ja tootjatele
2051-2100	RCP4.5; RCP8.5	Temperatuuride ja sademete hulga suurenemine, CO2 emissioon kaevandusaladelt	11.08	täiendavad keskkonnatasud	0	suur (ettevõtete kulud võivad suureneda, teisalt võib uute tehnoloogiate rakendamine viia kulude kokkuhoiuni)	keskmine (hõivatute arv võib väheneda)	keskmine (kliimapoliitika senised arengud)	otsene	Kogu Eesti

Tabel 52. Kliimamuutuste mõju turba kaevandamisele: alade kaevandusjärgne kasutus.

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
2021-2050	RCP4.5; RCP8.5	Sademete hulk, sh suurte sadude esinemine suureneb, temperatuurid suurenevad	11.09	taastamisviiside kohandamine	+	suur (valitud meetodika ei nõua juba korrastatud alal täiendavaid töid, minimeeritakse KHGde emissioon või saavutatakse selletaassidumine korrastatavatel aladel)	väike (puudub)	teadmata	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad
2051-2100	RCP4.5; RCP8.5	Sademete hulk, sh suurte sadude esinemine suureneb, temperatuurid suurenevad	11.09	taastamisviiside kohandamine	+	suur (valitud meetodika ei nõua juba korrastatud alal täiendavaid töid, minimeeritakse KHGde emissioon või saavutatakse selletaassidumine korrastatavatel aladel)	väike (puudub)	teadmata	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad

1 **11.4.9. Piiriülesed aspektid**

2 Väheste CO₂ heitega majanduse saavutamise kontekstis aastaks 2050 ja maakasutus- ja
3 metsandussektori käsitlemisel Euroopa Liidu kliimapolitiitika osana (vt Euroopa Parlamendi
4 ja Nõukogu otsus nr. 529/2013/EL, 21. mai 2013) on määratletud maakasutussektori
5 võimaliku rollina kliimamuutuste mõju leevendamine, eelkõige vähendades heidet ning
6 säilitades ja suurendades sidumist ja süsinikuvarusid. Siinhulgas peetakse oluliseks
7 süsinikuvarude pikaajalist stabiilsust ja kohanemist. Seeläbi võib kaevandamise asemel
8 järjest enam leida poolehoidu rikutud turba-aladel kuivenduseelse veerežiimi taastamine ja
9 süsinikku akumulatsioonide funktsioonide taastamine ning võimalused
10 kaevandamisvõimete säilitamiseks või suurendamiseks vähenevad. Täiendavalt võib
11 kvoodikaubanduse laienemine ökosüsteemide taastamisele muuta selle rikutud alade
12 kaevandamisest eelistatumaks.

13 Teisalt võib suureneva nõudluse turba järele, näiteks ebasobivate kaevandustingimustega
14 Saksamaal, kus talvede soojenemisega võivad aiandusturba kaevandamiseks sobivad
15 tingimused halveneda ja seeläbi tekib rohkem nõudlust turba impordiks. Lisaks
16 ilmastikutingimuste muutumisele võib kaevandamist ja nõudlust mõjutada ka erinevate
17 riikide keskkonnapoliitika, näiteks on Saksamaal tendents turba kaevandamise
18 vähendamiseks. Omakorda võib see suurendada vajadust turba importimiseks.

19 CO₂ maksu kehtestamine turbakaevandusaladele või turba kasutamisele eeldab
20 rahvusvahelise koostöö arendamist antud maksuregulatsiooni kehtestamiseks E-i või
21 globaalsel tasandil. Vastasel korral ei pruugi ühe riigi turba kaevandamisega seotud sektor
22 olla enam konkurentsivõimeline ja tegevus võib olulisel määral väheneda. Antud juhul on
23 oluline, et jätkuks või algatataks rikutud turbaaladel süsiniku sidumise ja tagavara
24 säilimiseks vajalike tingimuste loomisega, et minimeerida või vältida kuivendusest tingitud
25 CO₂ emissiooni.

26

27 **11.5. Edasised uuringusuunad**

28 Eelduseks perioodil 2020–2100 võetakse kaevandusvõimete ja kaevandusalade pindala
29 säilimine perioodi 1992–2010 tasemel (vastavalt 1 mln t a ja 18 500 ha). Samuti eeldatakse,
30 et säilivad sektori senine sotsiaalne (eelkõige tööhõive) ja majanduslik tähtsus. Siiski võib
31 eeldada ka turba kaevandamisvõimete suurendamist, eelkõige seonduvalt Eesti
32 Energiamaajanduse Arengukava aastani 2030 eelnõus toodud eemärgiga turba kasutuse
33 suurendamiseks.

34 Seonduvalt kliima muutumisega soojemaks suureneb kaevandamise keskkonnamõju,
35 eelkõige suureneva turba mineraliseerumise ja sellest lähtuva CO₂ emissiooni tõttu.
36 Nimetatud mõju suurendamist võib vähendada kaevandamise efektiivsuses suurendamine
37 seonduvalt pikeneva kaevandamisperioodiga, mis võimaldab sama kogust turvast
38 ammutada väiksema kogupindalaga kaevandusalalt, st korruga kasutusel olevate
39 kaevandusalade pindala ja sellest lähtuv CO₂ koguemissioon võivad olla väiksemad. Siiski
40 säilib vajadus leida võimalusi keskkonnamõjude leevendamiseks läbi tehnoloogiliste
41 ümberkorralduste. Täiendavalt võib seda tingida lisanduva ressursitasu (CO₂ maks turba
42 kaevandamisele ja kasutusele) rakendamine aastaks 2050. Teisalt võib kliimapolitiitika
43 suundumusi (eelkõige väheste süsinikuheitmega majanduse suunal liikumisel) arvestades

1 eeldada ka turba kasutusmahtude vähenemist ja vähenevat valmisolekut uute
2 kaevandusalade lubamiseks.

3 **11.5.1. Kaevandusaladelt lähtuv kasvuhoonegaaside emissioon**

4 Hinnang kaevandusaladelt lähtuvale kasvuhoonegaaside emissioonile Eestis põhineb ühe
5 uurimistöo andmetel (vt. Salm, 2012), mis kinnitab ka mitmetes teistes uuringutes antud
6 järeldusi (nt Alm *et al.*, 2007) emissiooni positiivsest seosest soojema temperatuuriga.
7 Seeläbi võib eeldada, et kliima muutumisel soojemaks suureneb kaevandusaladel pinnase
8 mineraliseerumine ja sellest lähtuv CO₂ emissioon. Seonduvalt ilmastikutingimuste
9 muutustega soojenemise suunas, samuti võimalike muutustega kaevandamistehnoloogiates
10 ja kliimapolitiikas (CO₂ maksu kehtestamine turbakaevandusaladele või turba kasutamisele,
11 turba kasutuse liitmine kvoodikaubandusega, kasvuhoonegaaside emissiooni arvestus
12 soode taastamisel) on vajadus kaevandusalade emissioonifaktorite täpsustamiseks vastavate
13 rakendusuuringute kaudu ja nende kasutamine emissioonide hindamisel.

14 Paralleelselt kasvuhoonegaaside uuringutega on olulised ka mikrokliima alased uuringud,
15 mis aitavad mõista erinevate ilmastikutingimuste mõju kaevandusaladel, sh
16 kaevandusjärgsel perioodil toimuvale (nt pinnase soojenemisega kaasnevaid tõusvaid
17 õhuvooge ja nende mõju sademetele; temperatuuride ekstreemumite väärtused ja nende
18 mõjude hindamine kaevandatava turba omadustele ja taimestikule, tuleohtlikkusele) ja
19 hinnata paremini kaevandamise mõju keskkonnale (nt niiskusrežiimi, sh pinnase niiskuse
20 mõju kasvuhoonegaaside emissioonile).

21 Lisaks kaevandusalade gaasiemissioonidele kaasneb süsiniku kadu ka tuule- ja vee-
22 erosiooni abil, mille käigus võib turbakadu olla 6 mm a (Waddington ja McNeil, 2002).
23 Samuti soovee juhtimisega kuivendusvõrku viiakse välja olulisel määral lahustunud
24 orgaanilist süsinikku, see võib mõjutada allavoolu jäävate veekogude ökoloogiat ja
25 biogeokeemilisi tingimusi (Waddington *et al.*, 2008). Vastavalt Waddington'i jt (2008)
26 andmetele võib selle väljakanne kasvada temperatuuride suurenemisel ja
27 vegetatsiooniperioodi pikenemisel. Sellega seonduvalt on vajalik vastavalt Eesti oludele
28 anda hinnang kogu turba kaevandamise süsinikubilansile ja kaasnevate mõjude kohta
29 veekeskkonnale.

30 Toimumas on uuringud energiakultuuride kasvatamiseks mahajäetud kaevandusaladel, mis
31 hõlmavad ühtlasi kasvuhoonegaaside bilansi hinnangut. Vastavad uuringud on vajalikud ka
32 teiste kaevandusjärgsete kasutusviiside (marjakasvatus, metsastamine, märgalade
33 taastamine) kohta. Eemärk on hinnata nendelt aladelt lähtuvat kasvuhoonegaaside
34 emissiooni ja süsinikubilanssi, nende seost muutuvate ilmasikutingimustega ja töötada välja
35 meetodika minimeerimaks nendelt aladelt süsiniku väljakannet, seda lisaks teistele
36 keskkonnakaitselistele ja majanduslikele taotlustele.

37 Ülaltoodud teemavaldkondades saab tugineda naaberriikides läbiviidavatele uuringutele ja
38 riiklikes kasvuhoonegaaside aruannetes esitatud andmetele.

39 **11.5.2. Tehnoloogiad**

40 Soovitav on viia läbi uuringuid uuringud Eesti tingimustele sobivate märgkaevandamise
41 tehnoloogiate, niiske või märja turba mehaaniliste ja keemilis-termiliste töötlemise viiside
42 arendamiseks. Tegevuse eesmärgiks on vähendada kaevandamisega seonduvaid
43 keskkonnamõjusid, sh CO₂ heitmeid ja võimalikke kulusid juhul, kui peaks rakenduma CO₂
44 tasu kaevandusaladele. Vastav tegevus peaks samuti tuginema teistes riikides läbi viidud

1 rakendusuringutele ja eeldab juba tehtu põhjal Eesti oludele vastava uurimisprogrammi
2 koostamist.

3 **11.5.3. Alade kaevandusjärgne kasutus**

4 Kaevandamisjärgselt rekultiveeritud aladel tuleb läbi viia seiret, saamaks infot turbaaalade
5 kaevandusjärgsete kasutusviiside edukuse kohta. Seire läbiviimise eelduseks on sobiva
6 seiremetoodika olemasolu, selles tuleb arvestada jääksoo taastamisele eelnenud tingimusi
7 ja soovitud lõppeesmärki. Metoodika väljatöötamisel tuleb leida ka optimaalne seiresamm.
8 Käesoleva töö koostajate hinnangul oleks uute kaevandusjärgsete alade kasutusele võtmisel
9 vajalik alustada seiret koheselt. Hüdro- ja biotehnilistele taastamistöodele järgneval viiel
10 aastal on kõige olulisem taimestiku, vee taseme ja selle kvaliteedi seire, seireandmete
11 analüüs, publitseerimine ja senise seire tulemusi arvestava jätkuprogrammi väljatöötamine
12 (Wheeler ja Shaw, 1995; Schouten, 2002). Eestis on siiani probleemiks taastatavate või
13 korrastatavate soolade jätkusuutliku seiresüsteemi haldamine: ehkki kaitseala piiresse
14 jäävate soolade taastamise või korrastamise seire on sätestatud kaitsekorralduskavaga, siis
15 väljaspoole kaitsealasid jäävate soolade puhul puudub hetkel kasutaja- või taastajapõhine
16 regulatsioon, mis tagaks seal seire läbiviimise (Lode, 2011). Samuti ei sobi Lode (2011)
17 hinnangul projektipõhine finantseerimissüsteem taastatavate ja korrastatavate soolade
18 seire korraldamiseks, kuna niisugune süsteem ei taga vajalikku järjepidevust ja süsteemsust.
19 Ajal, mil rekultiveerimisest on möödas viis aastat, võiks seire toimuda pikema
20 seiresammuga. Rekultiveeritud alal on võimalik jälgida muutusi loodud tingimustes
21 seiretööde teostamise tulemusel peab olema võimalik hinnata valitud rekultiveerimisviisi
22 otstarbekust.

23 **11.5.4. Täiendavad mõjud**

24 CO₂ maksu kehtestamine elluviimine eeldab täiendavaid regiooniüleseid
25 sotsiaalmajanduslikke uuringuid ja vastava välis- ning keskkonnapoliitilise tegevuse
26 algatamist.

27 Hindamiseks tulekahjude riski ja täiendamaks tulekahjude ennetamist, on vajalik
28 valdkondliku statistika koondamine (senine Päästeameti statistika ei kajasta
29 turbakaevandusalade ega kuivendatud turbaaladel toimuvaid põlenguid).

30

31

1 **Kasutatud kirjandus**

- 2 Aalto, T., Jalkanen, R. (1998). The Needle Trace Method. The Finnish Forest Research
3 Institute, Rovaniemi Research Station, Rovaniemi, 36 pp.
- 4 Aalto, T., Jalkanen, R. (2004). Computation Program for the Needle Trace Method
5 NTMENG, Version 8.0. The Finnish Forest Research Institute, Rovaniemi Research
6 Station, Rovaniemi, 12 pp.
- 7 Aastaraamat Mets 2013. (2014). Tartu: Keskkonnaagentuur.
8 http://www.keskkonnainfo.ee/failid/Mets_2013.pdf (15.02.2015).
- 9 Abeli, T., Gentili, R., Mondoni, A. (2014). Effects of marginality on plant population
10 performance. *Journal of Biogeography*, 41, 239–249.
- 11 Adamson, K., Drenkhan, R., Hanso, H. (2015). Invasive brown spot needle blight caused
12 by *Lecanosticta acicola* in Estonia. *Scandinavian Journal of Forest Research*, online.
- 13 Adapting to Climate Change: Agency Science Needs to Adapt Game Management to
14 Changing Global Climate. A Report to the National Commission on Energy Policy and the
15 Hewlett Foundation. 2007. 97 pp.
16 [http://www.cakex.org/sites/default/files/Adapating%20Game%20Management%20to%20](http://www.cakex.org/sites/default/files/Adapating%20Game%20Management%20to%20Climate%20Change,%20WMI.pdf)
17 [Climate%20Change,%20WMI.pdf](http://www.cakex.org/sites/default/files/Adapating%20Game%20Management%20to%20Climate%20Change,%20WMI.pdf)
- 18 Adermann, V. (2015). Personaalne suhtlus, Tallinn, 29.01.2015.
- 19 Adger, W. N., Barnett, J. (2009). Commentary: Four reasons for concern about adaptation
20 to climate change. *Environment and Planning A*, 41, 2800–2805.
- 21 Ådjers, K., Appelberg, M., Eschbaum, R., Lappalainen, A., Minde, A., Repečka, R.,
22 Thoresson, G. (2006). Trends in coastal fish stocks of the Baltic Sea. *Boreal Environment*
23 *Research*, 11, 13–25.
- 24 Agricultural information bulletin no 799. Feral/Wild pigs: potential problems for farmers
25 and hunters (2011)
26 [http://www.aphis.usda.gov/publications/wildlife_damage/content/printable_version/feral_](http://www.aphis.usda.gov/publications/wildlife_damage/content/printable_version/feral_swine.pdf/)
27 [swine.pdf//](http://www.aphis.usda.gov/publications/wildlife_damage/content/printable_version/feral_swine.pdf/)
- 28 Ahas, R. (1999). Long-term phyto-, ornitho- and ichthyophenological time-series analyses
29 in Estonia. *International Journal of Biometeorology*, 42, 119–123.
- 30 Ahas, R., Aasa, A., Menzel, A., Fedotova, V. G., Scheifinger, H. (2002). Changes in
31 European spring phenology. *International Journal of Climatology*, 22, 1727–1738.
- 32 Akukon OÜ, (2012). Tallinna linna strateegilise mürakaardi ülevaatamine ja täiendamise.
33 Seletuskiri. 28 lk.
- 34 Albert, C. H. (2015). Intraspecific trait variability matters. *Journal of Vegetation Science*,
35 26(1), 7–8.
- 36 Albert, C. H., Grassein, F., Schurr, F. M., Vieilledent, G., Violle, C. (2011). When and how
37 should intraspecific variability be considered in trait-based plant ecology? *Perspectives in*
38 *Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 13(3), 217–225.
- 39 Albert, C. H., Thuiller, W., Yoccoz, N. G., Soudant, A., Boucher, F., Saccone, P., Lavorel,
40 S. (2010). Intraspecific functional variability: extent, structure and sources of variation.
41 *Journal of Ecology*, 98(3), 604–613.

- 1 Alekand, K., Timmusk, T. (2002). Vooluveekogude maastikuökoloogiline käsitlus. Tartu:
2 Eesti Põllumajandusülikooli Kirjastus, 69 lk.
- 3 Alheit, J., Möllmann, C., Dutz, J., Kornilovs, G., Loewe, P., Mohrholz, V., Wasmund, N.
4 (2005). Synchronous ecological regime shifts in the central Baltic and the North Sea in the
5 late 1980s. *ICES Journal of Marine Science*, 62, 1205–1215.
- 6 Aljaste, A. (2012). Melioreeritud turbamaardlate kasutusvõimaluste hindamine.
7 Pilootprojekt. SA Eestimaa Looduse Fond. Tartu.
- 8 Alkemade, R., Van Oorschot, M., Miles, L., Nellemann, C., Bakkenes, M., Ten Brink, B.
9 (2009). GLOBIO3: A framework to investigate options for reducing global terrestrial
10 biodiversity loss. *Ecosystems*, 12(3), 374–390.
- 11 Alm, J., Shurpali, N. J., Minkkinen, K., Aro, L., Hytönen, J., Laurila, T. (2007). Emission
12 factors and their uncertainty for the exchange of CO₂, CH₄ and N₂O in Finnish managed
13 peatlands. *Boreal Environmental Research*, 12, 191–209.
- 14 Alsos, I. G., Ehrich, D., Thuiller, W., Eidesen, P. B., Tribsch, A., Schönswetter, P., Lagaye,
15 C., Taberlet, P., Brochmann, C. (2012). Genetic consequences of climate change for
16 northern plants. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 279(1735), 2042–
17 2051.
- 18 Amelung, B., Moreno, A. (2009). Impacts of climate change in tourism in Europe.
19 PESETA-Tourism study. European Commission, Joint Research Centre, Institute for
20 Prospective Technological Studies.
- 21 Amelung, B., Moreno, A. (2012). Costing the impact of climate change on tourism in
22 Europe: results of the PESETA Project. *Climatic Change*, 112, 83–100.
- 23 Amelung, B., Nicholls, S., Viner, D. (2007). Implications of global climate change for
24 tourism flows and seasonality. *Journal of Travel Research*, 45, 285–296.
- 25 Amelung, B., Viner, D. (2006). Mediterranean tourism: exploring the future with the
26 Tourism Climatic Index. *Journal of Sustainable Tourism*, 14, 349–366.
- 27 Andersen, H. E., Kronvang, B., Larsen S. E., Hoffmann, C. C., Jensen, T.S., Rasmussen, E.
28 K. (2006). Climate-change impacts on hydrology and nutrients in a Danish lowland river
29 basin. *Science of the Total Environment*, 365, 223–237.
- 30 Andrade-Pérez, A., Herrera-Fernandez, B., Cazzola Gatti, R. (Eds.). (2010). Building
31 resilience to climate change: Ecosystem-based adaptation and lessons from the field. Gland:
32 IUCN. <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/CEM-009.pdf>
33 (04.02.2015)
- 34 Antso, K., Hermet, I. (Toim.). (2012). Eesti keskkonnanäitajad 2012. Keskkonnateabe
35 Keskus, Tallinn.
- 36 Araújo, M. B., Alagador, D., Cabeza, M., Nogués-Bravo, D., Thuiller, W. (2011). Climate
37 change threatens European conservation areas. *Ecology Letters*, 14, 484–492.
- 38 Araújo, M. B., Cabeza, M., Thuiller, W., Hannah, L., Williams, P. H. (2004). Would climate
39 change drive species out of reserves? An assessment of existing reserve-selection methods.
40 *Global Change Biology*, 10(9), 1618–1626.
- 41 Araujo, M. B., Guisan, A. (2006). Five (or so) challenges for species distribution modelling.
42 *Journal of Biogeography*, 33(10), 1677–1688.

- 1 Araújo, M. B., Thuiller, W., Pearson, R.G. (2006). Climate warming and the decline of
2 amphibians and reptiles in Europe. *Journal of biogeography*, 33(10), 1712–1728.
- 3 Arlinghaus, R., Cooke, S. J. (2009). Recreational fisheries: socioeconomic importance,
4 conservation issues and management challenges. Dickson, J., Hutton, W., Adams, M.
5 (Eds.), *Recreational hunting, conservation and rural livelihoods: science and practice* (pp.
6 39–58). Oxford: Blackwell Publishing.
- 7 Arlinghaus, R., Cooke, S. J., Potts, W. (2013). Towards resilient recreational fisheries on a
8 global scale through improved understanding of fish and fisher behavior. *Fisheries*
9 *Management and Ecology*, 20, 91–98.
- 10 Aro, L., Kaunisto, S. (1995). Nutrition and initial growth of trees in peat cutaway areas in
11 Finland. In: *Peat Industry and Environment*. Ministry of Environment Information Centre,
12 Tallinn, pp. 90–92.
- 13 Arrigo, K. N., Thomas, D., N. (2004). Large scale importance of sea ice biology in the
14 Southern Ocean. *Antarctic Science*, 16(4), 471–486.
- 15 Aunpuu, M. (2015). *Personaalne suhtlus*, Tallinn, 11.02.2015.
- 16 Austin, J. A., Colman S. M. (2007). Lake Superior summer water temperatures are
17 increasing more rapidly than regional air temperatures: A positive ice-albedo feedback,
18 *Geophys. Res. Lett.*, 34, L06604, DOI:10.1029/2006GL029021
- 19 Aydinalp, C., Cresser, M. S. (2008). The effects of global climate change on agriculture.
20 *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*, 3(5), 672–676.
- 21 BACC. (2008). *Assessment of Climate Change for the Baltic Sea Basin*. Berlin, Heidelberg:
22 Springer-Verlag.
- 23 Bakkenes, M., Alkemade, J. R. M., Ihle, F., Leemans, R., Latour, J. B. (2002). Assessing
24 effects of forecasted climate change on the diversity and distribution of European higher
25 plants for 2050. *Global Change Biology*, 8(4), 390–407.
- 26 Bale J. S., Masters G. J., Hodkinson I. D., Awmack C., Bezemer T. M., Brown V. K.,
27 Butterfield J., Buse A., Coulson J. C., Farrar J., Good J. E. G., Harrington R., Hartley S.,
28 Jones T. H., Lindroth R. L., Press M. C., Symioudis I., Waltt A. D., Whittaker J. B. (2002).
29 Herbivory in global climate change research: direct effects of rising temperature on insect
30 herbivores. *Global Change Biology*, 8(1), 1–16.
- 31 Bartomeus, I., Park, M. G., Gibbs, J., Danforth, B. N., Lakso, A. N., Winfree, R. (2013).
32 Biodiversity ensures plant-pollinator phenological synchrony against climate change.
33 *Ecology Letters*, 16, 1331–1338.
- 34 Bartomeus, I., Potts, S. G., Steffan-Dewenter, I., Vaissière, B. E., Woyciechowski, M.,
35 Krewenka, K. M., Tscheulin, T., Roberts. S. P. M., Szentgyörgyi, H., Westphal, C.,
36 Bommarco, R. (2014). Contribution of insect pollinators to crop yield and quality varies
37 with agricultural intensification. *PeerJ* 2:e328.
- 38 Bastviken, D., Cole, J., Pace, M., Tranvik, L. (2004). Methane emissions from lakes.
39 Dependence of lake characteristics, two regional assessments, and a global estimate. *Global*
40 *Biogeochem. Cycles*, 18, GB4009. <http://dx.doi.org/10.1029/2004GB002238>.
- 41 Bastviken, D., Tranvik, L. J., Downing, J. A., Crill, P. M., Prast, A. E. (2011). Freshwater
42 methane emissions offset the continental carbon sink. *Science*, 331(6013), 50.
- 43 Bates, B., Kundzewicz, Z., Wu, S., Palutikof, J. (Eds.) (2008). *Climate Change and Water*.
44 IPCC Secretariat, Geneva.

- 1 Bellard, C., Bertelsmeier, C., Leadley, P., Thuiller, W., Courchamp, F. (2012). Impacts of
2 climate change on the future of biodiversity. *Ecology Letters*, 15, 365–377.
- 3 Bellard, C., Thuiller, W., Leroy, B., Genovesi, P., Bakkenes, M., Courchamp, F. (2013).
4 Will climate change promote future invasions? *Global Change Biology*, 19, 3740–3748.
- 5 Berger, R., Bergström, L., Graneli, E., Kautsky, L., (2004). How does eutrophication affect
6 different life stages of *Fucus vesiculosus* in the Baltic Sea? – a conceptual model.
7 *Hydrobiologia*, 514, 243–248.
- 8 Bergh, J., Freeman, M., Sigurdsson, B., Kellomäki, S., Laitinen, K., Niinistö, S., Peltonen,
9 H., Linder, S. (2003). Modelling the short-term effects of climate change on the productivity
10 of selected tree species in Nordic countries. *Forest Ecology & Management*, 183, 327–340.
- 11 Bergström, I., Kortelainen, P., Sarvala, J., Salonen, K., (2010). Effects of temperature and
12 sediment properties on benthic CO₂ production in an oligotrophic boreal lake. *Freshwater
13 Biology*, 55, 1747–1757.
- 14 Bergström, I., S. Mäkelä, P. Kankaala, P. Kortelainen. (2007). Methane efflux from littoral
15 vegetation stands of southern boreal lakes: An upscaled regional estimate. *Atmospheric
16 Environment*, 41, 339–351.
- 17 Bergström, L., Berger, R., Kautsky, L. (2003). Negative direct effects of nutrient enrichment
18 on the establishment of *Fucus vesiculosus* in the Baltic Sea. *European Journal of Phycology*,
19 38, 41–46.
- 20 Biasi, C., Lind, S. E., Pekkarinen, N. M., Huttunen, J. T., Shurpali, N. J., Hyvönen, N. P.,
21 Repo, M. E., Martikainen, P. J. (2008). Direct experimental evidence for the contribution
22 of lime to CO₂ release from managed peat soil. *Soil Biology & Biochemistry*, 40, 2660–
23 2669.
- 24 Biolan Baltic. (2015). <http://www.biolanshop.ee/muld-ja-turvas>
- 25 Bird, N. L., Chen, L. C.-M., McLachan, J. (1979). Effects of temperature, light and salinity
26 on growth in culture of *Chondrus crispus*, *Furcellaria lumbricalis*, *Gracilaria tikvahiae*
27 (*Gigartinales*, *Rhodophyta*) and *Fucus serratus* (*Fucales*, *Phaeophyta*). *Botanica Marina*, 22,
28 521–527.
- 29 Bit Tooth Energy. (2014). Waterjetting 21a – Of peat, coal and New Zealand.
30 <http://bittooth.blogspot.com/2014/05/waterjetting-21a-of-peat-coal-and-new.html>
31 (10.05.2014)
- 32 Blair, N. (2000). Impact of cultivation and sugar-cane green trash management on carbon
33 fractions and aggregate stability for a chromic luvisol in Queensland, Australia. *Soil Tillage
34 and Research*, 55, 183–191.
- 35 Bloor, J. M., Bardgett, R. D. (2012). Stability of above-ground and below-ground processes
36 to extreme drought in model grassland ecosystems: interactions with plant species diversity
37 and soil nitrogen availability. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*,
38 14(3), 193–204.
- 39 BNS. 2005. Jaanuaritorm löi Läänemere maades toorpuidu hinnad alla. *Eesti Mets*, 2, 5.
- 40 Bolotov, I. N., Gofarov, M. Y., Rykov, A. M., Frolov, A. A., Kogut, Y. E. (2013). Northern
41 boundary of the range of the Clouded Apollo butterfly *Parnassius mnemosyne* (L.)
42 (*Papilionidae*): climate influence or degradation of larval host plants? *Nota
43 lepidopterologica*, 36(1), 19–33.

- 1 Bonn, A., Macgregor, N. A., Stadler, J., Korn, H., Stiffel, S., Wolf, K., van Dijk, N. (2014).
2 Helping ecosystems in Europe to adapt to climate change. BfN-Skripten. Federal Agency
3 of Conservation, Germany, Bonn.
- 4 Bonsdorff, E., Rönnerberg, C., Aarnio, K. (2002). Some ecological properties in relation to
5 eutrophication in the Baltic Sea. *Hydrobiologia*, 475/476, 371–377.
- 6 Botch, M. S., Masing, V. V. (1983). Mire ecosystems in the U.S.S.R. In: Gore, A. J. P. (Ed.)
7 Ecosystems of the world 4B. Mires: swamp, bog, fen and moor. Elsevier scientific
8 publishing company, Amsterdam-Oxford, New-York. pp. 95–152.
- 9 Bouraoui, F., Grizzetti, B., Granlund, K., Rekolainen, S., Bidoglio, G. (2004). Impact of
10 climate change on the water cycle and nutrient losses in a Finnish catchment. *Climate*
11 *Change*, 66, 109–126.
- 12 Breeze, T. D., Bailey, A. P., Balcombe, K. G., Potts, S. G. (2011). Pollination services in
13 the UK: How important are honeybees? *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 142(3–
14 4), 137–143.
- 15 Breeze, T. D., Vaissiere, B. E., Bommarco, R., Petanidou, T., Seraphides, N. et al. (2014)
16 Agricultural Policies Exacerbate Honeybee Pollination Service Supply-Demand
17 Mismatches Across Europe. *PLoS ONE* 9(1): e82996.
- 18 Briceño-Elizondo, E., Garcia-Gonzalo, J., Peltola, H., Matala, J., Kellomäki, S. (2013).
19 Sensitivity of growth of Scots pine, Norway spruce and silver birch to climate change and
20 forest management in boreal conditions. *Forest Ecology & Management*, 232(1–3), 152–
21 167.
- 22 Brimelow, J. C., Reuter, G. W., Goodson, R. Krauss, T. W. (2005). Spatial Forecasts of
23 Maximum Hail Size Using Prognostic Model Soundings and HAILCAST. *Weather And*
24 *Forecasting*, 21, 206–219.
- 25 Brotherton, S. J., Joyse, C. B. (2015). Extreme climate events and wet grasslands: plant
26 traits for ecological resilience. *Hydrobiologia*, 750, 229–243.
- 27 Bruner, A. G., Gullison, R. E., Rice, R. E., da Fonseca, G. A. B. (2001). Effectiveness of
28 parks in protecting tropical biodiversity. *Science*, 291, 125–128.
- 29 Burgiel, S. W., Muir, A. A. (2010). Invasive species, climate change and ecosystem-based
30 adaptation: addressing multiple drivers of global change. Washington/Nairobi: Global
31 Invasive Species Programme (GISP).
- 32 Buzinde, C. N., Manuel-Navarrete, D., Yoo, E. E., Orais, D. (2010). Tourists' perceptions
33 in a climate of change: Eroding destinations. *Annals of Tourism Research*, 37, 333–354.
- 34 Butchart, S. H. M., Walpole, M., Collen, B., van Strien, A., Scharlemann, J. P. W., Almond,
35 R. E. A., Baillie, J. E. M., Bomhard, B., Brown, C., Bruno, J., Carpenter, K. E., Carr, G. M.,
36 Chanson, J., Chenery, A. M., Csirke, J., Davidson, N. C., Dentener, F., Foster, M., Galli,
37 A., Galloway, J. N., Genovesi, P., Gregory, R.D., Hockings, M., Kapos, V., Lamarque, J.-
38 F., Leverington, F., Loh, J., McGeoch, M. A., McRae, L., Minasyan, A., Hernández
39 Morcillo, M., Oldfield, T. E. E., Pauly, D., Quader, S., Revenga, C., Sauer, J. R., Skolnik,
40 B., Spear, D., Stanwell-Smith, D., Stuart, S. N., Symes, A., Tierney, M., Tyrrell, T. D., Vié,
41 J.-C., Watson, R. (2010). Global biodiversity: Indicators of recent declines. *Science*, 328,
42 1164–1168.
- 43 Böhling, P., Hudd, R., Lehtonen, H., Karås, P., Neuman, E., Thoreson, G. (1991).
44 Variations in year-class strength of different perch (*Perca fluviatilis*) populations in the

- 1 Baltic Sea with special reference to temperature and pollution. *Canadian Journal of*
2 *Fisheries and Aquatic Sciences*, 48(7), 1181–1187.
- 3 Calabrese, J. M., Certain, G., Kraan, C., Dormann, C. F. (2014). Stacking species
4 distribution models and adjusting bias by linking them to macroecological models. *Global*
5 *Ecology and Biogeography*, 23(1), 99–112.
- 6 Cannon, R. J. C. (1998). The implications of predicted climate change for insect pests in the
7 UK, with emphasis on non-indigenous species. *Global Change Biology*, 4(7-10), 785–796.
- 8 Carter, T. R. (1998). Changes in the thermal growing season in Nordica countries during
9 the past century and prospects for the future. *Agricultural and Food Science in Finland* 7,
10 161–179.
- 11 Casini, M., Cardinale, M., Arrhenius, F. (2004). Feeding preferences of herring (*Clupea*
12 *harengus*) and sprat (*Sprattus sprattus*) in the southern Baltic Sea. *ICES Journal of Marine*
13 *Science*, 61, 1267–1277.
- 14 Caudell, J. N., et al. (2014). Examining the monetary risks and rewards for the
15 anthropogenic spread of wild hogs. 8th International Congress for Wildlife and Livelihoods
16 on Private and Communal Lands: Livestock, Tourism, and Spirit, Sept 7-12, 2014, Estes
17 Park Colorado.
18 http://digitool.library.colostate.edu/R/?func=collections&collection_id=4667
- 19 Chapman, D. S., Haynes, T., Beal, S., Essl, F., Bullock, J. M. (2014). Phenology predicts
20 the native and invasive range limits of common ragweed. *Global Change Biology*, 20, 192–
21 202.
- 22 Cheung, W. W., Lam, V. W., Sarmiento, J. L., Kearney, K., Watson, R., Pauly, D. (2009).
23 Projecting global marine biodiversity impacts under climate change scenarios. *Fish and*
24 *Fisheries*, 10, 235–251.
- 25 Christidis, N., Jones, G. S., Stott P. A. (2015). Dramatically increasing chance of extremely
26 hot summers since the 2003 European heatwave. *Nature Climate Change* 5, 46–50.
- 27 Ciscar, J. C., Iglesias, A. et al. (2009). Climate change impacts in Europe. Final report of
28 the PESETA research project. Institute for Prospective Technological Studies.
29 <http://ipts.jrc.ec.europa.eu/publications/pub.cfm?id=2879>
- 30 Ciscar, J-C. (Ed.) (2009). Climate change impacts in Europe Final report of the PESETA
31 research project.
- 32 Clarke, S. J. (2009). Adaption to climate change: implications for freshwater biodiversity
33 and management in the UK. *Freshwater Review*, 2, 51–64.
- 34 Climate Change and Tourism – Responding to Global Challenges. (2008). World Tourism
35 Organization and the United Nations Environment Programme.
- 36 Climate change, impacts and vulnerability in Europe. 2012. (2012). EEA Report No 12.
37 Copenhagen: European Environment Agency.
38 <http://www.eea.europa.eu/publications/climate-impacts-and-vulnerability-2012>
39 (18.02.2015).
- 40 Cloern, J. E. (2001). Our evolving conceptual model of coastal eutrophication problem.
41 *Marine Ecology Progress Series*, 201, 223–253.
- 42 Cobbaert, D., Rochefort, L., Price, J. S. (2004). Experimental restoration of a fen plant
43 community after peat mining. *Applied Vegetation Science*, 7, 209–220.

- 1 Cole, J. J., Prairie, Y. T., Caraco, N. F., McDowell, W. H., Tranvik, L. J., Striegl, R.G.,
2 Duarte, C. M., Kortelainen, P., Downing, J. A., Middelburg, J. J., Melack, J. (2007).
3 Plumbing the global carbon cycle: integrating inland waters into the terrestrial carbon
4 budget. *Ecosystems*, 10, 172–185.
- 5 Conrad, K. F., Woiwod, I. P., Parsons, M., Fox, R., Warren, M. S. (2004) Long-term
6 population trends in widespread British moths. *Journal of Insect Conservation*, 8, 119–136.
- 7 COST (2011). http://www.cost.eu/COST_Actions/fa/Actions/FA0803 (02.05.2011).
- 8 Coulston, J. W., Riitters, K. H. (2005). Preserving biodiversity under current and future
9 climates: a case study. *Global Ecology and Biogeography*, 14, 31–38.
- 10 Cowx, I. G. (2015). Characterisation of inland fisheries in Europe. *Fisheries Management*
11 *and Ecology*, 22, 78–87.
- 12 Cremona, F., Kõiv, T., Nõges, P., Pall, P., Rõõm, E.-I., Feldmann, T., Viik, M., Nõges, T.
13 (2014). Dynamic carbon budget of a large shallow lake assessed by a mass balance
14 approach. *Hydrobiologia*, 731(1), 109–123.
- 15 Crooks, J. A., Soulé, M. E. (1999). Lag times in population explosions of invasive species:
16 causes and implications. Sandlund, O.T., Schei, P.J., Viken, Å. (Eds.), *Invasive species and*
17 *biodiversity management* (pp. 103–125). Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic
18 Publishers.
- 19 Csergő, A.-M., Molnár, E., García, M. B. (2010). Dynamics of isolated *Saponaria*
20 *bellidifolia* Sm. populations at the northern range periphery. *Population Ecology*, 53, 393–
21 403.
- 22 Cunze, S., Heydel, F., Tackenberg, O. (2013). Are plant species able to keep pace with the
23 rapidly changing climate? *PloS ONE*, 8(7), e67909.
- 24 Cunze, S., Heydel, F., Tackenberg, O. (2013). Are plant species able to keep pace with the
25 rapidly changing climate? *PloS one*, 8(7), e67909.
- 26 Dash, M., Vasemägi, A. (2014). Proliferative kidney disease (PKD) agent *Tetracapsuloides*
27 *bryosalmonae* in brown trout populations in Estonia. *Diseases of Aquatic Organisms*, 109,
28 139–148.
- 29 Davis, M. B., Shaw, R. G. (2001). Range shifts and adaptive responses to Quaternary
30 climate change. *Science*, 292(5517), 673–679.
- 31 Dawson, T. P., Jackson, S. T., House, J. I., Prentice, I. C., Mace, G. M. (2011). Beyond
32 predictions: biodiversity conservation in a changing climate. *Science*, 332(6025), 53–58.
- 33 De Freitas, C. (1990). Recreation climate assessment. *International Journal of Climatology*,
34 10, 89–103.
- 35 De Groot, R. S. 1992. Functions of Nature. Evaluation of Nature in Environmental Planning,
36 Management and Decision Making. Wolters-Noordhoff, Amsterdam.
- 37 Demars, B. O. L., Wiegand, G., Harper, D. M., Bröring, U., Brux, H., Herr, W. (2014).
38 Aquatic plant dynamics in lowland river networks: Connectivity, management and climate
39 change. *Water*, 6(4), 868–911.
- 40 Diez, J. M., D'Antonio, C. M., Dukes, J. S., Grosholz, E. D., Olden, J. D., Sorte, C. J. B.,
41 Blumenthal, D. M., Bradley, B. A., Early, R., Ibáñez, I., Jones, S. J., Lawler, J. J., Miller,
42 L. P. (2012). Will extreme climatic events facilitate biological invasions? *Frontiers in*
43 *Ecology and the Environment*, 10, 249–257.

- 1 Dippner, J. W., Vuorinen, I., Daunys, D., Flinkman, J., Halkka, A., Köster, F. W.,
2 Lehtikoinen, E., MacKenzie, B. R., Möllmann, C., Møhlenberg, F., Olenin, S., Schiedek, D.,
3 Skov, H., Wasmund, N. (2008). Climate related marine ecosystem change. In: The BACC
4 author team (Eds.), Assessment of Climate Change for the Baltic Sea Basin, Springer
5 Verlag, Berlin, pp. 309–378.
- 6 Dirnböck, T., Dullinger, S., Grabherr, G. (2003). A regional impact assessment of climate
7 and land-use change on alpine vegetation. *Journal of Biogeography*, 30(3), 401–417.
- 8 Dixon, R. K., Brown, S., Houghton, R. A., Solomon, A. M., Trexler, M. C., Wisniewski, J.
9 (1994). Carbon pools and fluxes of global forest ecosystems. *Science*, 263, 185–190.
- 10 Domisch, S., Jaehrig, S. C., Haase, P. (2011). Climate-change winners and losers: stream
11 macroinvertebrates of a submontane region in Central Europe. *Freshwater Biology*, 56(10),
12 2009–2020.
- 13 Donnelly, P. K., Entry, J. A., Crawford, D. L., Cromack, Jr. K. (1990). Cellulose and lignin
14 degradation in forest soils: Response to moisture, temperature and acidity. *Microbial
15 Ecology*, 20, 289–295.
- 16 Dreesen, F. E., De Boeck, H. J., Janssens, I. A., Nijs, I. (2012). Summer heat and drought
17 extremes trigger unexpected changes in productivity of a temperate annual/biannual plant
18 community. *Environmental and Experimental Botany*, 79, 21–30.
- 19 Drenkhan R, Adamson K, Jürimaa K, Hanso M. (2014a). *Dothistroma septosporum* on firs
20 (*Abies* spp.) in the northern Baltics. *Forest Pathology*, 44, 250–254.
- 21 Drenkhan, R. (2011). Epidemiological investigation of pine foliage disease by the use of
22 the needle trace method. Doctoral thesis, Estonian University of Life Sciences 208 lk.
- 23 Drenkhan, R., Hanso, M. (2006). Alterations of Scots pine needle characteristics after
24 severe weather conditions in South-Eastern Estonia. *Aktuelt fra Skogforskningen*, 1, 63–
25 68.
- 26 Drenkhan, R., Hanso, M. (2009a). Recent invasion of foliage fungi of pines (*Pinus* sp.) to
27 the Northern Baltics. *Forestry Studies*, 51, 49–64.
- 28 Drenkhan, R., Hantula, J., Vuorinen, M., Jankovsky, L., Müller, M. (2013). Diversity of
29 *Dothistroma septosporum* in Estonia, Finland and Czech Republic. *European Journal of
30 Plant Pathology*, 136, 71–85.
- 31 Drenkhan, T., Rähn, E., Jürimaa, K., Adamson, K., Padari, A., Drenkhan, R., Pilt, E.
32 (2014b). Juuremädanike levik on arvatust ulatuslikum. *Eesti Mets*, 4, 45–49.
- 33 Dubois, G., Ceron, J.-P. (2006). Tourism and climate change: Proposals for a research
34 agenda. *Journal of Sustainable Tourism*, 14, 399–415.
- 35 Dukes, J. S. (2011). Climate change. Simberloff, D., Rejmánek, M. (Eds.), *Encyclopedia of
36 biological invasions* (pp.113–117). Berkeley/Los Angeles/ London: University of
37 California Press.
- 38 Dukes, J. S., Mooney, H. A. (1999). Does global change increase the success of biological
39 invaders? *Trends in Ecology & Evolution*, 14(4), 135–139.
- 40 Durant, J. M., Hjermann, D. O., Ottersen, G., Stenseth, N. C. (2007). Climate and the match
41 or mismatch between predator requirements and resource availability. *Climate Research*,
42 33, 271–283.

1 EEA. (2012). Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2012. European
2 Environment Agency. EEA ReportNo 12/2012.

3 Eek, L., Kukk, T. (2013). Maismaa võõrliikide käsiraamat. Tallinn:
4 Keskkonnaministeerium.

5 EELIS (Eesti Looduse Infosüsteem - Keskkonnaregister). (2013). Looduskaitse statistiline
6 ülevaade 2013. Keskkonnaagentuur.
7 http://loodus.keskkonnainfo.ee/avalik/el_fil/tabel9A_2013.htm (16.02.2015).

8 EELIS (Eesti Looduse Infosüsteem - Keskkonnaregister). (2014). Kaitstava territooriumi
9 pindala Eestis 31.12.2014 seisuga. Keskkonnaagentuur.
10 http://loodus.keskkonnainfo.ee/avalik/el_fil/kaitstav_territ31122014.htm (16.02.2015).

11 EELIS (Eesti Looduse Infosüsteem - Keskkonnaregister). (2015). Kaitsealad, hoiualad ja
12 kohalikud objektid seisuga 01.01.2015. Keskkonnaagentuur.
13 [http://loodus.keskkonnainfo.ee/eelis/default.aspx?id=-
14 995492229&state=15;611490977;est;eelismat;;](http://loodus.keskkonnainfo.ee/eelis/default.aspx?id=-995492229&state=15;611490977;est;eelismat;;) (16.02.2015)

15 eElurikkus – Eesti elurikkuse andmebaas. <http://elurikkus.ut.ee/> (25.01.2015).

16 Eesti aiandussektori arengukava aastateks 2015–2020. Põllumajandusministeerium,
17 Kinnitatud põllumajandusministri 03.02.2015 käskkirjaga nr 25
18 [http://agri.ee/sites/default/files/content/arengukavad/arengukava-aiandussektor-2015-
19 2020.odt](http://agri.ee/sites/default/files/content/arengukavad/arengukava-aiandussektor-2015-2020.odt)

20 Eesti keskkonnaindikaatorid – arendustöö ja tulemused. (2014). Keskkonnaagentuur.

21 Eesti Keskkonnastrateegia aastani 2030. (2007).
22 <https://www.riigiteataja.ee/aktulisa/0000/1279/3848/12793882.pdf#> (30.01.2015).

23 Eesti Konjunkturiinstituut. (2011). Ülevaade eesti bioenergia turust 2010. aastal.

24 Eesti Konjunkturiinstituut. (2013). Eesti mesindussektori struktuur. Tallinn.

25 Eesti kuues kliimaaruanne ÜRO kliimamuutuste raamkonventsiooni elluviimise kohta.
26 (2013). Keskkonnaministeerium.
27 http://www.envir.ee/sites/default/files/elfinder/article_files/kliimaaruanne_et.pdf

28 Eesti looduse kaitse aastal 2011. (2012). Keskkonnateabe Keskus.

29 Eesti maaelu arengukava 2007–2013. (2007). [http://www.agri.ee/et/eesmargid-
30 tegevused/eesti-maaelu-arengukava-mak-2007-2013](http://www.agri.ee/et/eesmargid-tegevused/eesti-maaelu-arengukava-mak-2007-2013) (13.02.2015).

31 Eesti Maaelu Arengukava 2014–2020. (2015). [http://www.agri.ee/et/eesmargid-
32 tegevused/eesti-maaelu-arengukava-mak-2014-2020](http://www.agri.ee/et/eesmargid-tegevused/eesti-maaelu-arengukava-mak-2014-2020) (05.02.2015).

33 Eesti Mesinike Liit. (2010). Eesti head mesindustavad. Mesinike juhendmaterjal
34 toiduhügieeninõuete täitmiseks mee esmatootmisel ja käitlemisel. Tallinn.

35 Eesti Meteoroloogia ja Hüdroloogia Instituut. (2013). Eesti meteoroloogia aastaraamat
36 2012. Tallinn.

37 Eesti Metsanduse Arengukava aastani 2020. (2010). Keskkonnaministeerium.
38 http://www.envir.ee/sites/default/files/elfinder/article_files/mak2020vastuvoetud.pdf
39 (15.02.2015).

40 Eesti Punane Raamat. (2008). Eesti Teaduste Akadeemia Looduskaitse Komisjon.
41 <http://elurikkus.ut.ee/prmt.php> (26.01.2015).

- 1 Eesti Riiklik Turismiarengukava 2014–2020. (2013). Majandus- ja
2 kommunikatsiooniministeerium.
3 <https://www.riigiteataja.ee/akti/isa/3191/1201/3015/lisa.pdf>
- 4 Eesti teraviljaturg saagiaastal 2009/2010
5 [http://www.agri.ee/sites/default/files/public/juurkataloog/UURINGUD/eki_teravili/Eesti_t](http://www.agri.ee/sites/default/files/public/juurkataloog/UURINGUD/eki_teravili/Eesti_teraviljaturg_saagiaastal_2009-2010.pdf)
6 [eraviljaturg saagiaastal 2009-2010.pdf](http://www.agri.ee/sites/default/files/public/juurkataloog/UURINGUD/eki_teravili/Eesti_teraviljaturg_saagiaastal_2009-2010.pdf) (21.02.2014)
- 7 Eesti turbaalade kaitse ja säästliku kasutamise alused. (2010). Keskkonnaministeerium.
8 Eesti Turbaliit. (2015). Personaalne suhtlus, Tartu, veebruar 2015.
- 9 Eesti vesiviljeluse sektori arengustrateegia 2014–2020. (2013) Põllumajandusministeerium.
10 Arengukavad ja strateegiad.
11 [http://agri.ee/sites/default/files/content/arengukavad/vesiviljelus-arengustrateegia-2014-](http://agri.ee/sites/default/files/content/arengukavad/vesiviljelus-arengustrateegia-2014-2020.pdf)
12 [2020.pdf](http://agri.ee/sites/default/files/content/arengukavad/vesiviljelus-arengustrateegia-2014-2020.pdf)
- 13 Ehvert, K. (2013). Lahemaa rahvusparki ökosüsteemiteenused. Tallinna Ülikool,
14 Matemaatika ja Loodusteaduste Instituut, Loodusteaduste osakond. Magistritöö
15 [http://www.keskkonnaamet.ee/public/kaitsealad/lahemaa/Magistritoo_Lahemaa_rahvuspa](http://www.keskkonnaamet.ee/public/kaitsealad/lahemaa/Magistritoo_Lahemaa_rahvusparki_okosusteemiteenused.pdf)
16 [rgi okosusteemiteenused.pdf](http://www.keskkonnaamet.ee/public/kaitsealad/lahemaa/Magistritoo_Lahemaa_rahvusparki_okosusteemiteenused.pdf)
- 17 Elith, J., Leathwick, J. R. (2009). Species distribution models: ecological explanation and
18 prediction across space and time. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics,
19 40(1), 677.
- 20 Elurikkuse konventsioon. (2011). United Nations Environment Programme.
21 <http://www.cbd.int/doc/meetings/cop/cop-10/official/cop-10-27-en.pdf> (30.01.2015).
- 22 ENMAK 2030+. (2014). Eesti Energiamaajanduse Arengukava aastani 2030. Eelnõu
23 18.12.2014. Tallinn
24 [http://www.energiatalgud.ee/img_auth.php/1/16/ENMAK_2030. Eeln%C3%B5u 18.12.2](http://www.energiatalgud.ee/img_auth.php/1/16/ENMAK_2030_Eeln%C3%B5u_18.12.2014.pdf)
25 [014.pdf](http://www.energiatalgud.ee/img_auth.php/1/16/ENMAK_2030_Eeln%C3%B5u_18.12.2014.pdf)
- 26 Ennet, P., Pihelgas, E. (2015). Jõgede ärakande koormused.
27 [http://www.keskkonnaagentuur.ee/et/eesmargid-tegevused/vesi/pinnavesi/jogede-](http://www.keskkonnaagentuur.ee/et/eesmargid-tegevused/vesi/pinnavesi/jogede-arakande-koormused)
28 [arakande-koormused](http://www.keskkonnaagentuur.ee/et/eesmargid-tegevused/vesi/pinnavesi/jogede-arakande-koormused)
- 29 ENVIRON – Keskkonnamuutustele kohanemise tippkeskus. (2015).
30 <http://environ.emu.ee/avaleht/> (18.02.2015).
- 31 Erametsakeskus (2010a). Metsa mitmekülgne kasutamine Eestis.
32 [http://www.eramets.ee/static/files/407.Metsa%20mitmekylgne%20kasutamine%20Eestis.](http://www.eramets.ee/static/files/407.Metsa%20mitmekylgne%20kasutamine%20Eestis.pdf)
33 [pdf](http://www.eramets.ee/static/files/407.Metsa%20mitmekylgne%20kasutamine%20Eestis.pdf)
- 34 Erametsakeskus. (2010b). Metsa mitmekülgse kasutuse tegevuskava.
35 http://www.eramets.ee/static/files/244.Metsa_mitmekulgse_kasutamise_tegevuskava.pdf
- 36 Erit, M., Kuresoo, A., Luigujõe, L., Pehlak, H. (2008). Niidurüdi (Calidris alpina schinzii)
37 kaitse tegevuskava 2009–2013.
38 http://www.envir.ee/sites/default/files/elfinder/article_files/niiduruditegevuskava.pdf
39 (08.05.2015).
- 40 Eschbaum, R., Hubel, K., Jürgens, K., Rohtla, M., Saks, L., Špilev, H., Talvik, Ü., Verliin,
41 A. (2013). Kalanduse riikliku andmekogumise programmi täitmine ja andmete analüüs.
42 Töövõtulepingu 4-1.1/275, 10.10.2012. a II vahearuanne.
- 43 Eschbaum, R., Hubel, K., Jürgens, K., Rohtla, M., Špilev, H., Talvik Ü. (2014). Kalanduse
44 riikliku andmekogumise programmi täitmine, andmete analüüs ning soovitusel kalavarude

1 haldamiseks 2014. aastal. Töövõtulepingu nr 4-1.1/13/237 II vahearuanne. Tartu Ülikool,
2 Eesti Mereinstituut. Tartu.
3 http://www.envir.ee/sites/default/files/elfinder/article_files/rannikumeri_kokku_2013.pdf
4 Eschbaum, R., Jaanuska, H., Järvalt, A., Lees, J., Paaver, T., Pärn, K., Raid, T., Rakko, A.,
5 Saat, T., Sirp, S., Vaino, V. (2014). Eesti kalamajandus (Armulik, T., Sirp, S. Toim).
6 Kalanduse teabekeskus, Pärnu.

7 Espenberg, S., Kuhi-Thalfeldt, R., Lahtvee, V., Jüssi, M., Moora, H., Laht, J., Mander, Ü.,
8 Salm, J.-O., Parts, K. (2013). Eesti võimalused liikumaks konkurentsivõimelise madala
9 süsinikuga majanduse suunas aastaks 2050. Tartu.

10 EU Biodiversity Strategy to 2020 – towards implementation. (2012)
11 http://ec.europa.eu/environment/nature/biodiversity/comm2006/pdf/EP_resolution_april20
12 [12.pdf](http://ec.europa.eu/environment/nature/biodiversity/comm2006/pdf/EP_resolution_april2012.pdf)

13 EUCO 169/14. (2014). General Secretariat of European Council. Brussels, 24 October
14 2014. http://www.consilium.europa.eu/uedocs/cms_data/docs/pressdata/en/ec/145397.pdf
15 (23.04.2015).

16 Euroopa Komisjonile esitatav Natura 2000 võrgustiku alade nimekiri. (2010). RT III,
17 28.12.2010, 2. <https://www.riigiteataja.ee/akt/328122010002> (31.01.2015).

18 Euroopa Liidu direktiiv 2008/56/EÜ, merekeskkonnapoliitika-alase tegevusraamistiku
19 kehtestamise kohta. (2008). [http://eur-lex.europa.eu/legal-](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/HTML/?uri=CELEX:32008L0056&rid=2)
20 [content/ET/TXT/HTML/?uri=CELEX:32008L0056&rid=2](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/HTML/?uri=CELEX:32008L0056&rid=2) (16.02.2015).

21 Euroopa Liidu direktiiv 92/43/EMÜ, looduslike elupaikade ning loodusliku taimestiku ja
22 loomastiku kaitse kohta. (1992).
23 <http://www.natura2000.envir.ee/files/doc/loodusdirektiiv.pdf> (31.01.2015).

24 Euroopa Liidu elurikkuse strateegia aastani 2020. (2011). Euroopa Liit.
25 [http://ec.europa.eu/environment/nature/info/pubs/docs/brochures/2020%20Biod%20broch-](http://ec.europa.eu/environment/nature/info/pubs/docs/brochures/2020%20Biod%20brochure%20final%20lowres.pdf)
26 [ure%20final%20lowres.pdf](http://ec.europa.eu/environment/nature/info/pubs/docs/brochures/2020%20Biod%20brochure%20final%20lowres.pdf) (30.01.2015).

27 Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiivi 2009/147/EÜ, loodusliku linnustiku kaitse kohta.
28 (2009). [http://eur-](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:020:0007:0025:ET:PDF)
29 [lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:020:0007:0025:ET:PDF](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:020:0007:0025:ET:PDF)
30 (23.03.2015).

31 Euroopa Parlamendi ja Nõukogu otsus nr. 529/2013/EL, 21. mai 2013 maakasutuse,
32 maakasutuse muutuse ja metsandusega seotud tegevustest tuleneva kasvuhõonegaaside
33 heite ja sidumise arvestuseeskirjade ning nimetatud tegevustest tulenevate meetmetega
34 seotud teabe kohta. Euroopa Liidu Teataja
35 18.6.2013. (2013) [http://eur-lex.europa.eu/legal-](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013D0529&from=EN)
36 [content/ET/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013D0529&from=EN](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013D0529&from=EN) (23.04.2015).

37 European Commission. (2005). Soil atlas of Europe. European soil bureau network. Office
38 for official publications of the European Communities, 128.

39 European Commission. (2007). Adapting to Climate Change in Europe – Options for EU
40 Action. Green Paper from the Commission to the Council, the European Parliament, the
41 European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, COM(2007)
42 354 final, SEC(2007) pp 849. European Commission, Brussels. [http://www.eur-](http://www.eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/en/com/2007/com2007_0354en01.pdf)
43 [lex.europa.eu/LexUriServ/site/en/com/2007/com2007_0354en01.pdf](http://www.eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/en/com/2007/com2007_0354en01.pdf).

- 1 European Commission. (2009). White paper - Adapting to climate change: towards a
2 European framework for action. COM/2009/0147 final. [http://eur-lex.europa.eu/legal-](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52009DC0147)
3 [content/EN/TXT/?uri=CELEX:52009DC0147](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52009DC0147)
- 4 European Food Safety Authority. (EFSA). (2010). Scientific Opinion on risk assessment of
5 parasites in fishery products. EFSA Journal 2010; 8(4):1543
- 6 European Food Safety Authority. (EFSA). (2011). Scientific Opinion on assessment of
7 epidemiological data in relation to the health risks resulting from the presence of parasites
8 in wild caught fish from fishing grounds in the Baltic Sea. EFSA Journal 9(7):2320
- 9 Fabry, V. J., Seibel, B. A., Feely, R. A., Orr, J. C. (2008). Impacts of ocean acidification on
10 marine fauna and ecosystem processes. ICES Journal of Marine Science: Journal du
11 Conseil, 65, 414–432.
- 12 FI_NIR_UN. (2013). Greenhouse gas emissions in Finland 1990-2011. National Inventory
13 Report under the UNFCCC and the Kyoto Protocol.
- 14 Finnan, J. M., Donnelly, A., Burke, J. I., Jones, M. B. (2002). The effects of elevated
15 concentrations of carbon dioxide and ozone on potato (*Solanum tuberosum* L.). Agriculture,
16 Ecosystems and Environment, 88, 11–22.
- 17 Fitter, A. H., Fitter, R. S. R. (2002). Rapid changes in flowering time in British plants.
18 Science, 296(5573), 1689–1691.
- 19 Fleming, R.A., Tatchell, G. M. (1995). Shifts in the flight periods of British aphids: a
20 response to climate warming? In: Insects in a Changing Environment (Eds.: Harrington R,
21 Stork NE), pp. 505–508. Academic Press, London.
- 22 Flinkman, J., Aro, E., Vuorinen, I., Viitasalo, M. (1998). Changes in northern Baltic
23 zooplankton and herring nutrition from 1980s to 1990s: Top-down and bottom-up processes
24 at work. Marine Ecology Progress Series, 165, 127–136.
- 25 Fløjgaard, C., Morueta-Holme, N., Skov, F., Madsen, A. B., Svenning, J.-C. (2009).
26 Potential 21st century changes to the mammal fauna of Denmark – implications of climate
27 change, land-use, and invasive species. In : IOP Conference Series: Earth and
28 Environmental Science. 8, p. 012016.
- 29 Florin, A-B., Lavados, G. (2010). Feeding habits of juvenile flatfish in relation to habitat
30 characteristics in the Baltic Sea. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 86(4), 607–612.
- 31 Flyktman, M. (2009). Energia- ja ympäristöturpeen kysyntä ja tarjonta vuoteen 2020
32 mennessä - Toinen päivitys. VTT, Tutkimusraportti VTT_R-07128-09.
- 33 Ford, J. D., Smit, B., Wandel, J. (2006). Vulnerability to climate change in the Arctic: A
34 case study from Arctic Bay, Canada. Global Environmental Change, 16, 145–160.
- 35 Forero, I. D. (2011). Influence of abiotic and biotic factors at patch and landscape scale on
36 bumblebees (*Bombus* spp.) in semi-natural meadows. Tartu: Doktoritöö.
- 37 Førland, E. J., Jacobsen J. K. S., Denstadli, J. M., Lohmann, M., Hanssen-Bauer, I., Hygen,
38 H. O., Tømmervik, H. (2013). Cool weather tourism under global warming: Comparing
39 Arctic summer tourists' weather preferences with regional climate statistics and projections.
40 Tourism Management, 36, 567–579.
- 41 Forman, R. T. T. (2013). Urban Ecology. Science of Cities. Cambridge University Press,
42 pp. 91–113.

- 1 Fourqurean, J. W., Duarte, C. M., Kennedy, H., Marbà, N., Holmer, M., Mateo, M. A.,
2 Apostolaki, E. T., Kendrick, G. A., Krause-Jensen, D., McGlathery, K. J., Serrano, O.
3 (2012). Seagrass ecosystems as a globally significant carbon stock. *Nature Geoscience*, 5,
4 505–509.
- 5 Fowler, A. E., Forsström, T., von Numers, M., Vesakoski, O. (2013). The North American
6 mud crab *Rhithropanopeus harrisi* (Gould, 1841) in newly colonized Northern Baltic Sea:
7 distribution and ecology. *Aquatic Invasions*, 8, 89–96.
- 8 Fox, R., Parsons, M. S., Chapman, J. W., Woiwod, I. P., Warren, M. S. Brooks, D. R.
9 (2013). The state of Britain's larger moths. Butterfly Conservation and Rothamsted
10 Research, Wareham, Dorset. 32 pp. [http://butterfly-conservation.org/files/1.state-of-](http://butterfly-conservation.org/files/1.state-of-britains-larger-moths-2013-report.pdf)
11 [britains-larger-moths-2013-report.pdf](http://butterfly-conservation.org/files/1.state-of-britains-larger-moths-2013-report.pdf)
- 12 Fox, S. E., Teichberg, M., Olsen, Y. S., Heffner, L., Valiela, I. (2009). Restructuring of
13 benthic communities in eutrophic estuaries: lower abundance of prey leads to trophic shifts
14 from omnivory to grazing. *Marine Ecology Progress Series*, 380, 43–57.
- 15 Freitas, C. R. (2003). Tourism climatology: evaluating environmental information for
16 decision making and business planning in the recreation and tourism sector. *International*
17 *Journal of Biometeorology*, 48, 45–54.
- 18 Freitas, C. (1990). Recreation climate assessment. *International Journal of Climatology*, 10,
19 89–103.
- 20 Fuhrer, J. (2003). Agroecosystem responses to combinations of elevated CO₂, ozone, and
21 global climate change. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 97, 1–20.
- 22 Füssel, H.-M. (2007). Vulnerability: A generally applicable conceptual framework for
23 climate change research. *Global Environmental Change*, 17, 155–167.
- 24 Galil, B. S., Marchini, A., Occhipinti-Ambrogi, A., Mitchin, D., Narščius, A., Ojaveer, H.,
25 Olenin, S. (2014). International arrivals: widespread bioinvasions in European Seas.
26 *Ethology Ecology & Evolution*, 26, 152–171.
- 27 Gardiner, B. A., Quine, C. P. (2000). Management of forests to reduce the risk of abiotic
28 damage-A review with particular reference to the effects of strong winds. *Forest Ecology*
29 *& Management*, 135, 261–277.
- 30 Garpe, K. (2008). Ecosystem services provided by the Baltic Sea and Skagerrak. Swedish
31 environmental protection agency. Report 5873.
- 32 Gaston, K. J., Jackson, S. F., Cantú-Salazar, L., Cruz-Piñón, G. (2008). The ecological
33 performance of protected areas. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 39,
34 93–113.
- 35 Gattuso, J. P., Hansson, L. (Eds.). (2011). *Ocean acidification*. Oxford University Press.
- 36 Gaudig, G., Fengler, F., Krebs, M., Prager, A., Schulz, J., Wichmann S., Joosten, H. (2014).
37 *Sphagnum* farming in Germany – a review of progress. *Mires and Peat*, 13, 1–11.
- 38 Gebre, S., Boissy, T., Alfredsen, K. (2014). Sensitivity of lake ice regimes to climate change
39 in the Nordic region. *Cryosphere*, 8, 1589–1605.
- 40 Gewin, V. (2005). Eco-defense against invasions. *PLoS Biology*, 3(12), e429.
- 41 Ginter, K. (2012). The diet of juvenile pikeperch in *Sander lucioperca* (L.) in lakes Peipsi
42 and Võrtsjärv: relations between the long term changes in the fish communities and food
43 resources in large shallow lakes. PhD thesis. Tartu. 136 pp.

- 1 Ginter, K., Kangur, A., Kangur, P., Kangur, K. (2015). Consequences of size-selective
2 harvesting and changing climate on the pikeperch *Sander lucioperca* in two large shallow
3 north temperate lakes. *Fisheries Research*, 5 (ilmumas).
- 4 Gitay, H., Suárez, A., Watson, R. T., Dokken, D. J. (2002). *Climate Change and*
5 *Biodiversity*. IPCC Technical Paper V. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- 6 Gleixner, G., Kramer, C., Hahn, V., Sachse, D. (2005). The effect of biodiversity on carbon
7 storage in soils. In: Scherer-Lorenzen, M., Körner, C., Schulze, E.D. (Eds.), *Forest Diversity*
8 *and Functions: Temperate and Boreal Systems*. Springer, Berlin, pp. 165–183.
- 9 Godbold, D., Tullus, A., Kupper, P., Söber, J., Ostonen, I., Godbold, J.A., Lukac, M.,
10 Ahmed, I. U., Smith, A. R. (2014). Elevated atmospheric CO₂ and humidity delay leaf fall
11 in *Betula pendula*, but not in *Alnus glutinosa* or *Populus tremula* × *tremuloides*. *Annals of*
12 *Forest Science*, 71(8), 831–842.
- 13 Gomez-Baggethun, E., Barton, D. N. (2013). Classifying and valuing ecosystem services
14 for urban planning. *Ecological Economics*, (86), 235–245.
- 15 Gong, W., Yan, X., Wang, J., Hu, T., Gong, Y. (2009). Long-term manure and fertilizer
16 effects on soil organic matter fractions and microbes under a wheat-maize cropping system
17 in Northern China. *Geoderma*, 149, 318–324.
- 18 Grabherr, G., Gottfried, M., Pauli, H. (1994). Climate effects on mountain plants. *Nature*,
19 369, 448.
- 20 Gradeckas, A. 1997. Selection of willow clones for energy forests on exploited peatlands,
21 utilizing wastewater sludge. *Baltic Forestry*, 3, 24–32.
- 22 Gradeckas, A., KubertaviCiene, L., Gradeckas, A. (1998). Utilization of wastewater sludge
23 as a fertilizer in short rotation forests on cut away peatlands. *Baltic Forestry*, 4, 7–13.
- 24 Grall, J., Chauvaud, L. (2002). Marine eutrophication and benthos: the need for new
25 approaches and concepts. *Global Change Biology*, 8, 813–830.
- 26 Granek, E. F., Madin, E. M. P., Brown, M. A., Figueira, W., Cameron, D. S., Hogan, Z.,
27 Kristianson, G., de Villiers, P., Williams, J. E., Post, J., Zahn, S., Arlinghaus, R. (2008).
28 Engaging recreational fishers in management and conservation: global case studies.
29 *Conservation Biology*, 22, 1125–1134.
- 30 Gray, J. S., Wu, R. S., Or, Y. Y. 2002. Effects of hypoxia and organic enrichment on the
31 coastal marine environment. *Marine Ecology Progress Series*, 238, 249–279.
- 32 Guellard, T., Sokolowska, E., Arciszewski, B. (2014). First report on intersex in invasive
33 round goby *Neogobius melanostomus* from the Baltic Sea (Gulf of Gdańsk, Poland).
34 *Oceanologia*. doi:10.1016/j.oceano.2014.09.004
- 35 Hagberg, L., Holmgren, K. (2008). The climate impact of future energy peat production.
36 Swedish Environmental Research Institute.
- 37 Hakala, K., Mela, T. (1996). The effects of prolonged exposure to elevated temperatures
38 and elevated CO₂ levels on the growth, yield and dry matter partitioning of field-sown
39 meadow fescue. *Agriculture and Food Science in Finland*, 5, 285–298.
- 40 Haldna, M., Milius, A., Laugaste, R., Kangur, K. (2008). Nutrients and hytoplankton in
41 Lake Peipsi during two periods that differed in water level and temperature. *Hydrobiologia*,
42 599, 3–11.

- 1 Hall, I. V., Aaldres, L. E., Townsend, L. R. (1964). The effects of soil pH on the mineral
2 composition and growth of the lowbush blueberry. *Canadian Journal of Plant Sciences* 44:
3 433–438.
- 4 Hallhülge (*Halichoerus grypus*) kaitse tegevuskava. (2011) Keskkonnaamet.
5 http://www.envir.ee/sites/default/files/hallhylge_ktk_eelnou_ds.pdf
- 6 Halvorson, A., Wienhold, B. J., Black, A. L. (2002). Tillage, nitrogen, and cropping system
7 effects on soil carbon sequestration. Publications from USDA-ARS / UNL Faculty. Paper
8 1219.
9 <http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2224&context=usdaarsfacpub>
10 (21.02.2015)
- 11 Hannah, L. (2008). Protected Areas and Climate Change. *Annals of the New York Academy*
12 *of Sciences*, 1134, 201–212.
- 13 Hannah, L., Midgley, G., Andelman, S., Araújo, M., Hughes, G., Martinez-Meyer, E.,
14 Williams, P. (2007). Protected area needs in a changing climate. *Frontiers in Ecology and*
15 *the Environment*, 5(3), 131–138.
- 16 Hansen, R., Mander, Ü., Soosaar, K., Maddison, M., Lõhmus, K., Kupper, P., Kanal, A.,
17 Sõber, J. (2013). Greenhouse gas fluxes in an open air humidity manipulation experiment.
18 *Landscape Ecology*, 28(4), 637–649.
- 19 Hanso, M., Drenkhan, R. 2009. *Diplodia pinea* is a new pathogen on Austrian pine (*Pinus*
20 *nigra*) in Estonia. *Plant Pathology*, 58, 797.
- 21 Hanso, M., Drenkhan, R. (2012). Lophodermium needle cast, insect defoliation and growth
22 responses of young Scots pines in Estonia. *Forest Pathology*, 42, 124–135.
- 23 Hanso, M., Drenkhan, R. (2013). Simple visualization of climate change for improving the
24 public perception in forest pathology. *Metsanduslikud Uurimused*, 58, 37–45.
- 25 Hanson, R. (2015). Taimeriiki ootab ees põhjalik ülevaatus. Postimees.
26 <http://pluss.postimees.ee/3111345/taimeriiki-ootab-ees-pohjalik-ulevaatus> (14.04.2015).
- 27 Hara soo taastamis- ja tammitamisprojekt. Keskkonnainvesteeringute keskuse rahastatud
28 projekt.
- 29 Harjaka tahuksambla (*Meesia longiseta* Hedw.) kaitse tegevuskava. (2013).
30 Keskkonnaamet.
- 31 Hatjina, F., Bienkowska, M., Charistos, L., Chlebo, R., Costa, C., Drazic, M. M., Filipi, J.,
32 Gregorc, A., Ivanova, E. N., Kezic, N., Kopernicky, J., Kryger, P., Lodesani, M., Lokar, V.,
33 Mladenovic, M., Panasiuk, B., Petrov, P. P., Rasic, S., Skerl, M. I. S., Vejsnaes, F., Wilde,
34 J. (2014). A review of methods used in some European countries for assessing the quality
35 of honey bee queens through their physical characters and the performance of their colonies.
36 *Journal of Apicultural Research*, 53(3), 337–363.
- 37 Hawkins, S. J., Firth, L. B., McHugh, M., Poloczanska, E. S., Herbert, R. J. H., Burrows.
38 M. T., Kendall, M. A., Moore, P. J., Thompson, R. C., Jenkins, S. R., Sims, D. W., Genner,
39 M. J., Mieszkowska, N. (2013). Data rescue and re-use: Recycling old information to
40 address new policy concerns. *Marine Policy*, 42, 91–98.
- 41 Hebeisen T., Lüscher A., Zanetti S., Fischer B.U., Hartwig U. A., Frehner M., Hendrey G.
42 R., Blum H., Nösberger J. (1997). Growth response of *Trifolium repens* L. and *Lolium*
43 *perenne* L. as monocultures and bi-species mixture to free air CO₂ enrichment and
44 management. *Global Change Biology*, 3, 149–160.

- 1 Hedberg, P. (2013). The use of functional traits as a tool in evaluating restorations of
2 peatlands. Autoreferat of doctoral thesis. Faculty of Biology, University of Warsaw, Poland.
- 3 Heikinheimo, O., Pekcan-Hekim, Z., Raitaniemi, J. (2014). Spawning stock-recruitment
4 relationship in pikeperch *Sander lucioperca* (L.) in the Baltic Sea, with temperature as an
5 environmental effect. *Fisheries Research*, 155, 1–9.
- 6 Heikkinen, R. K., Luoto, M., Leikola, N., Pöyry, J., Settele, J., Kudrna, O., Marmion, M.,
7 Fronzek, S., Thuiller, W. (2010). Assessing the vulnerability of European butterflies to
8 climate change using multiple criteria. *Biodiversity & Conservation*, 19(3), 695–723.
- 9 Heinsoo, K., Hein, K., Melts, I., Holm, B., Ivask, M. (2011). Päideroo kasvatamise
10 võrdluskatsed jääksool ja mineraalmullal. Rmt-s: Paal, J. (Koost., Toim.) 2011. Jääksood,
11 nende kasutamine ja korrastamine, lk. 96–103. Tartu, Vali trükikoda.
- 12 HELCOM. (2012). Indicator based assessment of coastal fish community status in the Baltic
13 Sea 2005-2009. *Balt. Sea Environ. Proc.* No. 131
- 14 HELCOM. (2013) Cyanobacterial blooms in the Baltic Sea. <http://helcom.fi/baltic-sea-trends/environment-fact-sheets/eutrophication/cyanobacterial-blooms-in-the-baltic-sea>
- 16 Helfrich, L. A., Smith, S. A. (2009). Fish kills: their causes and prevention. Virginia
17 Cooperative Extension Publ., 420–252, 1–4.
- 18 Hellmann, J. J., Byers, J. E., Bierwagen, B. G., Dukes, J. S. (2008). Five potential
19 consequences of climate change for invasive species. *Conservation Biology*, 22(3), 534–
20 543.
- 21 Helm, A., Hanski, I., Pärtel, M. (2006). Slow response of plant species richness to habitat
22 loss and fragmentation. *Ecology Letters*, 9, 72–77.
- 23 Hendrikson & Ko OÜ. (2012). Tartu linna välisõhu strateegiline mürakaart. Seletuskiri. 46
24 lk.
- 25 Hering, D., Schmidt-Kloiber, A., Murphy, J., Luecke, S., Zamora-Munoz, C., López-
26 Rodríguez, M.J., Huber, T., Graf, W. (2009). Potential impact of climate change on aquatic
27 insects: a sensitivity analysis for European caddisflies (Trichoptera) based on distribution
28 patterns and ecological preferences. *Aquatic Sciences*, 71, 3–14.
- 29 Herkül, K., Kotta, J., Kotta, I. (2006). Invasion history and distribution of the semi-
30 terrestrial invasive amphipod *Orchestia cavimana* in the Estonian coastal sea. Ojaveer, H.,
31 Kotta, J. (Eds.), *Alien invasive species in the north-eastern Baltic Sea: population dynamics*
32 *and ecological impacts* (pp 23–29). Tallinn: Estonian Marine Institute Report Series No. 14.
- 33 Hiimäe, M. (2014). Poollooduslike kooslustega seonduvast rahvapärimesest.
34 Pärändkooslused. Õpik-käsiraamat. Pärändkoosluste kaitse ühing, Tartu, lk 65–72.
- 35 Hiisaar, K., Metspalu, L., Jõudu, J., Jõgar, K. 2006. Overwintering of the Colorado potato
36 beetle (*Leptinotarsa decemlineata* Say) in field conditions and factors affecting its
37 population density in Estonia. *Agronomy Research*, 4(1), 21–30.
- 38 Hill, J. K., Thomas, C. D., Fox, R., Telfer, M. G., Willis, S. G., Asher, J., Huntley, B. (2002).
39 Responses of butterflies to twentieth century climate warming: implications for future
40 ranges. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*,
41 269(1505), 2163–2171.
- 42 Hof, A. R., Jansson, R., Nilsson, C. (2012a). Future climate change will favour non-
43 specialist mammals in the (Sub)arctics. *PLoS ONE*, 7(12), e52574.

- 1 Hof, A. R., Jansson, R., Nilsson, C. (2012b). The usefulness of elevation as a predictor
2 variable in species distribution modelling. *Ecological Modelling*, 246, 86–90.
- 3 Hof, A. R., Jansson, R., Nilsson, C. (2012c). How biotic interactions may alter future
4 predictions of species distributions: future threats to the persistence of the arctic fox in
5 Fennoscandia. *Diversity and Distributions*, 18, 554–562.
- 6 Hofgaard, I. S., Vollsnes, A. V., Marum, P., Larsen, A., Tronsmo, A. M. (2003). Variation
7 in resistance to different inter stress factors within a full-sib family of perennial ryegrass.
8 *Euphytica*, 134, 61–75.
- 9 Hole, D. G., Perkins, A. J., Wilson, J. D., Alexander, I. H., Grice, P. V., Evans, A. D. (2005).
10 Does organic farming benefit biodiversity? *Biological Conservation*, 122, 113–130.
- 11 Hole, D. G., Willis, S. G., Pain, D. J., Fishpool, L. D., Butchart, S. H. M., Collingham Y.
12 C., Rahbek, C., Huntley, B. (2009). Projected impacts of climate change on a continent-
13 wide protected area network. *Ecology Letters*, 12, 420–431.
- 14 Holmes, R. S. (1960). Effect of phosphorous and pH on iron chlorosis of the blueberry in
15 the water culture. *Soil Science*, 90, 374–379.
- 16 Hudd, R., Lehtonen, H., Kurttila, I. (1988). Growth and abundance of fry; factors which
17 influence the year-class strength of whitefish (*Coregonus widegreni*) in the southern
18 Bothnian Bay (Baltic). *Finnish Fisheries Research*, 9, 213–220.
- 19 Hughes, L. (2000). Biological consequences of global warming: is the signal already
20 apparent?. *Trends in Ecology & Evolution*, 15(2), 56–61.
- 21 Huntley, B., Collingham, Y. C., Willis, S. G., Green, R. E. (2008). Potential Impacts of
22 Climatic Change on European Breeding Birds. *PLoS ONE*, 3(1), e1439.
- 23 Hurt, M. (200x). Jõevähk, vähivaru seisund ja selle ohustatus, vähipüük. Eesti Maaülikool,
24 Veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut, kalakasvatuse osakond.
25 http://www.envir.ee/sites/default/files/elfinder/article_files/vahid_ja_puuk_hurt.pdf
- 26 Hurt, M., Kivistik, M. (2014). Jõevähki ohustavate võõrvähiliikide leviku hindamine ning
27 signaalvähi tõrjeks meetmete rakendamine 2013. a. Eesti Maaülikool.
- 28 Hussy, K. (2011). Review of western Baltic cod (*Gadus morhua*) recruitment dynamics.
29 *ICES Journal of Marine Science*, 68(7), 1459-1471.
- 30 Hüdenergia ressurs. (2015)
31 [http://www.energiatalgud.ee/index.php?title=H%C3%BCdroenergia_ressurss#H.C3.BCdro](http://www.energiatalgud.ee/index.php?title=H%C3%BCdroenergia_ressurss#H.C3.BCdroenergia_toodang_Eestis)
32 [oenergia_toodang_Eestis](http://www.energiatalgud.ee/index.php?title=H%C3%BCdroenergia_ressurss#H.C3.BCdroenergia_toodang_Eestis)
- 33 Hyvönen, R., Ågren, G.I., Linder, S., Persson, T., Cotrufo, M.F., Ekblad, A., Freeman, M.,
34 Grelle, A., Janssens, I.A., Jarvis, P.G., Kellomäki, S., Lindroth, A., Loustau, D., Lundmark,
35 T., Norby, R.J., Oren, R., Pilegaard, K., Ryan, M.G., Sigurdsson, B.D., Strömberg, M., van
36 Oijen, M., and Wallin, G. (2007). The likely impact of elevated [CO₂], nitrogen deposition,
37 increased temperature and management on carbon sequestration in temperate and boreal
38 forest ecosystems: a literature review. *New Phytol.* 173(3), 463–480.
- 39 IAP. (2008) Metsa mitmekülgse kasutusega seotud osapoolte ja tegevuste kaardistus.
- 40 ICES. (2009). Report of the ICES/HELCOM Working Group on Integrated Assessments of
41 the Baltic Sea (WGIAB), 16–20 March 2009, Rostock, Germany. ICES CM 2009/BCC:02.
42 81 pp. IPCC. 2007. Climate change 2007: The physical science basis, Contribution of
43 Working Group I to the Fourth Assessment report of the Intergovernmentla Panel on

- 1 Climate Change, S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M.
2 Tignor, H.L. Miller (Eds.). New York: Cambridge Univ. Press. 996 pp.
- 3 ICES. (2013). Report of the Joint EIFAAC/ICES Working Group on Eels (WGEEL), 18–
4 22 March 2013 in Sukarietta, Spain, 4–10 September 2013 in Copenhagen, Denmark. ICES
5 CM 2013/ACOM:18. 851 pp.
- 6 Iital, A., Pachel, K., Loigu, E., Pihlak, M., Leisk, Ü. (2010). Recent trends in nutrient
7 concentrations in Estonian rivers as a response to large-scale changes in land-use intensity
8 and lifestyles. *J. Environ. Monitor.*, 12, 178–188.
- 9 Ilomets, M. (2001). Mis saab jääksoodest? *Eesti Loodus*, nr 6, lk 218–221.
- 10 Ilomets, M. (2003). Mille arvel kaevandame turvast? *Eesti Loodus*, nr 2, lk 20–24.
- 11 Ilomets, M. (2011). Tingimuste loomine taassoostumiseks: kogemusi Eestist. Rmt-s: Paal,
12 J. (koost., toim.) 2011. Jääksood, nende kasutamine ja korrastamine, 130–139. Tartu, Vali
13 trükikoda.
- 14 Ilomets, M., Kallas, R. (1995). Estonian mires – past, present and future alternatives.
15 *Gunneria* 70, 117–126.
- 16 Ingerpuu, N., Nurkse, K., Vellak, K. (2014). Bryophytes in Estonian mires. *Estonian Journal*
17 *of Ecology*, 63(1), 3–14.
- 18 Interpretation Manual of European Union Habitats - EUR 28 (2013). European Commission
19 Directorate General Environment.
20 [http://ec.europa.eu/environment/nature/legislation/habitatsdirective/docs/Int_Manual_EU2](http://ec.europa.eu/environment/nature/legislation/habitatsdirective/docs/Int_Manual_EU28.pdf)
21 [8.pdf](http://ec.europa.eu/environment/nature/legislation/habitatsdirective/docs/Int_Manual_EU28.pdf) (13.02.2015).
- 22 IPCC. (2006). IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the
23 National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K.,
24 Ngara T., Tanabe K. (Eds). Published: IGES, Japan.
- 25 IPCC. (2007). *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Cambridge University
26 Press, Cambridge.
- 27 IPCC. (2013). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*. Cambridge University
28 Press, Cambridge. Working Group I Contribution to the IPCC Fifth Assessment Report.
29 <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>
- 30 IPCC. (2013). Summary for policymakers. Stocker, T. F., Qin, D., Plattner, G-K., Tignor,
31 M., Allen, S. K. et al. (Eds.), *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*.
32 Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental
33 Panel on Climate Change. Cambridge, UK, and New York, USA: Cambridge University
34 Press.
- 35 IPCC. (2014). 2013 Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas
36 Inventories: Wetlands, Hiraishi, T., Krug, T., Tanabe, K., Srivastava, N., Baasansuren, J.,
37 Fukuda, M. and Troxler, T.G. (eds). Published: IPCC, Switzerland.
- 38 IPCC. (2014). Summary for policymakers. Field, C. B., V.R. Barros, D. J. Dokken, K. J.
39 Mach, M. D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K. L. Ebi, Y. O. Estrada, R.C. Genova,
40 B. Girma, E. S. Kissel, A. N. Levy, S. MacCracken, P. R. Mastrandrea, L. L. White (eds),
41 *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Contribution of Working
42 Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change
43 (pp. 1–32). Cambridge: Cambridge University Press.

- 1 IUCN. (2015). The IUCN Red List of Threatened Species – *Pteromys volans*.
2 <http://www.iucnredlist.org/details/18702/0> (07.05.2015).
- 3 Jaagus, J. (2013). Nüüdiskliima. Tarand, A. Jaagus, J. Kallis, A., Eesti kliima minevikus ja
4 tänapäeval, lk. 387–451. Tartu Ülikooli Kirjastus.
- 5 Jactel, H., Nicoll, B. C., Branco, M., Gonzalez-Olabarria, J. R., Grodzki, W., Langström,
6 B., Moreira, F., Netherer, S., Orazio, C., Piou, D., Santos, H., Schelhaas, M. J., Tojic, K.,
7 Vodde, F. (2009). The influences of forest stand management on biotic and abiotic risks of
8 damage. *Annals of Forest Science*, 66, 1–18.
- 9 Jahiulukite küttimine. (2014). Jahiulukite küttimine Eestis 2013/2014 jahihooajal.
10 http://www.keskkonnainfo.ee/failid/Jahiulukite_kuttimine_2013_2014.pdf
- 11 Janishevski, L., Gidda, S. B. (2015). Protected Areas and Climate Change. Biodiversity and
12 Climate Change. Issue Paper No 6. [http://www.unep.org/forests/Portals/142/docs/CBD-](http://www.unep.org/forests/Portals/142/docs/CBD-UNEP_Issue_Paper_Protected_Areas_n_CC.pdf)
13 [UNEP_Issue_Paper_Protected_Areas_n_CC.pdf](http://www.unep.org/forests/Portals/142/docs/CBD-UNEP_Issue_Paper_Protected_Areas_n_CC.pdf) (18.02.2015).
- 14 Jennings, E., Järvinen, M., Allott, N., Arvola, L., Moore, K., Naden, P., Aonghusa, C. N.,
15 Nöges, T., Weyhenmeyer, G. A. (2010). Impacts of Climate on the Flux of Dissolved
16 Organic Carbon from Catchments. Pt. 12 D. G. George (Toim.), *The Impact of Climate*
17 *Change on European Lakes*, Aquatic Ecology Series 4, Springer, p. 199–220.
- 18 Jeppesen, E., Brucet, S., Naselli-Flores, L., Papastergiadou, E., Stefanidis, K., Nöges, T.,
19 Nöges, P., Attayde, J. L., Zohary, T., Coppens, J., Bucak, T., Menezes, R. F., Freitas, F. R.
20 S., Kernan, M., Søndergaard, M., Lauridsen, T. L., Beklioglu, M. (2015). Ecological
21 impacts of global warming and water abstraction on lakes and reservoirs due to changes in
22 water level and related changes in salinity. *Hydrobiologia* (in press). DOI 10.1007/s10750-
23 014-2169-x
- 24 Jeppesen, E., Kronvang, B., Meerhoff, M., Søndergaard, M., Hansen, K. M., Andersen H.
25 M., Lauridsen T. L., Liboriussen, L., Beklioglu, M., Özen, A., Olesen, J. E. (2009). Climate
26 Change Effects on Runoff, Catchment Phosphorus Loading and Lake Ecological State, and
27 Potential Adaptations. *Journal of Environmental Quality*, 38, 1930–1941.
- 28 Jeppesen, E., Meerhoff, M., Davidson, T. A., Trolle, D., Søndergaard, M., Lauridsen, T. L.,
29 Beklioglu, M., Brucet, S., Volta, P., González-Bergonzoni, I., Nielsen, A. (2014). Climate
30 change impacts on lakes: an integrated ecological perspective based on a multi-faceted
31 approach, with special focus on shallow lakes. *Journal Limnology*, 73, 84–107.
- 32 Jeppesen, E., Meerhoff, M., Holmgren, K., Gonzalez-Bergonzoni, I., Teixeira-de Mello, F.,
33 Declerck, S., De Meester, L., Søndergaard, M., Lauridsen, T., Bjerring, R., Conde-Porcuna,
34 J., Mazzeo, N., Iglesias, C., Reizenstein, M., Malmquist, H., Liu, Z., Balayla, D.,
35 Ja&Lazzaro, X. (2010). Impacts of climate warming on lake fish community structure and
36 potential effects on ecosystem function. *Hydrobiologia*, 646, 73–90.
- 37 Jeppesen, E., Mehner, T., Winfield, I. J., Kangur, K., Sarvala, J., Gerdeaux, D., Rask, M.,
38 Malmquist, H. J., Holmgren, K., Volta, P., Romo, S., Eckmann, R., Sandström, A., Blanco,
39 S., Kangur, A., Stabo, H. R., Tarvainen, M., Ventelä, A.-M., Søndergaard, M., Lauridsen,
40 T. L., Meerhoff, M. (2012). Impacts of climate warming on the long-term dynamics of key
41 fish species in 24 European lakes. *Hydrobiologia*, 694, 1–39.
- 42 Jeppesen, E., Moss, B., Bennion, H., Carvalho, L., DeMeester, L., Feuchtmayr, H., Friberg,
43 N., Gessner, M. O., Hefting, M., Lauridsen, T. L., Liboriussen, L., Malmquist, H. J., May,
44 L., Meerhoff, M., Olafsson, J. S., Soons, M.B., Verhoeve, J. T. A. (2010b). Interactions of
45 climate change and eutrophication. Kerman, M., Batterbee, R. W., Moss, B. (Eds.), *Climate*

- 1 change impacts on freshwater ecosystems (pp. 119–151). Chichester, UK: Wiley-
2 Blackwell.
- 3 Jetz, W., Wilcove, D. S., Dobson, A. P. (2007). Projected impacts of climate and land-use
4 change on the global diversity of birds. *PLoS biology*, 5(6), e157.
- 5 Jones, M. B., Donnelly, A. (2004). Carbon sequestration in temperate grassland ecosystems
6 and the influence of management, climate and elevated CO₂, *New Phytologist*, 164(3), 423–
7 439.
- 8 Jonston, A., Ausden, M., Dodd, A. M., Bradbury, R. B., Chamberlain, D. E., Jiguet, F.,
9 Thomas, C. D., Cook, A. S. C. P., Newson, S. E., Ockendon, N., Rehfisch, M. M., Roos, S.,
10 Thaxter, C. B., Brown, A., Crock, H. Q. P., Douse, A., McCall, R. A., Pontier, H., Stroud,
11 D. A., Cadiou, B., Crow, O., Deceuninck, B., Hornman, M., Pearce-Higgins, J. W. (2013).
12 Observed and predicted effects of climate change on species abundance in protected areas.
13 *Nature Climate Change*, 3, 1055–1061.
- 14 Joosten, H., Clarke, D. (Eds.) (2002). Wise use of mires and peatlands. Background and
15 principles including a framework for decision-making. International Mire Conservation
16 Group, International Peat Society, Saarijärvi, Finland.
- 17 Jump, A. S., Penuelas, J. (2005). Running to stand still: adaptation and the response of plants
18 to rapid climate change. *Ecology Letters*, 8(9), 1010–1020.
- 19 Jung, V., Albert, C. H., Violle, C., Kunstler, G., Loucougaray, G., Spiegelberger, T. (2014).
20 Intraspecific trait variability mediates the response of subalpine grassland communities to
21 extreme drought events. *Journal of Ecology*, 102(1), 45–53.
- 22 Juutinen, S., Alm, J., Larmola, T., Huttunen, J. T., Morero, M., Martikainen, P. J., Silvola,
23 J. (2003). Major implication of the littoral zone for methane release from boreal lakes.
24 *Global Biogeochem. Cycles*, 17(4), 1117, 28-1–28-11 doi:10.1029/2003GB002105 .
- 25 Juutinen, S., Rantakari, M., Kortelainen, P., Huttunen, J. T., Larmola, T., Alm, J., Silvola,
26 J., Martikainen, P. J. (2009). Methane dynamics in different boreal lake types,
27 *Biogeosciences*, 6, 209–223.
- 28 Jõgiste, A., Kutsar, K., Varjas, J. (2005). Sääskedega levivad nakkushaigused Eestis. *Eesti*
29 *Arst*, 84(3), 169-173.
- 30 Järvalt, A., Bernotas, P., Silm, M. Kask, M. (2014). Angerjavaru ja rännete hindamine, varu
31 hindamise meetodika tõhustamine siseveekogudel. Aruanne. EMÜ, Põllumajanduse- ja
32 keskkonnainstituut, Limnoloogiakeskus.
33 [http://www.agri.ee/sites/default/files/content/uuringud/2014/uuring-2014-](http://www.agri.ee/sites/default/files/content/uuringud/2014/uuring-2014-angerjavarud.pdf)
34 [angerjavarud.pdf](http://www.agri.ee/sites/default/files/content/uuringud/2014/uuring-2014-angerjavarud.pdf)
- 35 Järvalt, A., Kangur, A., Kangur, K., Kangur, P., Pihu, E. (2004). Fish and fisheries, in:
36 Haberman, J., Pihu, E., Raukas, A. (Eds), *Lake Võrtsjärv. Estonian Encyclopaedia*
37 *Publishers*, Tallinn, 335–354.
- 38 Järvalt, A., Kask, M., Bernotas, P. (2010). Võrtsjärve kalavarude seisund ning
39 angerjamajanduse kava täitmise analüüs 2010. Keskkonnaministeriumi poolt
40 finantseeritud lepingu nr 4-11/1711.07.2010 aruanne. Eesti Maaülikool. Tartu.
- 41 Järvalt, A., Laas, A., Nõges, P., Pihu, E. (2005). The influence of water level fluctuations
42 and associated hypoxia on the fishery of Lake Võrtsjärv, Estonia. *Ecology and*
43 *Hydrobiology*, 4, 487–497.

- 1 Järvan, U., Kanger, J., Kevvai, L., Sisask, M., Tüür, R. (1996). Eesti haritava maa
2 agrookeemiliste seisundi kujunemine. EMPÜ teadustööde kogumik, 187, 15–27.
- 3 Järveoja, J., Laht, J., Maddison, M., Soosaar, K., Ostonen, I., Mander, Ü. (2013). Mitigation
4 of greenhouse gas emissions from an abandoned Baltic peat extraction area by growing reed
5 canary grass: life-cycle assessment. *Regional Environmental Change*, 13(4), 781–795.
- 6 Jüssi, I., Jüssi, M. (2001). Tegevuskava hallhüljeste kaitse korraldamiseks Eestis aastatel
7 2001-2005. Eesti Ulukid, 7.
- 8 Jylhä, K., Toumenvirta, H., Ruosteenoja, K. (2004). Climate change projections for Finland
9 during the 21st century. *Boreal Environment Research*, 9, 127–152.
- 10 Kaasik, A., Maasikmets A. (2013). Concentrations of airborne particulate matter, ammonia
11 and carbon dioxide in large scale uninsulated loose housing cowsheds in Estonia.
12 *Biosystems Engineering*, 114, 223–231.
- 13 Kajan, E., Saarinen, J. (2013). Tourism, climate change and adaptation: a review, *Current*
14 *Issues in Tourism*, 6(2), 167–195.
- 15 Kalapüügiseadus. (1995). RT I 1995, 80, 1384.
16 <https://www.riigiteataja.ee/akt/103072014023> (18.02.2015).
- 17 Kalavarude seisund ja prognoos. (2014) Keskkonnaministeerium.
18 http://www.envir.ee/sites/default/files/kalavarude_luhiulevaade_2014.pdf
- 19 Kaldaru, H. (2008). Metsa mitmekülgne kasutamine. Elanikkonna, erametsaomanike ja
20 väikeettevõtjate küsitlus. Turu-uuringute AS.
- 21 Kallis, A., Kull, A., Roose, A., Järvet, A., Kriis, E., Abroi, E.L., Pödersalu, H., Laas, I.,
22 Võrno, I., Jaagus, J., Kriiska, K., Eerme, K., Lember, K., Rannik, K., Aidla, K., Kaar, K.,
23 Kaare, K., Sakkeus, L., Kaasik, M., Mandel, M., Viisimaa, M., Möls, M., Kabral, K., Roots,
24 O., Talkop, R., Laasma, T., Kallaste, T., Anis, T., Räim, T., Adermann, V., Suursaar, Ü.
25 (2013). Eesti kuues kliimaruanne ÜRO kliimamuutuste raamkonventsiooni elluviimise
26 kohta. Tallinn. Keskkonnaministeerium.
- 27 Kamenik, J. (2013). Rahe. <http://ilm.ee/?45886> (13.05.2013 00:00), (25.04.2015).
- 28 Kangur, A., Kangur, P., Kangur, K., Möls, T. (2007a). The role of temperature in the
29 population dynamics of smelt *Osmerus eperlanus eperlanus m. spirinchus* Pallas in Lake
30 Peipsi (Estonia/Russia). *Hydrobiologia*, 584, 433–441.
- 31 Kangur, A., Kangur, P., Pihu, E., Vaino, V., Tambets, M., Krause, T., Kangur K. (2008).
32 Kalad ja kalandus. Haberman, J., Timm, T., Raukas, A. (Toim.), Peipsi, lk. 317–340. Eesti
33 Loodusfoto Publishers, Tallinn.
- 34 Kangur, K., Ginter, K., Kangur, A., Kangur, P., Möls, T. (2015). Collapse of the vendace
35 (*Coregonus albula*) population in Lake Peipsi: cumulative effects of extreme weather
36 events in summer and winter and predator-prey interactions. *Boreal Environment Research*
37 (submitted).
- 38 Kangur, K., Ginter, K., Kangur, A., Kangur, P., Orru, K., Möls, T. (2011). Ekstreemsete
39 ilmastikunähtuste ja kohaliku inimtegevuse koosmõju Peipsi kaladele. Rmt-s: Soomere, T.,
40 Nõges, T. (Toim.), Teadusmõte Eestis (VII) Meri. Järved. Rannik (37–48). Eesti Teaduste
41 Akadeemia.
- 42 Kangur, K., Kangur, A. (2014). Rääbis, ohustatud vääriskala Peipsis. *Eesti Loodus*, 5, 50–
43 53.

- 1 Kangur, K., Kangur, A., Kangur, P., Ginter, K., Orru, K., Haldna, M., Möls, T. (2013).
2 Long-term effects of extreme weather events and eutrophication on the fish community of
3 Lake Peipsi (Estonia/Russia). *Journal of Limnology*, 72, 376–387.
- 4 Kangur, K., Kangur, A., Kangur, P., Ginter, K., Orru, K., Möls, T. (2010). Survetegurite
5 mitmekesisus ja koosmõju Peipsi kalastiku seisundi kujunemisel. In: XI Eesti
6 Ökoloogiakonverents, 8.–9. aprillil 2010, Tartu.
- 7 Kangur, K., Kangur, A., Kangur, P., Laugaste, R. (2005). Fish kill in Lake Peipsi in summer
8 2002 as a synergistic effect of cyanobacterial bloom, high temperature and low water level.
9 *Proc. Estonian Acad. Sci. Biol. Ecol.*, 54, 67–80.
- 10 Kangur, K., Kangur, K., Kangur, A. (2009). Effects of Natural and Man Induced Stressors
11 on Large European Lake: Case Study of Lake Peipsi (Estonia/Russia). Kovar, P., Maca, P.,
12 Redinova, J. (Eds.), *Water Policy 2009 Water as a Vulnerable and Exhaustible Resource*
13 (pp. 101–105). Prague, Czech Republic.
- 14 Kangur, K., Möls, T., Haldna, M., Kangur, A., Kangur, P., Laugaste, R., Milius, A., Tanner,
15 R. (2003). Peipsi elustiku, biogeenide ja veetaseme ühisdünaamika ning kriitiliste
16 olukordade risk. Rmt: T. Frey (Toim.), *Kaasaegse ökoloogia probleemid*. Tartu, lk. 73–83.
- 17 Kangur, K., Möls, T., Milius, A., Laugaste, R. (2003). Phytoplankton response to changed
18 nutrient level in Lake Peipsi (Estonia) in 1992–2001. *Hydrobiologia*, 506–509, 265–272.
- 19 Kangur, K., Park, Y.-S., Kangur, A., Kangur, P., Lek, S. (2007b). Patterning long-term
20 changes of fish community in large shallow Lake Peipsi. *Ecological Modelling*, 203, 34–
21 44.
- 22 Kangur, M., Kotta, J., Kukk, T., Kull, T., Lilleleht, V., Luig, J., Ojaveer, H., Paaver, T.,
23 Vetemaa, M. (2005). *Invasiivsed võõrliigid Eestis*. Tallinn: Keskkonnaministeerium.
- 24 Kangur, P., Kangur, A., Pihu, E., Jaani, A. (2000). Fluctuations of water level and catches
25 of pike, *Esox lucius* L., in Lake Peipsi in recent decades. Nilsson, I. (Ed.), *Nordic*
26 *Hydrological Conference 1* (pp. 51–57). Uppsala.
- 27 Kaposts, V., Karinš, Z., Lazdinš, A. (2000). Use of sewage sludge in forest cultivation.
28 *Baltic Forestry*, 6, 24–28.
- 29 Karell, M. (2001). 1967. aasta augustiorkaan niitis maha kolm miljonit tihumeetrit metsa.
30 *Eesti Päevaleht*.
- 31 Karjalainen, M., Engström-Öst, J., Korpinen, S., Peltonen, H., Pääkönen, J.-P., Rönkkönen,
32 S., Suikkanen, S., Viitasalo, M. (2007). Ecosystem consequences of cyanobacteria in the
33 northern Baltic Sea. *Ambio*, 36, 195–202.
- 34 Karlsson, A. M. L., Almqvist, G., Skora, K.E., Appelberg, M. (2007). Indications of
35 competition between non-indigenous round goby and native flounder in the Baltic Sea.
36 *ICES Journal of Marine Science*, 64, 479–486.
- 37 Karofeld, E. (2011). Tingimuste loomine taassoostumiseks: kogemusi maailmast. Rmt-s:
38 Paal, J. (Koost., Toim.). *Jääksood, nende kasutamine ja korrastamine*, 111–130. Tartu, Vali
39 trükikoda.
- 40 Karofeld, E., Anier, T., Vellak, K. (2013). Sammaldest Tässi jääksoo korrastataval alal.
41 *Samblasöber*, 16, 2–7.
- 42 Karofeld, E., Vellak, K., Marmor, L., Paal, J. (2007). Aluselise õhusaaste mõjust Kirde-
43 Eesti rabadele. *Metsanduslikud uurimused*, 47, 47–70.

- 1 Kasimir-Klemedtsson, Å., Klemedtsson, L., Berglund, K., Martikainen, P., Silvola, J.,
2 Oeneman, O. (1997). Greenhouse gas emissions from farmed organic soils: a review. *Soil*
3 *Use and Management*, 13, 245–250.
- 4 Kask, K. (2015). Distribution and habitat preferences of the clouded apollo butterfly
5 (*Parnassius mnemosyne* (L.)) in Estonia. Doctoral Thesis of the Estonian University of Life
6 Sciences. Tartu.
7 http://dspace.emu.ee/bitstream/handle/10492/1915/Kadri_Kask_DO2015.pdf?sequence=1
8 (14.05.2015).
- 9 Kask, M., Laasimer, L. (1987). The significance of species at the margins of their area in
10 the Estonian flora. *The Plant Cover of the Estonian SSR. Flora, Vegetation and Ecology*, 7–
11 16. Tallinn, Valgus.
- 12 Kask, R. (1994). Eesti muldade viljakus ja selle hindamine. *Agraarteadus*, 405–423.
- 13 Kask, Ü. (2010). Olemasolev olukord biogaasi tootmises. Eesti aruanne. Biometaan
14 mootorikütuseks. Tallinna Tehnikaülikool, Soojustehnika Instituut.
- 15 Kask, Ü., Kask, L., Paist, A., 2007. Reed as Energy Resource in Estonia. In: *Read up on*
16 *reed* (Eds. Ikonen, I., Hagelberg, E.), Southwest Finland Regional Environmental Centre,
17 2007, pp. 102–114.
- 18 Kaubi, U. (2005). Suurtormid Eesti ja Euroopa metsades. *Eesti Mets*, 1.
- 19 Kaubi, U. (2005). Suurtormid Eesti ja Euroopa metsades. *Eesti Mets*, 1.
20 http://www.loodusajakiri.ee/eesti_mets/artikkel396_377.html (18.02.2015).
- 21 Kauhala, K., H. (2007). Metsäjäniskanta pienentynyt voimakaasti. Riista- ja kalatalous.
22 *Selvityksiä*, 3.
- 23 Kellomäki, S., Karjalainen, T., Väisänen, H. (1997). More timber from boreal forests under
24 changing climate? *Forest Ecology & Management*, 94(1–30), 195–208.
- 25 Kellomäki, S., Kolström, M. (1993). Computations on the yield of timber by Scots pine
26 when subjected to varying levels of thinning under changing climate in southern Finland.
27 *Climate Change*, 32, 423–445.
- 28 Kellomäki, S., Peltola, H., Nuutinen, T., Korhonen, K. T., Strandman, H. (2008). Sensitivity
29 of managed boreal forests in Finland to climate change, with implications for adaptive
30 management. *Philosophical Transactions of the Royal Society: B*, 363, 2341–2351.
- 31 Keppart, L. (2015) Agrometeoroloogilise monitooringu ja uuringute tulemused. ETKI.
32 [http://www.etki.ee/index.php/publikatsioonid/programmid#teaduskonverentsi-teaduselt-](http://www.etki.ee/index.php/publikatsioonid/programmid#teaduskonverentsi-teaduselt-taimekasvatatajale-95-aastat-taimekasvatustlikku-teadustegevust-ettekanded)
33 [taimekasvatatajale-95-aastat-taimekasvatustlikku-teadustegevust-ettekanded](http://www.etki.ee/index.php/publikatsioonid/programmid#teaduskonverentsi-teaduselt-taimekasvatatajale-95-aastat-taimekasvatustlikku-teadustegevust-ettekanded)
- 34 Keskkonnaagentuur. (2014a). Keskkonnaülevaade 2013.
35 <http://www.keskkonnainfo.ee/main/index.php/et/component/content/article/887>
- 36 Keskkonnaagentuur. (2014b). Mets 2013. Aastaraamat. Tartu.
37 http://www.keskkonnainfo.ee/failid/Mets_2013.pdf
- 38 Keskkonnaministeerium. (2011). Üleujutusohuga seotud riskide esialgse hinnangu aruanne.
39 <http://www.envir.ee/et/uuleujutusohuga-seotud-riskide-esialgne-hinnang>
- 40 Keskkonnaministeerium. (2012) Looduskaitse arengukava aastani 2020. 26.07.2012. a
41 korraldus nr 332. http://www.envir.ee/sites/default/files/lak_lop.pdf
- 42 Keskkonnaministeerium. (2013). Eesti kuues kliimaaruanne ÜRO kliimamuutuste
43 raamkonventsiooni elluviimise kohta.

1 Keskkonnaministeerium. (2015). Keskkonnaministeeriumi kodulehekülj.
2 <http://www.envir.ee/et/pinnavesi> (18.02.2015).

3 Keskkonnaministeerium. (2015). Keskkonnaministeeriumi kodulehekülj. (Viimati
4 vaadatud 14.05.2015).

5 Keskkonnaministeerium. (2015). Üleujutusohuga seotud riskide maandamiskavad.
6 <http://www.envir.ee/et/uleujutusohuga-seotud-riskide-maandamiskavad>

7 Keskkonnaministeerium. 2013. Keskkonnaministeeriumi kodulehekülj. Pressiteade
8 19.10.2013. [http://www.envir.ee/et/uudised/populaarseimad-kalastuspaigad-vaiksemad-](http://www.envir.ee/et/uudised/populaarseimad-kalastuspaigad-vaiksemad-jarved-ja-joed)
9 [jarved-ja-joed](http://www.envir.ee/et/uudised/populaarseimad-kalastuspaigad-vaiksemad-jarved-ja-joed) (23.02.2015).

10 Keskkonnaministeerium: Üleujutusohupiirkonna ja üleujutusohuga seotud riskipiirkonna
11 kaardid. [http://www.envir.ee/et/uleujutusohupiirkonna-ja-uleujutusohuga-seotud-](http://www.envir.ee/et/uleujutusohupiirkonna-ja-uleujutusohuga-seotud-riskipiirkonna-kaardid)
12 [riskipiirkonna-kaardid](http://www.envir.ee/et/uleujutusohupiirkonna-ja-uleujutusohuga-seotud-riskipiirkonna-kaardid) (20.02.2015).

13 Keskkonnasõbraliku majandamise toetuse saamise nõuded toetuse taotlemise ja taotluse
14 menetlemise täpsem kord. (2010). RTL 2010, 21, 377.
15 <https://www.riigiteataja.ee/akt/116032012005> (17.02.2015).

16 Keskkonnauuringute Keskus. (2015). <http://kik.ee> (05.02.2015).

17 Keskkonnaülevaade 2013. (2014). Keskkonnaagentuur.

18 Kettunen, M., Vihervaara, P., Kinnunen, S., D'Amato, D., Badura, T., Argimon, M., Ten
19 Brink, P. (2012). Socio-economic importance of ecosystem services in the Nordic
20 Countries. Synthesis in the context of The Economics of Ecosystems and Biodiversity
21 (TEEB). TemaNord 2012: 559. [http://img.teebweb.org/wp-](http://img.teebweb.org/wp-content/uploads/2013/01/TEEB-Nordic-Synthesis-Report.pdf)
22 [content/uploads/2013/01/TEEB-Nordic-Synthesis-Report.pdf](http://img.teebweb.org/wp-content/uploads/2013/01/TEEB-Nordic-Synthesis-Report.pdf)

23 Kiili, J. (2011). Haruldused Eesti imetajate faunas. Kull, T., Liira, J., Sammul, M. (toim),
24 Haruldused Eesti looduses. Eesti Loodusuurijate Seltsi Aastaraamat, 86, 107–141. Tartu:
25 Eesti Loodusuurijate Selts.

26 Klein, A. M., Vaissiere, B. E., Cane, J. H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S. A.,
27 Kremen, C., Tschardtke, T. D. (2007) Importance of pollinators in changing landscapes for
28 world crops. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, 274, 303–313.

29 Klein, L., Hermet, I. (Toim.). (2012). Eesti looduse kaitse aastal 2011. Tallinn:
30 Keskkonnateabe Keskus.

31 Kliimamuutused ja meie. (2010). Riigikogu Kantselei.

32 Kliimamuutuste mõju Eestis - Teekaart riikliku kliimamuutuste mõjuga kohanemise
33 strateegia koostamiseks. (2013). Remmelgas, L. Balti Keskkonnafoorum, BEF EE.
34 Kaasautorid: Oisalu, S., Jakobi, R., Keskkonnaministeerium, MTÜ Balti
35 Keskkonnafoorum. Tallinn.

36 Kliimamuutustega kohanemine: Euroopa tegevusraamistik. KOM(2009) 147. (aprill 2009).
37 Euroopa Komisjon. [http://eur-](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2009:0147:FIN:ET:PDF)
38 [lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2009:0147:FIN:ET:PDF](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2009:0147:FIN:ET:PDF)

39 Klopfenstein, Ned B., Kim, Mee-Sook, Hanna, John W., Richardson, Bryce A., Lundquist,
40 John E. (2009). Approaches to predicting potential impacts of climate change on forest
41 disease: an example with Armillaria root disease. Res. Pap. RMRS-RP-76. Fort Collins,
42 CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station.

- 1 Koen, E. L., Bowman, J., Murray, D. L., Wilson, P. J. (2014). Climate change reduces
2 genetic diversity of Canada lynx at the trailing range edge. *Ecography*, 37(8), 754–762.
- 3 Kohv, M., Salm, J.-O. (2012). Soode taastamine Eestis. *Eesti Loodus*, 2012/04.
- 4 Konkurentsivõime kava „Eesti 2020“. (2014) Vabariigi valitsus. Arengukavad ja
5 strateegiad.
6 https://riigikantselei.ee/sites/default/files/elfinder/article_files/eesti2020_08.05.2014_kodu
7 [lehele.pdf](#)
- 8 Kont, A., Jaagus, J., Aunap, R. (2003). Climate change scenarios and the effect of sea-level
9 rise for Estonia. *Global and Planetary Change*, 36, 1–15.
- 10 Kont, A., Ratas, U., Puurmann, E., Ainsaar, M., Pärtel, M., Zobel, M. (1996). Eustatic
11 fluctuations of the world ocean and their impact on the environment and social life of
12 Estonia. Punning, J.-M. (Ed.), *Estonia in the system of global climate change*. Tallinn:
13 Institute of Ecology.
- 14 Korjus, H., Põllumäe, P., Rool, S. (2011). Männi-, kuuse- ja kasepuistute majandamise
15 tasuvus lühikese raieringi korral. *Metsanduslikud uurimused*, 54, 28–36.
- 16 Kosk, A. (2012a). Kuresoo raba loodushüvede majanduslik väärtus. Ettekanne. 30.08.2012.
- 17 Kosk, A. (2012b). Kuresoo raba loodushüvede majanduslik väärtus.
18 Keskkonnaministeerium.
- 19 Kotta J., Orav-Kotta H., Vuorinen I. (2005). Field measurements on the variability in
20 biodeposition and estimates of grazing pressure of suspension feeding bivalves in the
21 northern Baltic Sea. In: Dame R.F., Olenin S. (Eds.), *The Comparative Roles of uspension-*
22 *Feeders in Ecosystems*. Springer, Dordrecht, pp. 11–29.
- 23 Kotta, J., Kotta, I., Simm, M., Põllupüü, M. (2009). Separate and interactive effects of
24 eutrophication and climate variables on the ecosystem elements of the Gulf of Riga.
25 *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 84, 509–518.
- 26 Kotta, J., Lauringson, V., Kotta, I. (2007). Response of zoobenthic communities to changing
27 eutrophication in the northern Baltic Sea. *Hydrobiologia*, 580, 97–108.
- 28 Kotta, J., Mohlenberg, F. (2002). Grazing impact of *Mytilus edulis L.* and *Dreissena*
29 *polymorpha (Pallas)* in the Gulf of Riga, Baltic Sea estimated from biodeposition rates of
30 algal pigments. *Annales Zoologici Fennici*, 39(2), 151–160.
- 31 Kotta, J., Möller, T. (2014). Linking nutrient loading, local abiotic variables, richness and
32 biomasses of 1 macrophytes and associated invertebrate species in the north-eastern Baltic
33 Sea. *Estonian Journal of Ecology*, 63, 3, 145–167.
- 34 Kotta, J., Möller, T., Orav-Kotta, H., Pärnoja, M. (2014). Realized niche width of a brackish
35 water submerged aquatic vegetation under current environmental conditions and projected
36 influences of climate change. *Marine Environmental Research*, 102, 88–101.
- 37 Kotta, J., Orav-Kotta, H., Herkül, K., Kotta, I. (2011). Habitat choice of the invasive
38 *Gammarus tigrinus* and the native *Gammarus salinus* indicates weak interspecific
39 competition. *Boreal Environmental Research* 16, 64–72.
- 40 Kotta, J., Paalme, T., Kersen, P., Martin, G., Herkül, K., Möller, T. (2008). Density
41 dependent growth of the red algae *Furcellaria lumbricalis* and *Coccotylus truncatus* in the
42 West-Estonian Archipelago Sea, northern Baltic Sea. *Oceanologia*, 50(4), 577–585.

- 1 Kotta, J., Pärnoja, M., Katajisto, T., Lehtiniemi, M., Malavin, S. A., Reialu, G., Panov, V.
2 E. (2013). Is a rapid expansion of the invasive amphipod *Gammarus tigrinus* Sexton, 1939
3 associated with its niche selection: a case study in the Gulf of Finland, the Baltic Sea.
4 *Aquatic Invasions*, 8, 319–332.
- 5 Kotta, J., Witman, J. (2009). Regional-scale patterns. In: Wahl, M. (Ed.) *Marine Hard*
6 *Bottom Communities*, pp. 89–99. *Ecological Studies*, 206. Springer-Verlag.
- 7 Kovtun, A., Torn, K., Kotta, J. (2009). Long-term changes in a northern Baltic macrophyte
8 community. *Estonian Journal of Ecology*, 2009, 58, 4, 270–285.
- 9 Kraufvelin, P., Salovius S. (2004). Animal diversity in Baltic rocky shore macroalgae: Can
10 *Cladophora glomerata* compensate for lost *Fucus vesiculosus*? *Estuarine, Coastal and Shelf*
11 *Science*, 61, 369–378.
- 12 Kraufvelin, P., Salovius, S., Christie, H., Moy, F. E., Karez, R., Pedersen, M.F. (2006).
13 Eutrophication-induced changes in benthic algae affect the behaviour and fitness of the
14 marine amphipod *Gammarus locusta*. *Aquatic Botany*, 84, 199–209.
- 15 Kremen, C., Williams, N. M., Aizen, M. A. (2007). Pollination and other ecosystem services
16 produced by mobile organisms: a conceptual framework for the effects of land-use change.
17 *Ecology Letters*, 10, 299–314.
- 18 Kuidas mõjutavad kliimamuutused metsakasvatust? http://www.eramets.ee/uudised-1/sa-erametsakeskus/kuidas_mojutavad_kliimamuutused_metsakasvatust/ (25.02.2015).
- 20 Kukk, T. (1999). *Eesti taimestik*. Tartu/Tallinn: Teaduste Akadeemia Kirjastus.
- 21 Kukk, T., Sammul, M. (2006). Loodusdirektiivi poollooduslikud kooslused ja nende
22 pindala Eestis. Sammul, M. (Toim.), *Eesti Loodusuurijate Seltsi Aastaraamat*, 84, 114–155.
23 Tartu: Eesti Loodusuurijate Selts.
- 24 Kukk, T., Lõugas, L., Veski, S. (2000). Eesti elustiku mitmekesisuse muutustest pärast
25 jääaega. Frey, T. (Toim.), *Kaasaegse ökoloogia probleemid. VIII: Loodusteaduslikud*
26 *ülevaated Eesti Maa Päeval*, 90-109. Tartu: Eesti Ökoloogiakogu.
- 27 Kukumägi, M., Ostonen, I., Kupper, P., Truu, M., Tulva, I., Varik, M., Aosaar, J., Sõber, J.,
28 Lõhmus, K. (2014). The effects of elevated atmospheric humidity on soil respiration
29 components in a young silver birch forest. *Agricultural and Forest Meteorology*, 194, 167–
30 174.
- 31 Kulinski, K., Pempkowiak, J. (2011). The carbon budget of the Baltic Sea. *Biogeosciences*,
32 8, 3219–3230.
- 33 Kull, K., Zobel, M. (1991). High species richness in an Estonian wooded meadow. *Journal*
34 *of Vegetation Science*, 2, 715–718.
- 35 Kull, T. (Koost./Toim.). (1999). *Eesti bioloogilise mitmekesisuse strateegia ja tegevuskava*.
36 Tallinn: Keskkonnaministeerium.
- 37 Kull, T., Kukk, T., Leht, M., Krall, H., Kukk, Ü., Kull, K., Kuusk, V. (2002). Distribution
38 trends of rare vascular plant species in Estonia. *Biodiversity & Conservation*, 11, 171–196.
- 39 Kullberg, C., Fransson, T., Hedlund, J., Jonzén, N., Langvall, O., Nilsson, J., Bolmgren, K.
40 (2015). Change in spring arrival of migratory birds under an era of climate change, Swedish
41 data from the last 140 years. *Ambio*, 44(1), 69–77.
- 42 Kunin, W. E., Gaston K. J. (Toim.). (1997). *The biology of rarity*. London:Chapman Hall.

- 1 Kupper, P., Söber, J., Sellin, A., Lõhmus, K., Tullus, A., Räim, O., Lubenets, K., Tulva, I.,
2 Uri, V., Zobel, M., Kull, O., Söber, A. (2011). An experimental facility for Free Air
3 Humidity Manipulation (FAHM) can alter water flux through deciduous tree canopy.
4 *Environmental and Experimental Botany*, 72 (3), 432–438.
- 5 Kõlli, R., Ellermäe, O., Köster, T., Lemetti, I., Asi, E., Kauer, K. (2009). Stocks of organic
6 carbon in Estonian soils. *Estonian Journal of Earth Sciences*, 58(2), 95–108.
- 7 Kõlli, R., Asi, E., Köster, T. (2004). Organic Carbon pools in Estonian forest soils. *Baltic*
8 *Forestry*, 10 (1), 19–26.
- 9 Kõlli, R., Ellermäe, O. (2003). Humus status of postlithogenic arable mineral soils.
10 *Agronomy Research*, 1(2), 161–174.
- 11 Kõrs, A., Vilbaste, S., Käiro, K., Pall, P., Piirsoo, K., Truu, J., Viik, M. (2012). Temporal
12 changes in the composition of macrophyte communities and environmental factors
13 governing the distribution of aquatic plants in an unregulated lowland river (Emajõgi,
14 Estonia). *Boreal Environment Research*, 17, 460–472.
- 15 Käiro, K., Möls, T., Timm, H., Virro, T., Järvekülg, R. (2011). The effect of damming on
16 biological quality according to macroinvertebrates in some Estonian streams, Central –
17 Baltic Europe: a pilot study. *River Res. Appl.*, 27, 895–907.
- 18 Käkki, K. 2014. Erinevate puidukaitsevahendite mõju puidusinetuse vältimiseks
19 männipuidul. *Bakalaureusetöö, Eesti Maaülikool*, 34 lk
- 20 Kärt, O. (Toim). (24.04.2013). Maisisilo tähtsus loomasöödana suureneb. *Maaleht*.
21 [http://maaleht.delfi.ee/news/maamajandus/uudised/maisisilo-tahtsus-loomasoodana-](http://maaleht.delfi.ee/news/maamajandus/uudised/maisisilo-tahtsus-loomasoodana-suureneb?id=65991532)
22 [suureneb?id=65991532](http://maaleht.delfi.ee/news/maamajandus/uudised/maisisilo-tahtsus-loomasoodana-suureneb?id=65991532) (17.02.2015).
- 23 Külvik, M. (2014). Ökosüsteemiteenuste tüpoloogiast. Lähtepunkte mere- ja magevee-
24 ökosüsteemiteenuste kaardistamisel. *Eesti Maaülikool*.
- 25 Laanetu, N. (2004). Tegevuskava jõevähi (*Astacus astacus* L.) kaitseks, varude
26 taastamiseks ja kasutamiseks Eestis.
27 [Http://www.envir.ee/sites/default/files/elfinder/article_files/joevahitegevuskava2004-](Http://www.envir.ee/sites/default/files/elfinder/article_files/joevahitegevuskava2004-2010.pdf)
28 [2010.pdf](Http://www.envir.ee/sites/default/files/elfinder/article_files/joevahitegevuskava2004-2010.pdf)
- 29 Laanisto, L., Sammul, M., Kull, T., Macek, P., Hutchings, M. J. (2015). Trait-based analysis
30 of decline in plant species ranges during the 20th century: a regional comparison between
31 the UK and Estonia. *Global Change Biology*, (ilmumas).
- 32 Laas, E. (Toim.). (2011). *Metsamajanduse alused*. Tartu.
- 33 Laas, E., Uri, V., Valgepea, M. (2011). *Metsamajanduse alused*. Tartu Ülikooli Kirjastus,
34 821 lk.
- 35 Lal, R. (2004). Agricultural activities and the global carbon cycle. *Nutrient Cycling in*
36 *Agroecosystems* 70, 103–116.
- 37 Lal, R. (2005). Agricultural activities and the global carbon cycle. *Nutrient Cycling*
38 *Agroecosystems*, 70, 103–116
- 39 Landauer, M., Sievänen, T., Neuvonen, M. (2009). Adaptation of Finnish cross-country
40 skiers to climate change. *Fennia*, 187, 99–113.
- 41 Lane, A., Jarvis, A. (2007). Changes in Climate will modify the Geography of Crop
42 Suitability: Agricultural Biodiversity can help with Adaptation. *Journal of Semi-arid*
43 *Tropical Agricultural Research* | ejournal.icrisat.org.

- 1 Lappalainen, J., Erm, V., Kjellman, J., Lehtonen, H. (2000). Size-dependent winter
2 mortality of age-0 pikeperch (*Stizostedion lucioperca*) in Pärnu Bay, the Baltic Sea.
3 Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 57, 451–458.
- 4 Lasker, H. R., Coffroth, M. A. (1999). Responses of clonal reef taxa to environmental
5 change. American Zoologist 39, 92–103.
- 6 Lauringson, V., Kotta, J., Kersen, P., Leisk, Ü., Orav-Kotta, H., Kotta, I. (2012). Use case
7 of biomass-based benthic invertebrate index for brackish waters in connection to climate
8 and eutrophication. Ecological Indicators, 12, 123–132.
- 9 Lauringson, V., Mälton, E., Kotta, J., Kangur, K. Orav-Kotta, H., Kotta, I. (2007)
10 Environmental factors influencing the biodeposition of the suspension feeding bivalve
11 Dreissena polymorpha (Pallas): Comparison of brackish and freshwater populations.
12 Estuarine, Coastal and Shelf Science, 75, 459–467.
- 13 Lawson, C. R., Bennie, J. J., Thomas, C. D., Hodgson, J. A., Wilson, R. J. (2014). Active
14 Management of Protected Areas Enhances Metapopulation Expansion Under Climate
15 Change. Conservation Letters, 7(2), 111–118.
- 16 Le Mer, J., Roger, P. (2001). Production, oxidation, emission and consumption of methane
17 by soils: a review. European Journal of Soil Biology 37, 25–50.
- 18 LeCain, D. R., Morgan, J. A., Schuman, G. E., Reeder, J. D., Hart, R. H. (2002). Carbon
19 exchange and species composition of grazed pastures and exclosures in the shortgrass
20 steppe of Colorado. Agriculture Ecosystems and Environment, 93, 421–435.
- 21 Lehikoinen, A. (2009). Climate forcing on avian life history. Väitöskirja, Bio-ja
22 ympäristötieteiden laitos. Helsinki: Helsingin yliopisto.
- 23 Lehtonen, H. (1996). Potential effects of global warming on northern European freshwater
24 fish and fisheries. Fisheries Management and Ecology, 3, 59–71.
- 25 Lehtonen, H., Lappalainen, J. (1995). The effects of climate on the year-class variations of
26 certain freshwater fish species. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic
27 Sciences, 121, 37–44.
- 28 Leito, A., Elts, J., Mägi, E., Truu, J., Ivask, M., Kuu, A., Ööpik, M., Meriste, M., Ward,
29 R., Kuresoo, A., Pehlak, H., Sepp, K., Luigujõe, L. (2014). Coastal grassland wader
30 abundance in relation to breeding habitat characteristics in Matsalu Bay, Estonia. Ornis
31 Fennica, 91(3), 149–165.
- 32 Leito, A., Bunce, R. G. H., Külvik, M., Ojaste, I., Raet, J., Villoslada, M., Leivits, M., Kull,
33 A., Kuusemets, V., Kull, T., Metzger, M. J., Sepp, K. (2015). The potential impacts of
34 changes in ecological networks, land use and climate on the Eurasian crane population in
35 Estonia. Landscape Ecology, 30(5), 887–904.
- 36 Leito, A., Ojaste, I. (2009). III kaitsekategooria liigi sookure (*Grus grus*) kaitse tegevuskava
37 (jätkukava) aastateks 2009–2013.
38 http://www.envir.ee/sites/default/files/elfinder/article_files/sookurg.pdf (08.05.2015).
- 39 Lemieux, C. J., Scott, D. J. (2005). Climate change, biodiversity conservation and protected
40 area planning in Canada. The Canadian Geographer, 49(4), 384–399.
- 41 Leppäkoski, E., Olenin, S. (2000). Non-native species and rates of spread: lessons from the
42 brackish Baltic Sea. Biological Invasions, 2, 151–163.

- 1 Lessin, G., Raudsepp, U., Stips, A. (2014). Modelling the Influence of Major Baltic Inflows
2 on Near-Bottom Conditions at the Entrance of the Gulf of Finland. Plosone DOI:
3 10.1371/journal.pone.0112881
- 4 Liang, Q., Chen, H., Gong, Y., Fan, M., Yang, H., Lal, R., Kuzyakov, Y. (2012). Effects of
5 15 years of manure and inorganic fertilizers on soil organic carbon fractions in a
6 wheat–maize system in the north china plain. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 92,
7 21–33.
- 8 Life Programme. (2015). Project database.
9 <http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm> (23.03.2015).
- 10 Liiders, A. (2003). Metsa säästva kasutusega seotud rahvatraditsioonid – ülevaade ja
11 tegevussuunised. MTÜ Eesti Metsaselts.
- 12 Liivamägi, A., Kuusemets, V., Luig, J., Kask, K. (2013). Changes in the distribution of
13 Clouded Apollo *Parnassius mnemosyne* (Lepidoptera: Papilionidae) in Estonia.
14 *Entomologica Fennica*, 24(3), 186–192.
- 15 Liivik, M. (2014). Biolagunevatest jäätmetest kvaliteedinõuetele vastava komposti
16 tootmine ja turundamise võimalused Eestis. Lõputöö. Tallinna tehnikakõrgkool.
17 Arhitektuuri ja keskkonnatehnika teaduskond. Tehnoökoloogia. Tallinn.
- 18 Lima, F. P., Wethey, D. S. (2012). Three decades of high-resolution coastal sea surface
19 temperatures reveal more than warming. *Nature Communications*, 3, 704.
- 20 Lindborg, R., Eriksson, O. (2004). Historical lanscape connectivity affects present plant
21 species diversity. *Ecology*, 85, 1840–1845.
- 22 Lindner, M., Fitzgerald, J. B., Zimmermann, N. E., Reyer, C., Delzon, S., van der Maaten,
23 E., Schelhaas, M. J., Lasch, P., Eggers, J., van der Maaten-Theunissen, M., Suckow, F,
24 Psomas, A., Poulter, B., Hanewinkel, M. (2014). Climate change and European forests:
25 what do we know, what are the uncertainties, and what are the implications for forest
26 management? *Journal of Environmental Management*, 146, 69–83.
- 27 Lindner, M., Maroschek, M., Netherer, S., Kremer, A., Barbati, A., Garcia-Gonzalo, J.,
28 Seidl, R., Delzon, S., Corona, P., Kolström, M., Lexer, M. J., Marchetti, M. (2010). Climate
29 change impacts, adaptive capacity, and vulnerability of European forest ecosystems. *Forest
30 Ecology & Management*, 259, 698–709.
- 31 Lippmaa, T. (1934). Eesti põisikulised (*Splachnaceae*). *Eesti Loodus*, 5, 99–102.
- 32 Lode, E. 2011. Üldised soovitusel ja seire korraldamine. Rmt-s: Paal, J. (Koost., Toim.).
33 (2011). Jääksood, nende kasutamine ja korrastamine, 139–145. Tartu, Vali trükikoda.
- 34 Logan, J. A., Powell, J. A. (2001). Ghost forests, global warming, and the mountain pine
35 beetle. *American Entomologist*, 47, 160–173.
- 36 Loodusdirektiiv. (1992). [http://eur-lex.europa.eu/legal-](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/PDF/?uri=CELEX:31992L0043&from=EN)
37 [content/ET/TXT/PDF/?uri=CELEX:31992L0043&from=EN](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/PDF/?uri=CELEX:31992L0043&from=EN)
- 38 Looduse osa kliimamuutuses. (2009). Euroopa Komisjon.
39 [http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/Nature%20and%20Climate%20Chan-](http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/Nature%20and%20Climate%20Change/Nature%20and%20Climate%20Change_ET.pdf)
40 [ge/Nature%20and%20Climate%20Change_ET.pdf](http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/Nature%20and%20Climate%20Change/Nature%20and%20Climate%20Change_ET.pdf) (02.02.2015).
- 41 Loodushoiutoetuse taotlemise, taotluse läbivaatamise ja toetuse maksmise kord, nõuded
42 toetuse maksmiseks ja toetuse määrad. (2004). RTL 2004, 75, 1228.
43 <https://www.riigiteataja.ee/akt/112012011012> (05.02.2015).

1 Looduskaitse arengukava aastani 2020. Keskkonnaministeerium.
2 http://www.envir.ee/sites/default/files/lak_lop.pdf

3 Looduskaitseeadus. (2004). RT I 2004, 38, 358. <https://www.riigiteataja.ee/akt/LKS>
4 (24.01.2015).

5 Luck, G.W., Ricketts, T.H., Daily, G.C., Imhoff, M. (2004). Alleviating spatial conflict
6 between people and biodiversity. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*,
7 101, 182–186.

8 Lugato, E., Panagos, P., Bampa, F., Jones, A., Montanarella, L. (2014). A new baseline of
9 organic carbon stock in European agricultural soils using a modelling approach. *Global*
10 *Change Biology*, 20, 313–326.

11 Luhamaa, A., Kallis, A., Mändla, K., Männik, A., Pedusaar, T., Rosin, K. (2015). Eesti
12 tuleviku kliima stsenaariumid aastani 2100. Lepingulise töö aruanne projekti “Eesti riikliku
13 kliimamuutuste mõjuga kohanemise strateegia ja rakenduskava ettepaneku väljatöötamine”
14 lisana. Keskkonnaagentuur.

15 Lundberg, C. (2013). Eutrophication, risk management and sustainability. The perceptions
16 of different stakeholders in the northern Baltic Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 66, 143–150.

17 Luonnonvarakeskusta. (2014). Metsatalouskäyttöön soveltumattomien ojitettujen soiden
18 jatkokäyttö (LIFEPeatLandUse). (13.03.2014)

19 Lõhmus, A. (2004). Metsa looduskaitsebioloogia – üks looduskaitseteaduse harusid. Eesti
20 Mets, 4. http://www.loodusajakiri.ee/eesti_mets/artikkel371_342.html (16.01.2015).

21 Lõhmus, A., Kohv, K., Palo, A., Viilma, K. (2004). Loss of Old-Growth, and the Minimum
22 Need for Strictly Protected Forests in Estonia. *Ecological Bulletins*, 51, Targets and Tools
23 for the Maintenance of Forest Biodiversity, 401–411.

24 Löfgren, A., Jerling, L. (2003). Regional dynamics and dispersal in the vascular plant *Silene*
25 *viscosa* (L.) inhabiting small islands. *Ecography*, 26(2), 171–178.

26 Lüscher, A., Hebeisen, T., Zanetti, S., Hartwig, U. A., Blum, H., Hendrey, G. R., Nösberger
27 J. (1996). Differences between legumes and non-legumes of permanent grassland in their
28 responses to free-air carbon dioxide enrichment: its effect on competition in a multispecies
29 mixture. In: Körner C., Bazzaz F. (Eds.) *Carbon dioxide, populations and communities*, pp.
30 287–300. San Diego, CA, USA: Academic Press.

31 Lüscher, A., Hendrey, G.R., Nösberger, J. (1998). Long-term responsiveness to free air CO₂
32 enrichment of functional types, species and genotypes of plants from fertile permanent
33 grassland, *Oecologia*, 113, 37–45.

34 Maa-amet. (2012). Eesti Vabariigi 2011. a maavaravarude koondbilansid. Tallinn 2012.

35 Maa-amet. (2013). Eesti Vabariigi 2012. a maavaravarude koondbilansid. Tallinn 2013.

36 Maa-amet. (2014). Eesti Vabariigi 2013. a maavaravarude koondbilansid. Tallinn 2014.

37 Maa-amet. (2015). Maardlate avalik kaardirakendus.

38 Maa-amet. (2015). Maardlate avalik kaardirakendus.
39 http://xgis.maaamet.ee/xGIS/XGIS?app_id=UU213&user_id=at&bbox=634349.99443413
40 [7,6525373,751692.005565863,6602882&LANG=1](http://xgis.maaamet.ee/xGIS/XGIS?app_id=UU213&user_id=at&bbox=634349.99443413) (30.01.2015), juhend:
41 http://geoportaal.maaamet.ee/data/files/Maardlate_avaliku_rakenduse_kasutajajuhend_v6
42 [_0.pdf?t=20140609101225](http://geoportaal.maaamet.ee/data/files/Maardlate_avaliku_rakenduse_kasutajajuhend_v6) (30.01.2015).

- 1 Maa-amet. (2015). Maardlate avalik kaardirakendus.
2 http://xgis.maaamet.ee/xGIS/XGis?app_id=UU213&user_id=at&bbox=634349.99443413
3 [7,6525373,751692.005565863,6602882&LANG=1](http://xgis.maaamet.ee/xGIS/XGis?app_id=UU213&user_id=at&bbox=634349.99443413) (30.01.2015), juhend:
4 http://geoportaal.maaamet.ee/data/files/Maardlate_avaliku_rakenduse_kasutajajuhend_v6
5 [_0.pdf?t=20140609101225](http://geoportaal.maaamet.ee/data/files/Maardlate_avaliku_rakenduse_kasutajajuhend_v6) (30.01.2015).
- 6 Maaelu arengukava 2007–2013. Põllumajandusministeerium.
- 7 Maaelu arengukava 2014–2020. Põllumajandusministeerium.
8 <http://www.agri.ee/et/eesmargid-tegevused/eesti-maaelu-arengukava-mak-2014-2020>
- 9 Maapõueseadus. (2004). RT I, 12.07.2014, 76.
10 <https://www.riigiteataja.ee/akt/112072014076?leiaKehtiv> (16.02.2015)
- 11 MacDonald, D., Barret, P. (2002). Euroopa imetajad. Eesti Entsüklopeediakirjastus. 314 lk.
- 12 Mack, R. N., Simberloff, D., Lonsdale, W. M., Evans, H., Clout, M., Bazzaz, F. A., (2000).
13 Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences, and control. *Ecological*
14 *Applications*, 10, 689–710.
- 15 MacKenzie, B. M, Alheit, J., Conley, D. J, Holm, P., Kinze, C. C. (2002). Ecological
16 hypotheses for a historical reconstruction of upper trophic level biomass in the Baltic Sea
17 and Skagerrak. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 59, 173–190.
- 18 MacKenzie, B. R., Köster, F. W. (2004). Fish production and climate: sprat in the Baltic
19 Sea. *Ecology*, 85, 784–794.
- 20 MacKenzie, B.R., Gislason, H., Möllmann, C., Köster, F.W. (2007). Impact of 21st century
21 climate change on the Baltic Sea fish community and fisheries. *Glob. Chan. Biol.* 13, 1–20.
- 22 Mahepõllumajandusliku tootmise toetuse saamise nõuded, toetuse taotlemise ja taotluse
23 menetlemise täpsem kord. (2010). RTL 2010, 20, 360.
24 <https://www.riigiteataja.ee/akt/125022013015> (17.02.2015).
- 25 Mainka, S. A., Howard, G. W. (2010). Climate change and invasive species: double
26 jeopardy. *Integrative Zoology*, 5, 102–111.
- 27 Malcolm, J. R., Liu, C., Miller, L. B., Allnutt, T., Hansen, L. (2002). Habitats at Risk:
28 Global warming and species loss in globally significant terrestrial ecosystems. Washington:
29 WWF. <https://wwf.fi/mediabank/1072.pdf> (04.02.2015).
- 30 Maljanen, M., Sigurdsson, B. D., Guomundsson, J., Oskarsson, H., Huttunen, J. T.,
31 Martikainen, P. J. (2010). Greenhouse gas balances of managed peatlands in the Nordic
32 countries - present knowledge and gaps. *Biogeosciences*, 7, 2711–2738.
- 33 Manchester, S. J., Bullock, J. M. (2000). The impacts of non-native species on UK
34 biodiversity and the effectiveness of control. *Journal of Applied Ecology*, 37, 845–864.
- 35 Mander, Ü., Järveoja, M. Maddison, K. Soosaar, R. Aavola, I. Ostonen, J.-O. Salm.
36 (2011). Reed canary grass cultivation mitigates greenhouse gas emissions from abandoned
37 peat extraction areas. *GCB Bioenergy*, 1757–1707.
- 38 Mander, Ü., Kull, A., Kuusemets, V., Tamm, T. (2000). Nutrient runoff dynamics in a rural
39 catchment: Influence of land-use changes, climatic fluctuations and ecotechnological
40 measures. *Ecological Engineering*, 14, 405–417.
- 41 Mander, Ü., Uuemaa, E., Kull, A., Kanal, A., Maddison, M., Soosaar, K., Salm, J.-O., Lesta,
42 M., Hansen, R., Kuller, R., Harding, A., Augustin, J. (2010). Assessment of methane and
43 nitrous oxide fluxes in rural landscapes. *Landscape and Urban Planning*, 98, 172–181.

- 1 Manna, M. C., Swarup, A., Wanjari, R. H., Mishra, B., Shahi, D. K. (2007). Long-term
2 fertilization, manure and liming effects on soil organic matter and crop yields. *Soil Tillage
3 and Research*, 94, 397–409.
- 4 Martikainen, P. J., Nykanen, H., Alm, J., Silvola, J. (1995). Change in fluxes of carbon
5 dioxide, methane and nitrous oxide due to forest drainage of mire sites of different trophy.
6 *Plant and Soil*, 169, 571–577.
- 7 Martikainen, P. J., Nykanen, H., Crill, P., Silvola, J. (1993). Effect of a lowered water-table
8 on nitrous-oxide fluxes from Northern peatlands. *Nature*, 366, 51–53.
- 9 Martin, G., Paalme, T., Torn, K. (2006). Seasonality pattern of biomass accumulation in a
10 drifting *Furcellaria lumbricalis* community in the waters of the West Estonian Archipelago,
11 Baltic Sea. *Journal of Applied Phycology*, 18, 557–563.
- 12 Martin, M. (2011). Kiilide (*Odonata*) uurimine Eestis 1990-2010. Rmt-s: Kull, T. Liira, J.
13 Sammul, M. (Toim), Harudused Eesti looduses. Eesti Loodusuurijate Seltsi Aastaraamat,
14 86, 217–221. Tartu: Eesti Loodusuurijate Selts.
- 15 Masing, V. (1988). Soode mõiste, levik ja väärtus. Rmt-s: Valk, U. (Koost.), Eesti sood.
16 Valgus, Tallinn, lk 7–21.
- 17 Masing, V. (1992). Ökoloogialeksikon. Tallinn: Eesti Entsüklopeediakirjastus. 284 lk.
- 18 Mazur-Marzec, H., Krezel, A., Kobos, J., Plinski, M. (2006). Toxic *Nodularia spumigena*
19 blooms in the coastal waters of the Gulf of Gdansk: a ten-year survey. *Oceanologia*, 48,
20 255–273.
- 21 Mathiesen, A. (1940). Saare- ja tammepuistute hooldamisest pärast 1940. a. külma talve.
22 *Eesti Mets*, 20, 331–334.
- 23 Mayer, J. (2014). Wild pigs in North-America: history, distribution, ecology and challenges.
24 8th International Congress for Wildlife and Livelihoods on Private and Communal Lands:
25 Livestock, Tourism, and Spirit, Sept 7-12, 2014, Estes Park Colorado.
26 http://digitool.library.colostate.edu/R/?func=collections&collection_id=4667
- 27 Mee tootmise ja turustamise arendamise Eesti riiklik programm 01.09.2010 – 31.08.2013.
28 (2010). Põllumajandusministeerium, Eesti Mesinike Liit [http://2010-
29 2013.mesindusprogramm.eu/sites/default/files/mesindusprogramm_2010-2013.pdf](http://2010-2013.mesindusprogramm.eu/sites/default/files/mesindusprogramm_2010-2013.pdf)
- 30 Meier, H. E. M., Andersson, H. C., Arheimer, B., Blenckner, T., Chubarenko, B., Donnelly,
31 C., Eilola, K., Gustafsson, B. G., Hansson, A., Havenhand, J., Høglund, A., Kuznetsov, I.,
32 MacKenzie, B. R., Muller-Karulis, B., Neumann, T., Niiranen, S., Piwowarczyk, J.,
33 Raudsepp, U., Reckermann, M., Ruoho-Airola, T., Savchuk, O. P., Schenk, F., Schimanke,
34 S., Väli, G., Weslawski, J.-M., Zorita, E. (2012). Comparing reconstructed past variations
35 and future projections of the Baltic Sea ecosystem – first results from multi-model ensemble
36 simulations, *Environmental Research Letters*, 7, 034005, doi:10.1088/1748-
37 9326/7/3/034005.
- 38 Memmott, J., Craze, P. G., Waser, N. M., Price, M. V. (2007). Global warming and the
39 disruption of plant-pollinator interactions. *Ecology Letters*, 10, 710–717.
- 40 Mere ja siseveekogude ökosüsteemiteenuste määramise ja kaardistamise metodoloogia
41 väljatöötamine. (2015) <http://www.ctc.ee/kaimasolevad-projektid/ecosystem-services>
- 42 Merestrategia raamdirektiiv. (2008). Euroopa Parlamendi ja Euroopa Liidu Nõukogu
43 direktiiv 2008/56/EÜ. Keskkonnaministeerium.
44 <http://www.envir.ee/sites/default/files/msrd-est.pdf>

- 1 Metsa majandamise eeskiri. (2006). RTL 2007, 2, 16.
2 <https://www.riigiteataja.ee/akt/13129185?leiaKehtiv> (15.02.2015).
- 3 Metsakasvatuse tarkused erametsaportaalis. (29.05.2014). Sinu Mets, 35, lk 10.
- 4 Metsamarjad. (2015) <http://metsjam-d.weebly.com/index.html>
- 5 Metsanduse arengukava aastani 2020.
6 http://www.envir.ee/sites/default/files/elfinder/article_files/mak2020vastuvoetud.pdf
- 7 Metsaseadus. (2006). RT I 2006, 30, 232. <https://www.riigiteataja.ee/akt/MS> (18.02.2015).
- 8 Metsaökosüsteemi Õhuniiskusega Manipuleerimise Eksperiment.
9 <https://sisu.ut.ee/fahm1/avaleht> (15.02.2015).
- 10 Miljan, J., Kask, Ü. (2013). Pilliroog ja selle kasutamise võimalused.
11 http://www.eby.ee/raamat/Pilliroo_kasutamine.pdf
- 12 Millennium Ecosystem Assessment. (2005). Ecosystems and human well-being: synthesis.
13 Washington, DC: Island Press.
- 14 Ministry of Agriculture and Forestry of Finland. (2005). Finland's National Strategy for
15 Adaptation to Climate Change. 1a/2005.
- 16 Ministry of the Environment. (2014). National Inventory Report under the UNFCCC and
17 the Kyoto Protocol. Greenhouse Gas Emissions in Estonia 1990–2012. Tallinn.
- 18 Minkkinen, K., Byrne, A. K., Trettin, C. (2008). Climate impacts of peatland forestry. Ptk
19 4, pp 98–119. – Rmt-s. Strack, M. (Ed.), 2008. Peatlands and climate change. International
20 Peat Society.
- 21 Minkkinen, K., Korhonen, R., Savolainen, I., Laine, J. (2002). Carbon balance and radiative
22 forcing of Finnish peatlands 1900–2100 – the impact of forestry drainage. Global Change
23 Biology, 8, 785–799.
- 24 Mokrech, M., Kebede, A.S., Nicholls, R. J., Wimmer, F., Feyen, L. (2014). An integrated
25 approach for assessing flood impacts due to future climate and socio-economic conditions
26 and the scope of adaptation in Europe. Climatic Change, 128(3-4), 245–260.
- 27 Molnár, A., Tökölyi, J., Végvári, Z., Sramkó, G., Sulyok, J., Barta, Z. (2012). Pollination
28 mode predicts phenological response to climate change in terrestrial orchids: a case study
29 from central Europe. Journal of Ecology, 100(5), 1141–1152.
- 30 Mooney, H. A., Hofgaard, A. (1999). Biological invasions and global change. Sandlund,
31 O.T., Schei, P.J., Viken, Å. (Eds.), Invasive species and biodiversity management (pp. 139–
32 148). Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publishers.
- 33 Morgan, J. A. Milchunas, D.G., LeCain, D. R., West, M., Mosier, A. R. (2007). Carbon
34 dioxide enrichment alters plant community structure and accelerates shrub growth in the
35 shortgrass steppe, PNAS, 104, 14724–14729.
- 36 Moritz, C., Agudo, R. (2013). The Future of Species Under Climate Change: Resilience or
37 Decline? Science, 341, 504–508.
- 38 Moss, B., Kosten, S., Meerhoff, M., Battarbee, R. W., Jeppesen, E., Mazzeo, N., Havens,
39 K., Lacerot, G., Liu, Z., De Meester, L., Paerl, H., Scheffer, M. (2011). Allied attack:
40 climate change and eutrophication. Inland Waters, 1, 101–105.

- 1 Muhlfeld, C. C., Kovach, R. P., Jones, L. A., Al-Chokhachy, R., Boyer, M. C., Leary, R.
2 F., Lowe, W. H., Luikart, G., Allendorf, F. W. (2014). Invasive hybridization in a threatened
3 species is accelerated by climate change. *Nature Climate Change*, 4, 620–624.
- 4 Murray, D. L., Cox, E.W., Ballard, W. B., Whitlaw, H.A., Lenarz, M. S., Custer, T.W.,
5 Barnett, T., Fuller, T. K. (2006). Pathogens, nutritional deficiency and climate influences
6 on a declining moose population. *Wildlife Monograph*, 166, 1–30.
- 7 Mäeinstituut. (2015). Turba kaevandamise tehnoloogia.
8 <http://www.ene.ttu.ee/Maeinstituut/talveakadeemia/TA2007/Kaevandamistehnoloogiad.pdf>
9 f (11.2.2015)
- 10 Mälson, K. 2008. Plant responses after drainage and restoration in rich fens. *Acta*
11 *Universitatis Upsaliensis. Digital Comprehensive Summaries of Uppsala Dissertations from*
12 *the Faculty of Science and Technology* 439. 33 pp. Uppsala.
- 13 Mänd, M., Martin, A.-J., Viiralt, R., Geherman, V., Karise, R., Koskor, E. (2004). Kimalaste
14 toiduressursid ökoloogilise ja konventsionaalse maaviljelusega taludes Eestis.
15 *Agraarteadus*, 15, 28–37.
- 16 Mänd, M., Mänd, R., Williams, I. H. (2002). Bumblebees in the agricultural landscape of
17 Estonia. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 89, 69–76.
- 18 Möllmann, C., Diekmann, R., Müller-Karulis, B., Kornilovs, G., Plikshs, M., Axe, P.
19 (2009). Reorganization of a large marine ecosystem due to atmospheric and anthropogenic
20 pressure: a discontinuous regime shifts in the Central Baltic Sea. *Global Change Biology*,
21 15, 1377–1393.
- 22 Möllmann, C., Kornilovs, G., Fetter, M., Köster, F. W. (2005). Climate, zooplankton and
23 pelagic fish growth in the Central Baltic Sea. *ICES J Mar Sci*, 62, 1270–1280.
- 24 Möllmann, C., Kornilovs, G., Sidrevics, L. (2000). Long-term dynamics of main
25 mesozooplankton species in the central Baltic Sea. *J Plankton Res*, 22, 2015–2038.
- 26 Möllmann, C., Köster, F. W., Kornilovs, G., Sidrevics, L. (2003). Interannual variability in
27 population. Dynamics of calanoid copepods in the Central Baltic Sea. *ICES Marine Science*
28 *Symposia*, 219, 220–230.
- 29 Naaber, J. (1998). Tormi mõju Mahtra jahimajandi tegevusele. Sajandi suurtormid Eesti
30 metsades. *Eesti Metsaselts*, 60–62.
- 31 National Energy and Climate Strategy. (2013). Government Report to Parliament on 20
32 March 2013. Finland.
- 33 National Inventory Report under the UNFCCC and the Kyoto Protocol. Greenhouse Gas
34 Emissions in Estonia 1990–2012. (2014). Tallinn. Ministry of the Environment.
- 35 Naumann, M., Mohrholz, V., Nausch, G. (2015). Baltic inflow of December 2014. Leibniz
36 Institute for Baltic Sea Research Warnemünde. [http://www.io-warnemuende.de/baltic-](http://www.io-warnemuende.de/baltic-inflow-of-december-2014.html)
37 [inflow-of-december-2014.html](http://www.io-warnemuende.de/baltic-inflow-of-december-2014.html)
- 38 Nausch, G., Nehring, D., Aertebjerg, G. (1999). Anthropogenic nutrient load of the Baltic
39 Sea. *Limnologia*, 29, 233–241.
- 40 Newton, P. C. D., Lieffering, M., Li, F. Y., Ganesh, S., Dodd, M. (2014). Detection of
41 historical changes in pasture growth and attribution to climate change. *Climate Research*,
42 61, 203–214.

- 1 Ngwabie, N. M., Jeppsson, K.-H., Gustafsson, G., Nimmermark, S. (2011). Effects of
2 animal activity and air temperature on methane and ammonia emissions from a naturally
3 ventilated building for dairy cows. *Atmospheric Environment*, 45, 6760–6768.
- 4 Nicholls, M. (2014). *Climate Change: Implications for Tourism - Key Findings from the*
5 *Intergovernmental Panel on Climate Change Fifth Assessment Report*. European Climate
6 Foundation. University of Cambridge.
- 7 Niglas, A., Kupper, P., Tullus, A., Sellin, A. (2014). Responses of sap flow, leaf gas
8 exchange and growth of hybrid aspen to elevated atmospheric humidity under field
9 conditions. *AoB PLANTS*, 6, plu021.
- 10 Niinistö, S. M., Silvola, J., Kellomäki, S. (2004). Soil CO₂ efflux in a boreal pine forest
11 under atmospheric CO₂ enrichment and air warming. *Global Change Biology*, 10, 1363–
12 1376.
- 13 Niitlaan, E. (2015). Eesti Turbaliidu kommentaarid, esitatud e-maili teel, Tallinn,
14 24.04.2015.
- 15 Nijp, J. J., Limpens, J., Metselaar, K., van der Zee, S.E.A.T.M., Berendse, F., Robroek, B.
16 J. M. (2014). Can frequent precipitation moderate the impact of drought on peatmoss carbon
17 uptake in northern peatlands? *New Phytologist*, 203, 70–80.
- 18 Nilson, A. (2004). Eri mõtteviisidest metsanduses ja ökousust. *Eesti Mets*, 3.
19 http://www.loodusajakiri.ee/eesti_mets/artikkel339_311.html (06.01.2015).
- 20 Nilson, A., Kiviste, A., Korjus, H., Mihkelson, S., Etverk, I., Oja, T. (1999). Impact of
21 recent and future climate change on Estonian forestry and adaptation tools. *Climate*
22 *Research*, 12, 205–214.
- 23 Nilsson, J., Engvist, R., Persson, L.-E. (2004). Long-term decline and recent recovery of
24 *Fucus* populations along the rocky shores of southeast Sweden, Baltic Sea. *Aquatic*
25 *Ecology*, 38, 587–598.
- 26 Nilsson, P. A., Norrgård, J. R., Nyqvist, D., Österling, E. M., Piccolo, J. J., Schneider, L.
27 D., Greenberg, L., Jonsson, B. (2015). Ice cover alters the behavior and stress level of brown
28 trout *Salmo trutta*. *Behavioral Ecology* (2015), 00(00), 1–8. doi:10.1093/beheco/arv019
- 29 NIR. (2012). Greenhouse gas emissions in Estonia 1990–2010. National Inventory Report
30 2012 under the UNFCCC and the Kyoto Protocol. Tallinn
31 http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/6598.php
32 (10.04.2015).
- 33 Nissling, A., Dahlman, G. (2010). Fecundity of flounder, *Pleuronectes flesus*, in the Baltic
34 Sea - Reproductive strategies in two sympatric populations. *Journal of Sea Research*, 64(3),
35 190–198.
- 36 Nissling, A., Westin, L. (1997). Salinity requirements for successful spawning of Baltic and
37 Belt Sea cod and the potential for cod stock interactions in the Baltic Sea. *Marine Ecology*
38 – *Progress Series*, 152(1–3), 261–271.
- 39 Nohara, D., Kitoh, A., Hosaka, M., Oki, T. (2006). Impact of Climate Change on River
40 Discharge Projected by Multimodel Ensemble. *Journal of Hydrometeorology* 7, 1076–1089.
- 41 Normand, S., Svenning, J., Skov, F. (2007). National and European perspectives on climate
42 change sensitivity of the habitats directive characteristics plant species. *Journal for Nature*
43 *Conservation*, 15, 41–53.

- 1 Nowak, D. J., Greenfield, E. J., Hoehn, R. E., Lapoint, E. (2013). Carbon storage and
2 sequestration by trees in urban and community areas of the United States. *Environmental*
3 *Pollution*, 178, 229–236.
- 4 Nõges, P., Jaagus, J., Järvet, A., Nõges, T., Laas, A. (2012). Keskkonnaministeeriumiga
5 sõlmitud lepingulise uurimuse aruanne “Kliimamuutuse mõju veeökosüsteemidele ning
6 põhjaveele Eestis ja sellest tulenevad veeseireprogrammi võimalikud arengusuunad”. Eesti
7 maaülikool. 249 lk.
8 http://www.envir.ee/sites/default/files/kliimamuutustemojuveele_eestis.pdf
- 9 Nõges, P., Nõges, T. (2014). Weak trends in ice phenology of Estonian large lakes despite
10 significant warming trends. *Hydrobiologia*, 731, 5–18.
- 11 Nõges, T. (2009). Trends in air temperature in Estonia and in water temperature of Estonian
12 large lakes in 1961–2004, possible consequences on water quality. *Verh. Internat. Verein.*
13 *Limnol.* 30(7), 997–999.
- 14 Nõges, T., Nõges, P. (2011). Kuidas kliimamuutused mõjutavad järvede elustikku ja
15 aineringeid? Rmt-s: Soomere, T., Nõges, T. (Toim.), Teadusmõte Eestis (VII) Meri. Järved.
16 Rannik (25 –36). Eesti Teaduste Akadeemia.
- 17 Nõges, T., Nõges, P., Cardoso, A. C. (2010). Review of published climate change adaptation
18 and mitigation measures related with water. Publications Office of the European Union,
19 Luxembourg, 127 lk EUR 24682 EU, ISSN 1018-5593, ISBN 978-92-79-18984-5,
20 doi:10.2788/18203
21 <http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/111111111/15801>
- 22 Nyberg, P., Bergstrand, E., Degerman, E., Enderlein, O. (2001). Recruitment of pelagic fish
23 in an unstable climate: studies in Sweden’s four largest lakes. *Ambio*, 30, 559–564.
- 24 Nykänen H., Silvola, J., Alm, J., Martikainen, P. J. (1995). Emissions of CH₄, CO₂ and N₂O
25 from a virgin fen and a fen drained for grassland in Finland. *Journal of Biogeography*, 22,
26 351–357.
- 27 OEPP/EPPO. (1997). EPPO Standard PM 5/3; Guidelines on pest risk analysis – pest risk
28 assessment scheme. *Bulletin OEPP/ EPPO Bulletin* 27, 281–305.
- 29 Ojanen P., Minkkinen K., Penttilä T. (2013). The current greenhouse gas impact of forestry-
30 drained boreal peatlands. *Forest Ecology & Management*, 289, 201–208.
- 31 Ojaveer, E., Kalejs, M. (2005). The impact of climate change on the adaptation of marine
32 fish in the Baltic Sea. *ICES Journal of Marine Science*, 62, 1492–1500.
- 33 Ojaveer, E., Piirsoo, L.-E., Kotta, J. (2011). Vee võõrliikide käsiraamat. Marvet, A. (Toim.)
34 Keskkonnaministeerium, Tallinn. ISBN 978-9985-881-75-0
35 <http://www.envir.ee/sites/default/files/voorliigidveesveeb.pdf> (20.05.2015).
- 36 Ojaveer, H., Eek, L., Kotta, J. (2011). Vee võõrliikide käsiraamat. Tallinn:
37 Keskkonnaministeerium.
- 38 Ojaveer, H., Kotta, J. (2014). Ecosystem impacts of the widespread non-indigenous species
39 in the Baltic Sea: literature survey evidences major limitations in knowledge.
40 *Hydrobiologia*, DOI 10.1007/s10750-014-2080-5
- 41 Olesen, J. E., Bindi, M. (2002). Consequences of climate change for European agricultural
42 productivity, land use and policy. *European Journal of Agronomy*, 16, 239–262.
- 43 Olesk, K. (2014) 2013. aasta põhjaveevaru bilanss. Keskkonnaagentuur, veesosakond.
44 Tallinn.

- 1 Omstedt, A., Moa, E., Björn, C., Frodin, P., Gustafsson, E., Humborg, C., Hägg, H., Mörth,
2 M., Rutgersson, A., Schurgers, G., Smith, B., Wällstedt, T., Yurova, A. (2012). Future
3 changes in the Baltic Sea acid–base (pH) and oxygen balances. *Tellus*, 64B, 1–23.
- 4 Omstedt, A., Pettersen, C., Rodhe, J., Winsor, P. (2004). Baltic Sea climate: 200 yr of data
5 on air temperature, sea level variation, ice cover, and atmospheric circulation. *Climate*
6 *Research*, 25, 205–216.
- 7 Oren, R., Kull, K., Noormets, A. (2008). Olevi Kull’s lifetime contribution to ecology. *Tree*
8 *Physiology*, 28, 483–490.
- 9 Orru, K., Kangur, K., Kangur, P., Ginter, K., Kangur, A. (2014). Recreational ice fishing
10 on the large Lake Peipsi: socioeconomic importance, variability of ice-cover period, and
11 possible implications for fish stocks. *Estonian Journal of Ecology*, 63, 4, 282–298.
- 12 Orru, M. (1992). Eesti turbavarud. Eesti Geoloogiakeskus.
- 13 Orru, M. (2010). Dependence of Estonian peat deposit properties on landscape types and
14 feeding conditions. Thesis on power engineering, Electrical engineering, mining
15 engineering D46. TTÜ Kirjastus, Tallinn, 121 lk.
- 16 Orru, M., Orru, H. (2008). Sustainable use of Estonian peat reserves and environmental
17 challenges. *Estonian Journal of Earth Sciences*, 57, 87–93.
- 18 Orru, M., Orru, H., Tuulik, V., Übner, M. (2007) Eesti turba balneoloogiliste
19 kasutamise võimaluste uuring (III etapp). Eesti Geoloogiakeskus, Rakendusgeoloogia
20 osakond. Tallinn
- 21 Orsenigo, S., Mondoni, A., Rossi, G., Abeli, T. (2014). Some like it hot and some like it
22 cold, but not too much: plant responses to climate extremes. *Plant Ecology*, 215(7), 677–
23 688.
- 24 Ostonen, I., Helmisaari, H-S., Borken, W., Tedersoo, L., Kukumägi, M., Bahram, M.,
25 Lindroos, A-J., Nöjd, P., Uri, V., Merilä, P., Asi, E., Lõhmus, K. (2011). Fine root foraging
26 strategies in Norway spruce forests across a European climate gradient. *Global Change*
27 *Biology*, 17(12), 3620–3632.
- 28 Ott, I. (1994). Vesi on järve peegel. *Eesti Loodus*, 2, 53–54.
- 29 Ott, I. (2010). Väikejärvede ökoloogilise seisundi muutustest ja seire korraldusest.
30 Ettekanne Seirefoorumil 4. nov. 2010. www.keskkonnainfo.ee. (18.02.2015).
- 31 Ott, I. ja T. Kõiv (Toim.). (2005). Lake Verevi, Estonia – A Highly Stratified Hypertrophic
32 Lake. *Developments in Hydrobiology*, 182. Springer.
- 33 Owensby, C. E. (1998). Role of grasslands as modifiers of global climate change.
34 *Proceedings of the 18th International Grassland Congress*, 189–192. Winnipeg, Canada.
- 35 Paal, J. (1999). Eesti taimkatte kasvukohatüüpide klassifikatsioon. Tartu. 200 lk.
- 36 Paal, J. (2004). Euroopas väärtustatud elupaigad Eestis. Tallinn: Eesti
37 Keskkonnaministeerium.
- 38 Paal, J. (2007). Loodusdirektiivi elupaigatüüpide käsiraamat. Tallinn: Eesti
39 Keskkonnaministeerium.
- 40 Paal, J. (2011). Energiainiidu rajamine. Rmt-s: Paal, J. (koost., toim.) 2011. Jääksood, nende
41 kasutamine ja korrastamine, 88–89. Tartu, Vali trükikoda.
- 42 Paal, J. (koost.) (2007). Jääksood korrastamise käsiraamat. Tartu.

- 1 Paal, J., Ilomets, M., Fremstad, E., Moen, A., Børset, E., Kuusemets, V., Truus, L., Leibak,
2 E. (1999). Eesti märgalade inventuur 1997. a. projekti „Eesti märgalade kaitse ja
3 majandamise strateegia“ aruanne. Eesti Loodusfoto, Tartu.
- 4 Paal, J., Leibak, E. (2011). Eesti soode seisund ja kaitstus. ELF, Regio AS, Tartu.
- 5 Paal, J., Leibak, E. (2013). Eesti soode seisund ja kaitstus. Tartu: Eestimaa Looduse Fond.
- 6 Paal, T. (2011). Marjakasvatuse rajamine. Rmt-s: Paal, J. (koost., toim.) 2011. Jääksood,
7 nende kasutamine ja korrastamine, 64–69. Tartu, Vali trükikoda.
- 8 Paal, T., Starast, M., Karp, K. 2003. Walyw wapnowania na azrost borowki niskiej rosnacej
9 na torfowiskach wysokich. In: Konferencja „Uprawne rosliny wrsowate“, Skiernewice,
10 Polskich, pp. 71–86.
- 11 Paalme, T., Kotta, J., Kersen, P., Martin, G., Kukk, H., Torn, K. (2011). Inter-annual
12 variations in biomass of loose lying algae *Furcellaria-Coccotylus* community: The relative
13 importance of local versus regional environmental factors in the West Estonian
14 Archipelago. *Aquatic Botany*, 95, 146–152.
- 15 Paaver, T., Kasesalu, J., Gross, R., Puhk, M., Tohver, T., Liiv, A., Aid, M. (2006).
16 Kalakasvatus ja kalade tervishoid. Tartu, 191 lk.
- 17 Pajusalu, L., Martin, G., Põllumäe, A., Paalme, T. (2013). Results of laboratory and field
18 experiments of the direct effect of increasing CO₂ on net primary production of macroalgal
19 species in the brackish water ecosystems. *Proceedings of the Estonian Academy of
20 Sciences*, 62, 148–154.
- 21 Palm, V. (2001a). Ihtüofenoloogiline kalender. Rmt.: Ahas, R. (toim.), Eesti looduse
22 kalender. *Publicationes Instituti Geographici Universitatis Tartuensis*. Tartu: 187–205.
- 23 Palm, V. (2001b). Eesti ihtüofenoloogiline kalender kui kliimamuutuste uurimise allikas.
24 *Eesti Loodus*, 1, 14–17.
- 25 Palm, V. (2003). Ihtüofenoloogiliste faaside seosed sesoonsete hüdroloogiliste muutustega
26 veekogudes. *Magistritöö*. TÜ Geograafia Instituut, Tartu, 139 lk.
- 27 Parmanne, R., Lindstrom, K. (2003). Annual variation in gobiid larval density in the
28 northern Baltic sea. *Journal of Fish Biology*, 62(2), 413–426.
- 29 Parmesan, C. (2006). Ecological and Evolutionary Responses to Recent Climate Change.
30 *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 37(1), 637–669.
- 31 Parmesan, C., Ryrholm, N., Stefanescu, C., Hill, J. K., Thomas, C. D., Descimon, H.,
32 Huntley, B., Kaila, L., Kullberg, J., Tammaru, T., Tennent, W. J., Thomas, J.A., Warren,
33 M. (1999). Poleward shifts in geographical ranges of butterfly species associated with
34 regional warming. *Nature*, 399, 579–583.
- 35 Parmesan, C., Yohe, G. (2003). A globally coherent fingerprint of climate change impacts
36 across natural systems. *Nature*, 421, 37–42.
- 37 Paul, E. A., Clark, F. E. (1996). *Soil Microbiology and Biochemistry*. Academic Press,
38 USA.
- 39 Pauls, S. U., Nowak, C., Bálint, M., Pfenninger, M. (2013). The impact of global climate
40 change on genetic diversity within populations and species. *Molecular ecology*, 22(4), 925–
41 946.

- 1 Paustian, K., Andren, O., Janzen, H. H., Lal, R., Smith, P., Tian, G., Tiessen, H., Van
2 Noordwijk, M., Wooster, P. L. (1997). Agricultural soils as a sink to mitigate CO₂
3 emissions. *Soil Use and Management*, 13, 230–244.
- 4 Peat production decreasing in Finland. (2014). Finnish Environmental Institute.
5 [\(http://www.ymparisto.fi/en-](http://www.ymparisto.fi/en-US/Maps_and_statistics/The_state_of_the_environment_indicators/Natural_resources/Peat_production_decreasing_in_Finland(28239))
6 [US/Maps and statistics/The state of the environment indicators/Natural resources/Pea](http://www.ymparisto.fi/en-US/Maps_and_statistics/The_state_of_the_environment_indicators/Natural_resources/Peat_production_decreasing_in_Finland(28239))
7 [t production decreasing in Finland\(28239\)](http://www.ymparisto.fi/en-US/Maps_and_statistics/The_state_of_the_environment_indicators/Natural_resources/Peat_production_decreasing_in_Finland(28239)) (20.3.2014)
- 8 Peipsi koostöokeskus. (2015) www.ctc.ee
- 9 Peltola, H., Ikonen, V-P., Gregow, H., Strandman, A., Kilpeläinen, A., Venäläinen, A.,
10 Kellomäki, S. (2010). Impacts of climate change on timber production and regional risks of
11 wind-induced damage to forests in Finland. *Forest Ecology & Management*, 260, 833–845.
- 12 Peltonen-Sainio, P., Jauhianen, L., Hakala, K., Ojanen, H. (2009). Climate change and
13 prolongation of growing season: changes in regional potential for field crop production in
14 Finland. *Agricultural and Food Science*, 18, 171–190.
- 15 Peltonen-Sainio, P., Niemi, J. (2012). Protein crop production at the northern margin of
16 farming: to boost or not to boost. *Agricultural and Food Science*, 21, 370–383.
- 17 Penu, P. (2006). Eesti muldadest põllumehele. Saku.
- 18 Perch-Nielsen, S. L., Amelung, B., Knutti, R. (2010). Future climate resources for tourism
19 in Europe based on the daily Tourism Climatic Index. *Climatic Change*, 103, 363–381.
- 20 Pereira, H. M., Leadley, P. W., Proenca, V., Alkemade, R., Scharlemann, J. P. W.,
21 Fernandez-Manjarres, J. F., Araujo, M. B., Balvanera, P., Biggs, R., Cheung, W. W. L.,
22 Chini, L., Cooper, H.D., Gilman, E. L., Guenette, S., Hurtt, G. C., Huntington, H. P., Mace,
23 G. M., Oberdorff, T., Revenga, C., Rodrigues, P., Scholes, R. J., Sumaila, U. R., Walpole,
24 M. (2010). Scenarios for global biodiversity in the 21st century. *Science*, 330, 1496–1501.
- 25 Perkins, D.V., Reiss J., Yvon-Durocher, G., Woodward, G. (2010). Global change and food
26 webs in running waters. *Hydrobiologia*, 657, 181–198.
- 27 Peters, R. L., Lovejoy, T. E. (1992). *Global Warming and Biological Diversity*. London:
28 Yale University Press.
- 29 Peterson, A. T. (2011). *Ecological niches and geographic distributions (MPB-49) (No. 49)*.
30 Princeton University Press.
- 31 Pfeifer, S., Doris, S., Dippner, J.W. (2005). Effect of temperature and salinity on
32 acetylcholinesterase activity, a common pollution biomarker, in *Mytilus* sp. from the south-
33 western Baltic Sea. *J Exp Mar Biol Ecol*, 320(1), 15, 93–103.
- 34 Pietikäinen, J., Pettersson, M., Baath, E. (2005). Comparison of temperature effects on soil
35 respiration and bacterial and fungal growth rates. *FEMS Microbial Ecology*, 52, 49–58.
- 36 Piirsoo, K., Pall, P., Tuvikene, A., Viik, M. (2008). Temporal and spatial patterns of
37 phytoplankton in a temperate lowland river (Emajõgi, Estonia). *Journal of Planktonic*
38 *Research*, 30 (11), 1285–1295.
- 39 Piirsoo, K., Pall, P., Tuvikene, A., Viik, M., Vilbaste, S. (2010). Assessment of water quality
40 in a large lowland river (Narva, Estonia/Russia) using a new Hungarian potamoplanktic
41 method. *Estonian Journal of Ecology*, 59(4), 243–258.

- 1 Piirsoo, K., Viik, M., Kõiv, T., Käiro, K., Laas, A., Nõges, T., Pall, P., Selberg, A.,
2 Toomsalu, L., Vilbaste, S. (2012). Characteristics of dissolved organic matter in the inflows
3 and in the outflow of Lake Võrtsjärv, Estonia. *Journal of Hydrology*, 475, 306–313.
- 4 Pikk, J. (2011). Metsastamine. Rmt-s: Paal, J. (koost., toim.) 2011. Jääksood, nende
5 kasutamine ja korrastamine, 69–81. Tartu, Vali trükikoda.
- 6 Pikka, J. (2004). Reoveesetete kasutamisest väheviljakate põllumaade metsastamisel.
7 *Metsanduslikud Uurimused*, 41, 62–72.
- 8 Pikka, J. (2005). Use of wastewater sludge for soil improvement in afforesting cutover
9 peatlands. *Metsanduslikud uurimused*, 42, 95–105.
- 10 Pikka, J. (2006). Effect of fertilization with wastewater sludge on the development of *Betula*
11 *pendula* seedlings under experimental conditions. *Proc. Estonian Acad. Sci. Biol. Ecol.* 55:
12 160–172.
- 13 Pikka, J. (2011). Jääksoode metsastamine reoveesette kasutamisega. Rmt-s: Paal, J. (koost.,
14 toim.) 2011. Jääksood, nende kasutamine ja korrastamine, 82–88. Tartu, Vali trükikoda.
- 15 Pinnavesi. (2015) <http://www.envir.ee/et/pinnavesi>
- 16 Pitkänen, H., Lehtoranta, J., Räike, A. (2001). Internal nutrient fluxes counteract decrease
17 in external load: the case of the estuarial eastern Gulf of Finland, Baltic Sea. *Ambio*, 30,
18 195–201.
- 19 Platt T., Fuentes-Yaco C., Frank K.T. (2003). Spring algal bloom and larval fish survival.
20 *Nature*, 423, 398–399.
- 21 Podžarov, V. L. (1974). *Lesohozyaistvennoe osvoenie torfyanyh vyrabotok*. Uradžhai,
22 Minsk.
- 23 Poollooduslike koosluste tegevuskava aastateks 2014–2020. (2013). Tallinn: Eesti
24 Keskkonnaministeerium.
25 http://www.envir.ee/sites/default/files/plk_tegevuskava130913.pdf (31.01.2015).
- 26 Porter, J. H., Parry, M. L., Carter, T. R. (1991). The potential effects of climatic change on
27 agricultural insect pests. *Agricultural and Forest Meteorology*, 57(1–3), 221–240.
- 28 Potvin, C., L. Vasseur. (1997). Long-term CO₂ enrichment of a pasture community: Species
29 diversity and dominance pattern. *Ecology*, 78, 666–677.
- 30 Prentice, I. C. (2001). *The Carbon Cycle and Atmospheric Carbon Dioxide*. *Climate Change*
31 *2001: The Scientific Basis IPCC*, Cambridge University Press, Cambridge, UK, 183–237.
- 32 PRIA (2006). 2004. aasta looduskahju toetus. PRIA aastaraamat 2006, 49-52.
33 <http://www.pria.ee/images/tinybrowser/useruploads/files/aastaraamat2006.pdf>
- 34 Primack, R. B. Kuresoo R., Sammuli M. (2008). *Sissejuhatus looduskaitsebioloogiasse*.
35 Tartu: Eesti Loodusfoto.
- 36 Protected areas in Europe – an overview. (2012). EEA Report No 5. Copenhagen: European
37 Environment Agency. [http://www.eea.europa.eu/publications/protected-areas-in-europe-](http://www.eea.europa.eu/publications/protected-areas-in-europe-2012)
38 [2012](http://www.eea.europa.eu/publications/protected-areas-in-europe-2012) (16.02.2015).
- 39 Puitkütuste ja puitkütuseks sobiliku toorme kasutus Eestis. (2013) Laiendatud kokkuvõte.
40 Tallinn-Tartu.

- 1 Pumpanen, J. (2003). CO₂ efflux from boreal forest soil before and after clear-cutting and
2 site preparation. Academic dissertation. University of Helsinki Department of Forest
3 Ecology.
- 4 Põllumajanduse Registrite ja Informatsiooni Amet. 2015. <http://www.pria.ee/et/Registrid>
5 Põllumajandusministeerium. (2012) Toit ja toiduohutus.
6 <http://www.agri.ee/sites/default/files/public/juurkataloog/TRUKISED/FAKTILEHED/fakt>
7 [ileht toiduohutus 2012 EST.pdf](http://www.agri.ee/sites/default/files/public/juurkataloog/TRUKISED/FAKTILEHED/fakt)
- 8 Põllumajandusministeerium. (2013). Eesti kalanduse strateegia 2014–2020.
- 9 Põllumajandusministeerium. (2014) Eesti aianduse arengut piiravad tegurid ja Eesti
10 aiandusvaldkonna võimalikud arengueeldused. Sisend aiandusvaldkonna arengukava
11 koostamiseks. [http://www.agri.ee/sites/default/files/content/uuringud/2014/uuring-2014-](http://www.agri.ee/sites/default/files/content/uuringud/2014/uuring-2014-aiandusvaldkonna-arengueeldused.pdf)
12 [aiandusvaldkonna-arengueeldused.pdf](http://www.agri.ee/sites/default/files/content/uuringud/2014/uuring-2014-aiandusvaldkonna-arengueeldused.pdf)
- 13 Põllumajandusministeerium. (2015). Põllumajandusministeeriumi kodulehekülg.
14 <http://www.agri.ee/et/eesmargid-tegevused/kalamajandus-ja-kutseline->
15 [kalapuuk/puugiandmed#veed](http://www.agri.ee/et/eesmargid-tegevused/kalamajandus-ja-kutseline-kalapuuk/puugiandmed#veed) (23.02.2015).
- 16 Põllumajandussektoris kliimamuutuste leevendamise ja kliimamuutustega kohanemise
17 tegevuskava 2012–2020” kinnitamine. Põllumajandusministeerium. Arengukavad ja
18 strateegiad.
19 <http://www.agri.ee/sites/default/files/public/juurkataloog/ARENDUSTEGEVUS/kliimam>
20 [uutused-tegevuskava-2012-2020.pdf](http://www.agri.ee/sites/default/files/public/juurkataloog/ARENDUSTEGEVUS/kliimam)
- 21 Põllumajandusuuringute keskus. (2007). 2007. a. põllumajandusliku keskkonnatoetuse
22 bioloogilise mitmekesisuse hindamise raames teostatud kimalasekoosluste seire aruanne.
23 Tartu.
- 24 Põllumajandusuuringute Keskus. (2014). Eesti Maaelu Arengukava 2007–2013 teise telje
25 püsihindamisaruanne 2013. aasta kohta.
26 http://pmk.agri.ee/pkt/files/f32/PMK_MAK_2007-
27 [2013_2_telje_pysihindamisaruanne_2013_20.01.2015.pdf](http://pmk.agri.ee/pkt/files/f32/PMK_MAK_2007-)
- 28 Põllumajandusuuringute keskus. (2015). Eesti maaelu arengukava 2007-2014 II telje
29 püsihindamise aruanne 2014.a. kohta.
30 http://pmk.agri.ee/pkt/files/f32/Aruanne_2014_aasta%20kohta.pdf
- 31 Päck, P. (2013). Kalade tervishoiu käsiraamat. Kalanduse Teabekeskus, Pärnu, 88 lk.
- 32 Pärn, J., Mander, Ü. (2012). Increased organic carbon concentrations in Estonian rivers in
33 the period 1992–2007 as affected by deepening droughts. Biogeochemistry, 108, 351–358.
- 34 Pärn, J., Randmaa, L., Mander, Ü. (2009). Dynamics of concentrations of total organic
35 carbon in Estonian streams, 1992–2007. Brebbia, C.A. (Toim.), River Basin management
36 V. (lk 47–53) Wessex Institute of Technology, UK.
- 37 Pärn, O. (2006). Jäänähtuste ja veetemperatuuri tundlikkus kliima muutusele. Publicationes
38 Geophysicales Universitatis Tartuensis 50, 97–106.
- 39 Pärtel, M. (2004). Loopealsed. Pärändkooslused. Õpik-käsiraamat. Pärändkoosluste kaitse
40 ühing, Tartu, lk 178–190.
- 41 Quinty, F., Rochefort, L. 2003. Peatland Restoration Guide, 2nd edition. Canadian
42 Sphagnum Peat Moss Association and New Brunswick Department of Natural Resources
43 and Energy, Québec.

- 1 Raadla, K., Köpp, V. (2011). Jääksoode kasutamine turbakaevandamisalade kuivendusvee
2 puhastamiseks. Rmt-s: Paal, J. (koost., toim.) 2011. Jääksood, nende kasutamine ja
3 korrastamine, 103–110. Tartu, Vali trükikoda.
- 4 Raave, H., Tampere, M., Kauer, K., Viiralt, R. (2011). Väetamise mõju lämmastiku ja
5 kaaliumi leostumisele rohumaal. Veefoorum 2011.
6 [http://www.pikk.ee/balticdeal/upload/Editor/Baltic%20Deal/Ettekanded/New%20Folder/
7 V%C3%A4etamise%20m%C3%B5ju%20l%C3%A4mmastiku%20ja%20kaaliumi%20leo
8 stumisele%20rohumaal.pdf](http://www.pikk.ee/balticdeal/upload/Editor/Baltic%20Deal/Ettekanded/New%20Folder/V%C3%A4etamise%20m%C3%B5ju%20l%C3%A4mmastiku%20ja%20kaaliumi%20leostumisele%20rohumaal.pdf) (17.02.2015).
- 9 Rahel, F. J., Olden, J. D. (2008). Assessing the effects of climate change on Aquatic invasive
10 species. Conservation Biology, 22, 521–533.
- 11 Rajala, A., Hakala, K., Mäkela, P., Peltonen-Sainio. (2011). Drought effect on grain number
12 and grain weight at spike and spike let level in six-row sprint barley. Journal of Agronomy
13 and Crop Science, 197, 103–112.
- 14 Ramst, R., Orru, M., Halliste, L. (2005). Eesti mahajäetud turbatootmisalade revisjon. 1.
15 etapp: Harju, Rapla ja Lääne maakond. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn (käsikiri).
- 16 Ramst, R., Orru, M., Salo, V., Halliste, L. (2006). Eesti mahajäetud turbatootmisalade
17 revisjon. 2. etapp: Ida-Viru, Lääne-Viru, Jõgeva, Järva ja Tartu maakond. Eesti
18 Geoloogiakeskus, Tallinn (käsikiri).
- 19 Ramst, R., Orru, M., Salo, V., Halliste, L. (2007). Eesti mahajäetud turbatootmisalade
20 revisjon. 3. etapp: Viljandi, Pärnu, Saare ja Hiiu maakond. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn
21 (käsikiri).
- 22 Ramst, R., Salo, V., Halliste, L. (2008). Eesti mahajäetud turbatootmisalade revisjon. 4.
23 etapp: Valga, Võru ja Põlva maakond. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn (käsikiri).
- 24 Randveer, T., Heikkilä, R. (1996). Damage caused by moose (*Alces alces*) by bark stripping
25 of *Picea abies*. Scandinavian Journal of Forest Research, 11, 153–158.
- 26 Randveer, T., Mardiste, M., Tõnison, J. (1998). Kuuskede koorimine põtrade poolt:
27 sesoonne ja pikaajaline dünaamika ning ilmastiku mõju sellele. (Spruce bark stripping by
28 moose: The seasonal and long term dynamics, effect of weather conditions).
29 Metsanduslikud Uurimused XXIX, Tartu, 155–163.
- 30 Rannu raba taastamis- ja tammitamisprojekt. Keskkonnainvesteeringute keskuse rahastatud
31 projekt.
- 32 Rasse, D. P., Rumpel, C., Dignac, M. F. (2005). Is soil carbon mostly root carbon?
33 Mechanisms for a specific stabilisation. Plant and Soil, 269, 341–356.
- 34 Ratt, A. (1985). Mõnda maaviljeluse arengust Eestis läbi aegade. Valgus, Tallinn.
- 35 Raukas, A. (1995). Eesti Loodus. Valgus, Eesti Entsüklopeediakirjastus, Tallinn.
- 36 Reeder J. D., Schuman G. E. (2002). Influence of livestock grazing on C sequestration in
37 semi-arid mixed-grass and short-grass rangelands. Environmental Pollution, 116, 457–463.
- 38 Reich, P. B., Knops, J., Tilman, D., Craine, J., Ellsworth, D., Tjoelker, M., Lee, T., Wedin,
39 D., Naem, S., Bahauddin, D., Hendrey, G., Jose, S., Wrage, K., Goth, J., Bengston, W.
40 (2001). Plant diversity enhances ecosystem responses to elevated CO₂ and nitrogen
41 deposition. Nature, 410, 809–812.
- 42 Reidsma, P., Ewert. F. (2008). Regional farm diversity can reduce vulnerability of food
43 production to climate change. Ecology and Society, 13(1), 38.

- 1 Renecker, L. A., Hudson, R. J. (1986). Seasonal energy expenditures and thermoregulatory
2 responses of moose. *Can. J. Zool.*, 64, 322–327.
- 3 Renecker, L. A., Hudson, R. J. (1990). Behavioral and thermoregulatory responses of moose
4 to high ambient temperatures and insect harassments in aspen-dominated forests. *Alces*, 26,
5 66–72.
- 6 Reusch, T. B. H., Boström, C., Stam, W. T., Olsen, J. L. (1999). An ancient eelgrass clone
7 in the Baltic Sea. *Marine Ecology Progress Series*, 183, 301–304.
- 8 Ricciardi, A., Hoopes, M. F., Marchetti, M., Lockwood, J. L. (2013). Progress toward
9 understanding the ecological impacts of non-native species. *Ecological Monographs*, 83,
10 263–282.
- 11 Riebesell, U. (2004). Effects of CO₂ Enrichment on Marine Phytoplankton. *Journal of*
12 *Oceanography*, 60, 719–729.
- 13 Riibak, K., Reitalu, T., Tamme, R., Helm, A., Gerhold, P., Znamenskiy, S., Bengtsson, K.,
14 Rosén, E., Prentice, H. C., Pärtel, M. (2014). Dark diversity in dry calcareous grasslands is
15 determined by dispersal ability and stress-tolerance. *Ecography*, 37, 001–009.
- 16 Riigikogu keskkonnakomisjon. (2013) Reoveepuhastis käsitletavast reoveesetest tekkiiva
17 keskkonnahäiringu vähendamise võimalused. Raport.
18 [Http://www.riigikogu.ee/public/riigikogu/keskkonnakomisjon/raport.pdf](http://www.riigikogu.ee/public/riigikogu/keskkonnakomisjon/raport.pdf)
- 19 Riigikontroll (2012). Peipsi järve seisundi parandamise meetmete tulemuslikkus.
20 Riigikontrolli aruanne Riigikogule, Tallinn, 26. märts 2012.
- 21 Riigimetsa majandamise keskus. (2014) RMK aastaraamat 2013.
22 http://www.rmke.ee/files/RMK_Aastaraamat_2013_EST%5Bsmallpdf.com%5D.pdf
- 23 RMK arengukava 2015–2020. (2014). [http://www.rmke.ee/files/RMK_Arengukava_2015-](http://www.rmke.ee/files/RMK_Arengukava_2015-2020_ee%20(2).pdf)
24 [2020_ee%20\(2\).pdf](http://www.rmke.ee/files/RMK_Arengukava_2015-2020_ee%20(2).pdf) (15.02.2015).
- 25 Roben, K. (2013). Põllumajanduskindlustus Euroopa Liidu ja Eesti õiguses.
26 Bakalaureusetöö. TÜ, Õigusteaduskond, Eraõiguse instituut. 47 lk.
- 27 Rong, L., Liu, D., Pedersen, E.F., Zhang, G., (2014). Effect of climate parameters on air
28 exchange rate and ammonia and methane emissions from a hybrid ventilated dairy cow
29 building. *Energy and Buildings* 82, 632–643.
- 30 Roosalu, E. (2004). Pärändkoosluste looduslik ja kultuuriline väärtus. Pärändkooslused.
31 Õpik-käsiraamat. Pärändkoosluste kaitse ühing, Tartu, lk 73–77.
- 32 Roose, A., Sepp, M., Kamenjuk, P., Kuusik, M., Pärn, T., Annus, P., Sagris, V., Tamm, T.,
33 Gauk, M., Rosentau, A., Karro, E., Muru, M., Uppin, M., Tamm, T., Järvet, A., Orru, H.,
34 Saava, A., Indermitte, E., Rekker, K., Tammepuu, A. (2015). Kliimamuutuste mõjude
35 hindamine ja kohanemismeetmete väljatöötamine planeeringute, maakasutuse, inimtervise
36 ja päästevõimekuse teemas. Lepingulise töö aruanne. Keskkonnaministeerium.
- 37 Root, K.V., Akçakaya, H. R., Ginzburg, L. (2003a). A multispecies approach to ecological
38 valuation and conservation. *Conservation Biology*, 17, 196–206.
- 39 Root, T. L., Price, J. T., Hall, K. R., Schneider, S. H., Rosenzweig, C., Pounds, J. A. (2003b).
40 Fingerprints of global warming on wild animals and plants. *Nature*, 421, 57–60.
- 41 Rosenzweig, C., Iglesias, A., Yang, X.B., Epstein, P.R., Chivian, E. (2001). Climate change
42 and extreme weather events; Implications for food production, plant diseases, and pests.
43 *Global Change & Human Health*, 2(2), 90–104.

- 1 Rosenthal, K., Tullus, A., Ostonen, I., Uri, V., Kupper, P., Aosaar, J., Varik, M., Sõber, J.,
2 Niglas, A., Hansen, R., Rohula, G., Kukk, M., Sõber, A., Lõhmus, K. (2014). The effect of
3 elevated air humidity on young silver birch and hybrid aspen biomass allocation and
4 accumulation – Acclimation mechanisms and capacity. *Forest Ecology & Management*,
5 330, 252–260.
- 6 Rozental, V. (2012). Eesti turbatööstuse ajalugu 1960-2012. Klein, M. (Toim.), Eesti
7 turbatööstuse ajalugu, lk 129–233. Eesti: In Nomine OÜ.
- 8 Roy, B. A., Güsewell, S., Harte, J. (2004). Response of plant pathogens and herbivores to a
9 warming experiment. *Ecology*, 85(9), 2570–2581.
- 10 Ruus, E., Vilbaste, H. (1968). Jõhvikas – põhjamaade viinamari. *Eesti Loodus*, 8, 490–494.
- 11 Ruuskanen, A. (2000). Ecological responses of *Fucus vesiculosus* L. along environmental
12 gradients in the northern Baltic Sea. Walter and Andree De Nottbeck Foundation Scientific
13 Reports, 21, 6–20.
- 14 Rõõm, E.-I., Nõges, P., Feldmann, T., Tuvikene, L., Kisand, A., Teearu, H., Nõges, T.
15 (2014). Years are not brothers: two-year comparison of greenhouse gas fluxes in large
16 shallow Lake Võrtsjärv, Estonia. *Journal of Hydrology*, 519, 1594–1606.
- 17 Rönnerberg, C., Bonsdorff, E., (2004). Baltic Sea eutrophication: area-specific ecological
18 consequences. *Hydrobiologia*, 514, 227–241.
- 19 Rüdelsheim, P. L. J., Smets, G. (2012). Baseline information on agricultural practices in the
20 EU Maize (*Zea mays* L.).
21 [http://www.europabio.org/sites/default/files/report/120702_report_eu_farming_practices_](http://www.europabio.org/sites/default/files/report/120702_report_eu_farming_practices_maize.pdf)
22 [maize.pdf](http://www.europabio.org/sites/default/files/report/120702_report_eu_farming_practices_maize.pdf) (17.02.2014).
- 23 Saarmets, T. (2015). Personaalne suhtlus, Tallinn, 28.01.2015.
- 24 Saarnio, S., Morero, M., Shurpali, N.J., Tuittila, E., Makila, M., Alm, J. (2007). Annual
25 CO₂ and CH₄ fluxes of pristine boreal mires as a background for the lifecycle analyses of
26 peat energy. *Boreal Environment Research*, 12, 101–113.
- 27 Sakkeus, J., Lassur, S. (2014). Sinise majanduse (meremajanduse) valdkondade
28 kaardistamine. Hinnang valitud sektorite kasvupotentsiaalile. Tallinna Ülikool, Tuleviku-
29 uuringute Instituut.
- 30 Salm, J.-O. (2012). Emission of greenhouse gases CO₂, CH₄ and N₂O in Estonian
31 transitional fens and ombrotrophic bogs: the impact of different land-use practices.
32 *Dissertationes Geographicae Universitatis Tartuensis* 48. Tartu Ülikooli Kirjastus. 125 lk.
- 33 Salm, J.-O., Kimmel, K., Uri, V., Mander, Ü. (2009). Global warming potential of drained
34 and undrained peatlands in Estonia: a synthesis. *Wetlands*, 29, 1081–1092.
- 35 Salm, J.-O., Maddison, M., Tammik, S., Soosaar, K., Truu, J., Mander, Ü. (2012).
36 Emissions of CO₂, CH₄ and N₂O from undisturbed, drained and mined peatlands in Estonia.
37 *Hydrobiologia*, 692(1), 41–55.
- 38 Sammuli, M., Kattai, K., Lanno, K., Meltsov, V., Otsus, M., Nõuakas, L., Kukk, D.,
39 Mesipuu, M., Kana, S., Kukk, T. (2008a). Wooded meadows of Estonia: conservation
40 efforts for a traditional habitat. *Agricultural and Food Science*, 17, 413–429.
- 41 Sammuli, M., Kukk, T. (2013). Liigirikkaamad taimkatteanalüüsid Laelatu puisniidul.
42 *Estonia Maritima*, 9, 108–122.

- 1 Sammul, M., Kull, T., Lanno, K., Otsus, M., Mägi, M., Kana, S. (2008b). Habitat
2 preferences and distribution characteristics are indicative of species long-term persistence
3 in the Estonian flora. *Biodiversity & Conservation*, 17, 3531–3550.
- 4 Samuel, W. M. (2007). Factors, affecting epizootics of winter ticks and mortality of moose.
5 *Alces*, 47, 53–68.
- 6 Samuel, W. M., Welch, D. A. (1991). Winter ticks on moose and other ungulates: factors
7 influencing their population size. *Alces*, 27, 169–182.
- 8 Sandström, O. Neuman, E. Thoresson, G., Vetemaa, M. (1995). Effects of temperature on
9 life-history variables in perch. *Journal of Fish Biology*, 47(4), 652–670.
- 10 Santamaría, L. (2002). Why are most aquatic plants widely distributed? Dispersal, clonal
11 growth and small-scale heterogeneity in a stressful environment. *Acta Oecologica*, 23,
12 137–154.
- 13 Sapota, M. R., Kaminska, U. (1998). Recrutation and settlement of young flounder
14 (*Platichthys flesus*) in the western part of the Gulf of Gdańsk (Baltic). *Oceanological
15 Studies*, 3, 31–42.
- 16 Sapota, M. R., Skora, K. E. (2005). Spread of alien (non-indigenous) fish species *Neogobius
17 melanostomus* in the Gulf of Gdansk (south Baltic). *Biological Invasions*, 7(2), 157–164.
- 18 Sarjas, A. (2010). Niitmine niitmise pärast, heina ei taha keegi. *Maaleht*, 23.08.2010.
- 19 Sarvala, J., Ventelä, A.-M., Helminen, H., Hirvonen, A., Saarikari, V., Salonen, S.,
20 Sydänoja, A., Vuorio, K. (2000). Restoration of the eutrophicated Kõyliönjärvi (SW-
21 Finland) through fish removal: Whole-lake vs mesocosm experiences. *Boreal Environment
22 Research*, 5, 39–52.
- 23 Saue, T. (2011). Simulated potato crop yield as an indicator of climate variability in Estonia.
24 *Dissertationes Geographicae Universitatis Tartuensis*, 44. 179 lk.
- 25 Saue, T., Kadaja, J. (2011). Possible effects of climate change on potato crops in Estonia.
26 *Boreal Environment Research*, 16, 203–217.
- 27 Saxe, H., Cannell, M.G.R., Johnsen, Ø., Ryan, M.G., Vourlitis, G. (2001). Tree and forest
28 functioning in response to global warming. *New Phytologist*, 149, 369–400.
- 29 Scaven, V. L., Rafferty, N. E. (2013). Physiological effects of climate warming on flowering
30 plants and insect pollinators and potential consequences for their interactions. *Current
31 Zoology*, 59(3), 418–426.
- 32 Scheffer, M., Barret, S., Carpenter, S.R., Folke, C., Green, A.J., Holmgren, M., Hughes,
33 T.P., Kosten, S., van de Leemput, I.A., Nepstad, D.C., van Nes, E.H., Peeters, E.T.H.M.,
34 Walker, B. (2015). Creating a safe operating space for iconic ecosystems. *Science. Climate
35 conservation*, 347, 1317–1319.
- 36 Scherm, H. (2004). Climate change: can we predict the impacts on plant pathology and pest
37 management?. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 26(3), 267–273.
- 38 Schiewer, U., Schernewski, G. (2004). Self-purification capacity and management of Baltic
39 coastal ecosystems. *Journal of Coastal Conservation*, 10, 25–32.
- 40 Schmidt, O. 2006. *Wood and Tree Fungi: Biology, Damage, Protection, and Use*. Springer-
41 Verlag Berlin Heidelberg, 334 lk.
- 42 Schmitz, O. J., Trussell, G. R., Hawlena, D. (2010). Predator control of ecosystem nutrient
43 dynamics. *Ecology Letters*, 10, 1199–1209.

- 1 Schneider, R. W., Hollier, C. A., Whitam, H. K., Palm, M. E., McKemy, J. M., Hernandez,
2 J. R., Levy, L., DeVries-Paterson, R. (2005). First Report of Soybean Rust Caused by
3 *Phakopsora pachyrhizi* in the Continental United States. *Plant Disease*, 89(7), 774–774.
- 4 Schouten, M. G. C. (Ed.). (2002). Conservation and restoration of raised bogs; geological,
5 hydrological and ecological studies. Department of the Environment and Local
6 Government, Staatsbosbeheer.
- 7 Schulz, S., Matsuyama, H., Conrad, R. (1997). Temperature dependence of methane
8 production from different precursors in a profundal sediment (Lake Constance). *FEMS*
9 *Microbiol. Ecol.*, 22, 207–213.
- 10 Scott, D. (2011). Why sustainable tourism must address climate change. *Journal of*
11 *Sustainable Tourism*, 19, 17–34.
- 12 Scott, D., Hall, C. M., Gössling, S. (2012). *Tourism and climate change: Impacts,*
13 *adaptation & mitigation*. London: Routledge.
- 14 Scott, D., McBoyle, G. Using a ‘tourism climate index’ to examine the implications of
15 climate change for climate as a tourism resource. Adaptation and Impacts Research Group,
16 Environment Canada, at the Faculty of Environmental Studies, University of Waterloo,
17 Waterloo, Ontario, Canada, N2L 3G1,
18 http://www.urbanclimate.net/cctr/ws/papers/06_ScottMcBoyle-TCI.pdf
- 19 Scott, D., McBoyle, G., Schwartztruber, M. (2004). Climate change and the distribution
20 of climatic resources for tourism in North America. *Clim Res*, 27, 105–117.
- 21 Scott, D., Wall, G., McBoyle, G. (2005). The evolution of climate change issue in the
22 tourism sector. In: Hall, C. M., Higham J. (Eds.), *Tourism, recreation and climate change*.
23 London: Channel View Press, pp. 44–60.
- 24 Seebacher, F., White, C. R., Franklin, C. E. (2015). Physiological plasticity increases
25 resilience of ectothermic animals to climate change. *Nature Climate Change*, 5, 61–66.
- 26 Seemen, H., Jäärats, A. (2014). Männikute uuenemisest ja uuendamisest. Rmt-s: Kurm, M.
27 (Koost., Toim.). 2014. Mänd Eestis, 56–106. Tartu, Vali Press OÜ.
- 28 Selin, P. (1995). Affer-use peatlands in Finland. *Peat Industry and Environment*. Ministry
29 of Environment Information Centre, Tallinn.
- 30 Sellin, A., Tullus, A., Niglas, A., Õunapuu, E., Karusion, A., Lõhmus, K. (2013). Humidity-
31 driven changes in growth rate, photosynthetic capacity, hydraulic properties and other
32 functional traits in silver birch (*Betula pendula*). *Ecological Research*, 28, 523–535.
- 33 Sepp, M. (1995). Sookultuuri vanemast ajaloost Eestis. Rmt-s: Juske, A. (Toim.), Turba-
34 tootmine Eestis. Infotrükk, Pärnu, lk 82–86.
- 35 Shepherd, J. G., Pope, J. G., Cusens, R. D. (1984). Variations in fish stocks and hypotheses
36 concerning their links with climate. *Rapports et Procès-Verbaux des Réunions du Conseil*
37 *International pour l'Exploration de la Mer*, 185, 255–267.
- 38 Shuli, N., Luo, Y., Li, D., Cao, S., Xia, J., Li, J., Smith, M. D. (2014). Plant growth and
39 mortality under climatic extremes: an overview. *Environmental and Experimental Botany*,
40 98, 13–19.
- 41 Shuter, B. J., Minns, C.K., Fung, S. R. (2013). Empirical models for forecasting changes in
42 the phenology of ice cover for Canadian lakes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic*
43 *Sciences*, 70, 982–991.

- 1 Silvan, N., Silvan, K., Väisänen, S., Soukka, R., Laine, J. (2012). Excavation-drier method
2 of energy-peat extraction reduces long-term climatic impact. *Boreal Environmental*
3 *Research*, 17, 263–276.
- 4 Simčič, T., Jesenšek, D., Brancelj, A. (2015). Effects of increased temperature on metabolic
5 activity and oxidative stress in the first life stages of marble trout (*Salmo marmoratus*). *Fish*
6 *Physiology and Biochemistry*, 5. <http://dx.doi.org/10.1007/s10695-015-0065-6>
- 7 Sinsabaugh, R., Carreiro, M., Repert, D. (2002). Allocation of extracellular enzymatic
8 activity in relation to litter composition, N deposition, and mass loss. *Biogeochemistry*, 60,
9 1–24.
- 10 Skov, H., Heinänen, S., Žydelis, R., Bellebaum, J., Bzoma, S., Dagys, M., Durinck, J.,
11 Garthe, S., Grishanov, G., Hario, M., Kieckbusch, J. J., Kube, J., Kuresoo, A., Larsson, K.,
12 Luigujoe, L., Meissner, W., Nehls, H. W., Nilsson, L., Petersen, I. K., Roos, M. M., Pihl,
13 S., Sonntag, N., Stock, A., Stipniece A., Wahl J. (2011). *Waterbird Populations and*
14 *Pressures in the Baltic Sea*. Copenhagen: Nordic Council of Ministers, 205.
- 15 Slack, N. G. (2011). *The Ecological Value of Bryophytes as Indicators of Climate Change*.
16 Tuba, Z., Slack, N.G., Stark, L.R. (Toim.), *Bryophyte Ecology and Climate Change* (lk 3–
17 12). Cambridge: Cambridge University Press.
- 18 *Small Giant of Bioenergy*. (2015). [http://www.bioenergyadvice.com/facts/bio-fuel-units-](http://www.bioenergyadvice.com/facts/bio-fuel-units-of-measurement-energy-values-and-conversion-factors/)
19 [of-measurement-energy-values-and-conversion-factors/](http://www.bioenergyadvice.com/facts/bio-fuel-units-of-measurement-energy-values-and-conversion-factors/)
- 20 SMHI. (2015). *Underlag till kontrollstation 2015 för anpassning till ett förändrat klimat*.
21 [http://www.smhi.se/oms/mhi/utredningar-och-remisser/regeringsuppdrag/underlag-till-](http://www.smhi.se/oms/mhi/utredningar-och-remisser/regeringsuppdrag/underlag-till-kontrollstation-2015-for-anpassning-till-ett-forandrat-klimat-1.81253)
22 [kontrollstation-2015-for-anpassning-till-ett-forandrat-klimat-1.81253](http://www.smhi.se/oms/mhi/utredningar-och-remisser/regeringsuppdrag/underlag-till-kontrollstation-2015-for-anpassning-till-ett-forandrat-klimat-1.81253)
- 23 Smith, B., Aasa, A., Ahas, R., Blenckner, T., Callaghan, T.V., de Chazal, J., Humborg, C.,
24 Jönsson, A.M., Kellomäki, S., Kull, A., Lehikoinen, E., Mander, Ü., Nöges, P., Nöges, T.,
25 Rounsevell, M., Sofiev, M., Tryjanowski, P., Wolf, A. (2008). *Climate-related Change in*
26 *Terrestrial and Freshwater Ecosystems*. In: (H.-J. Bolle, M. Menenti, I. Rasool. (Eds.).
27 *Assessment of Climate Change for the Baltic Sea Basin*. Springer, pp. 221–308.
- 28 Smith, K. A., Beckwith, C. P., Chalmers, A. G., Jackson, D. R. (2002). Nitrate leaching
29 following autumn and inter application of animal manures to grassland. *Soil Use and*
30 *Management*, 18, 428–434.
- 31 Solberg, S. (2006). *Mer skogskader ved klimaendring? (Will climate change increase forest*
32 *damage?)*. *Cicerone*, 3, 30–32.
- 33 Soomere, T, Bishop, S. R., Viska, M., Raamet, A. (2015). An abrupt change in winds that
34 may radically affect the coasts and deep sections of the Baltic Sea. *Climate Research*, 62(2),
35 163–171.
- 36 Sorte, C. J. B., Ibáñez, I., Blumenthal, D. M., Molinari, N. A., Miller, L. P., Grosholz, E.
37 D., Diez, J. M., D'Antonio, C. M., Olden, J. D., Jones, S. J., Dukes, J. S. (2013). *Poised to*
38 *prosper? A cross-system comparison of climate change effects on native and non-native*
39 *species performance*. *Ecology Letters*, 16, 261–270.
- 40 Soussana, J.-F., Loiseau, P., Vuichard, N., Ceschia, E., Balesdent, J., Chevallier, T.,
41 Arrouays, D. (2004). Carbon cycling and sequestration opportunities in temperate
42 grasslands. *Soil Use and Management*, 20, 219–230.
- 43 Soussana, J.-F., Lüscher, A. (2007). *Temperate grasslands and global atmospheric change:*
44 *a review*. *Grass and Forage Science*, 62, 127–134.

- 1 Statistikaamet. (2011). KK501: MAAVARADE KAEVANDAMINE. [http://pub.stat.ee/px-](http://pub.stat.ee/px-web.2001/Dialog/varval.asp?ma=KK501&ti=MAAVARADE+KAEVANDAMINE+MAAKONNA+J%C4RGI+%281992%2D2010%29&path=../Database/Keskkond/06Loodusv)
2 [web.2001/Dialog/varval.asp?ma=KK501&ti=MAAVARADE+KAEVANDAMINE+MA](http://pub.stat.ee/px-web.2001/Dialog/varval.asp?ma=KK501&ti=MAAVARADE+KAEVANDAMINE+MAAKONNA+J%C4RGI+%281992%2D2010%29&path=../Database/Keskkond/06Loodusv)
3 [AKONNA+J%C4RGI+%281992%2D2010%29&path=../Database/Keskkond/06Loodusv](http://pub.stat.ee/px-web.2001/Dialog/varval.asp?ma=KK501&ti=MAAVARADE+KAEVANDAMINE+MAAKONNA+J%C4RGI+%281992%2D2010%29&path=../Database/Keskkond/06Loodusv)
4 [arad_ja_nende_kasutamine/06Maavara_kasutus/&lang=2](http://pub.stat.ee/px-web.2001/Dialog/varval.asp?ma=KK501&ti=MAAVARADE+KAEVANDAMINE+MAAKONNA+J%C4RGI+%281992%2D2010%29&path=../Database/Keskkond/06Loodusv) (21.10.2011).
- 5 Statistikaamet. (2015). KK85: LOODUSVARA KASUTAMINE 2011-2013.
6 [http://pub.stat.ee/px-](http://pub.stat.ee/px-web.2001/Dialog/varval.asp?ma=KK85&ti=LOODUSVARA+KASUTAMINE&path=../Database/Keskkond/08Surve_keskkonnaseisundile/14Uldandmed/&lang=2)
7 [web.2001/Dialog/varval.asp?ma=KK85&ti=LOODUSVARA+KASUTAMINE&path=../](http://pub.stat.ee/px-web.2001/Dialog/varval.asp?ma=KK85&ti=LOODUSVARA+KASUTAMINE&path=../Database/Keskkond/08Surve_keskkonnaseisundile/14Uldandmed/&lang=2)
8 [Database/Keskkond/08Surve_keskkonnaseisundile/14Uldandmed/&lang=2](http://pub.stat.ee/px-web.2001/Dialog/varval.asp?ma=KK85&ti=LOODUSVARA+KASUTAMINE&path=../Database/Keskkond/08Surve_keskkonnaseisundile/14Uldandmed/&lang=2) (15.12.2014)
- 9 Statistikaamet. (2015). Statistikaamet. <http://www.stat.ee> (4.02.2015).
- 10 Statistikaameti andmebaasid. (2015) www.stat.ee
- 11 Statistiline metsainventeerimine. (2015). Keskkonnaagentuur.
- 12 Strandberg, M. (2014). Turbakasutuse ökoloogiliselt tasakaalustatud viisidest: I osa
13 Turbakasutuse hetkeseis Eestis ja võimalikud muudatused selles. Tallinn.
- 14 Strandmark, A., Bring, A., Cousins, S. A. O., Destouni, G., Kautsky, H., Kolb, G., del Torre-
15 Castro, M., Hambäck, P. A. (2015). Climate change effects on the Baltic Sea borderland
16 between land and sea. *AMBIO* (Suppl. 1). doi:10.1007/s13280-014-0586-8.
- 17 Strayer, D. L., Eviner, V. T., Jeschke, J. M., Pace, M. L. (2006). Understanding the long-
18 term effects of species invasions. *Trends in Ecology and Evolution*, 21, 645–651.
- 19 Stubbe, C., Passarge, H. (1979). *Rehwild*. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag. Berlin.
- 20 Sturrock, R. N., Frankel, S. J., Brown, A. V., Hennon, P. E., Kliejunas, J. T., Lewis, K. J.,
21 Worrall, J. J., Woods, A. J. (2011). Climate change and forest diseases. *Plant Pathology*,
22 60, 133–149.
- 23 Succow, M., Jeschke, L. (1986). *Moore in der Landschaft: Entstehung, Haushalt, Lebewelt,*
24 *Verbreitung Nutzung und Erhaltung der Moore*. Urania-Verlag Leipzig, Jena, Berlin. 268
25 S.
- 26 Sundqvist, L., Härkönen, T., Svensson, C., Harding, K. (2012). Linking climate trends to
27 population dynamics in the baltic ringed seal: impact of historical and future inter-
28 temperatures. *Ambio*, 41(8), 865–872.
- 29 Sustainable Development Strategy of Latvia until 2030. (2010). Saeima of the Republic of
30 Latvia.
- 31 Sutherland, W. J. (2006). Predicting the ecological consequences of environmental change:
32 a review of the methods. *Journal of Applied Ecology*, 43, 599–616.
- 33 Suursaar, Ü., Aps, R. (2007). Spatio-temporal variations in hydro-physical and -chemical
34 parameters during a major upwelling event off the southern coast of the Gulf of Finland in
35 summer 2006. *Oceanologia*, 49(2), 209–228.
- 36 Säästva arengu seadus. (1995). RT I 1995, 31, 384. <https://www.riigiteataja.ee/akt/874359>
- 37 Süda, I. (2011). *Mardikaurimisest viimastel aastakümnetel*. Kull, T. Liira, J. Sammul, M.
38 (toim), *Harudused Eesti looduses*. Eesti Loodusuurijate Seltsi Aastaraamat, 86, 225–229.
39 Tartu: Eesti Loodusuurijate Selts.
- 40 Švilponis, E., Rautapää, J., Koidumaa, R. (2010). Comparative ad hoc analysis of
41 phytosanitary efficiency in EU. *Agronomy Research*, 373–378.

- 1 Zeebe1, R. E., Zachos, J. C., Caldeira, K., Tyrrell, T. (2008). Carbon Emissions and
2 Acidification. *Science*, 321, 51, DOI: 10.1126/science.1159124.
- 3 Zettler, M. L., Schiedek, D., Boberz, B. (2007). Benthic biodiversity indices versus salinity
4 gradient in the southern Baltic Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 55, 258–270.
- 5 Zhou, X., Harrington, R., Woiwod, I. P., Perry, J. N., Bale, J. S., Clark, S. (1995). Effects
6 of temperature on aphid phenology. *Global Change Biology*, 1(4), 303–313.
- 7 Zubizarreta-Gerendiain, A., Pukkala, T., Kellomäki, S., Garcia-Gonzalo, J., Ikonen, V-P.,
8 Peltola, H. (2015). Effects of climate change on optimised stand management in the boreal
9 forests of central Finland. *European Journal of Forest Research*, 134, 273–280.
- 10 Taimede paljundamise ja sordikaitse seadus. (2005). RT I 2005, 70, 540.
11 <https://www.riigiteataja.ee/akt/TPSKS> (20.03.2015).
- 12 Talhelm, A. F., Pregitzer, K. S., Kubiske, M. E., Zak, D. R., Company, C. E., Burton, A. J,
13 Dickson, R. E., Hendrey, G. R., Isebrands, J. G., Lewin, K. F., Nagy, J., Karnosky, D. F.
14 (2014). Elevated carbon dioxide and ozone alter productivity and ecosystem carbon content
15 in northern temperate forests. *Global Change Biology*, 20, 8, 2492–2504.
- 16 Tallinna Loomaead. (2012) Tallinna Loomaia 2011. aasta tegevusaruanne. Tallinn, 33 lk.
17 Tallinna Vesi. (2015) <http://www.tallinnavesi.ee/>
- 18 Talvi, T. (2001). Pool-looduslikud kooslused. Ökoloogiliste Tehnoloogiate Keskus, Tartu
- 19 Tamm, T., Nõges, T., Järvet, A. Bouraoui, F. (2008). Contribution of DOC from surface
20 and groundflow into Lake Võrtsjärv (Estonia). *Hydrobiologia*, 599, 213–220.
- 21 Tammets, T. (2012). Eesti ilma riskid. Tallinn: Eesti Meteoroloogia ja Hüdroloogia
22 Instituut.
- 23 Tammiksaar, E. (2014). Uusi fakte kalapüügi korralduse ajaloost Peipsil. *Eesti Loodus*, 5,
24 30–35.
- 25 Tarand, A., Jaagus, J., Kallis, A. (2013). Eesti kliima minevikus ja tänapäeval. Tartu
26 Ülikooli kirjastus. 631 lk.
- 27 TEEB. (2015). The Economics of Ecosystems and Biodiversity. www.teebweb.org
- 28 Tehnilise Järevalve Amet. (2015). Turba kaevandamine. [http://www.tja.ee/turba-
29 kaevandamine/](http://www.tja.ee/turba-kaevandamine/) (16.02.2015).
- 30 Teyssonneyre, F., Picon-Cochard, C., Falcimagne, R., Soussana, J-F. (2002). Effects of
31 elevated CO₂ and cutting frequency on plant community structure in a temperate grassland.
32 *Global Change Biology*, 8, 1034–1046.
- 33 The 7th Environment Action Programme (EAP). (2013) [http://eur-lex.europa.eu/legal-
34 content/EN/TXT/?uri=CELEX:32013D1386](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32013D1386)
- 35 The Development of the Swedish Climate Strategy. (2008). A summary of the data
36 produced by The Swedish Energy Agency and The Swedish Environmental Protection
37 Agency ahead of Checkpoint 2008.
- 38 Thomas, C. D., Cameron, A., Green, R. E., Bakkenes, M., Beaumont, L. J., Collingham, Y.
39 C., Erasmus, B. F. N., de Siqueira, M. F., Grainger, A., Hannah, L., Hughes, L., Huntley,
40 B., van Jaarsveld, A. S., Midgley, G. F., Miles, L., Ortega-Huerta, M. A., Peterson, A. T.,
41 Phillips, O. L., Williams, S. E. (2004). Extinction risk from climate change. *Nature*, 427,
42 145–148.

- 1 Thomsen, M. S., Olden, J. D., Wernberg, T., Griffin, J. N., Silliman, B. R. (2011). A broad
2 framework to organize and compare ecological invasion impacts. *Environmental Research*,
3 111, 899–908.
- 4 Thomson, L. J., Macfadyen, S., Hoffmann, A. A. (2010). Predicting the effects of climate
5 change on natural enemies of agricultural pests. *Biological Control*, 52, 296–306.
- 6 Thuiller, W., Lavorel, S., Araújo, M. B., Sykes, M. T., Prentice, I. C. (2005). Climate
7 change threats to plant diversity in Europe. *Proceedings of the National Academy of
8 Sciences of the United States of America* 102(23), 8245–8250.
- 9 Timberg T., 2006. Metsakuivendusvõrke ja -teid ei või lasta laguneda. *Eesti Mets*, 1.
- 10 Timm, H., Käiro, K., Möls, T., Virro, T. (2011). An index to assess hydromorphological
11 quality of Estonian surface waters based on macroinvertebrate taxonomic composition.
12 *Limnologia*, 41, 398–410.
- 13 Timm, U. (2011). Enamik ohustatud liike on seotud metsaga. *Eesti Mets*, 1, 16–22.
- 14 Timm, U., Kiristaja, P. (2002). The Siberian Flying Squirrel (*Pteromys volans* L.) in
15 Estonia. *Acta Zoologica Lituanica*, 12, 433–436.
- 16 Toetuse andmise tingimused meetmes „Kaitsealuste liikide ja elupaikade säilitamine ning
17 taastamine” avatud taotlemise korral. (2015). RT I, 06.01.2015, 2.
18 <https://www.riigiteataja.ee/akt/106012015002> (23.03.2015).
- 19 Tomberg, U. (1992). Turba vajumine soode kuivendamisel. AS Rebellis, Saku.
- 20 Tomczak, M. T., Heymans, J. J., Yletyinen, J. (2013). Ecological Network Indicators of
21 Ecosystem Status and Change in the Baltic Sea. *PLOS ONE* , 8(10), Article Number:
22 e75439.
- 23 Torv. (2013). Peat 2013. Production, use, environmental impact. Statistics Sweden. MI 25
24 SM 1401.
- 25 Tranvik, L.J. et al. (2009). Lakes and reservoirs as regulators of carbon cycling and climate.
26 *Limnol. Oceanogr.*, 54, 2298–2314.
- 27 Triisberg, T., Karofeld, E., Paal, J. (2013). Factors affecting the re-vegetation of abandoned
28 extracted peatlands in Estonia: a synthesis from field and greenhouse studies. *Estonian
29 Journal of Ecology*, 2013, 62, 3, 192–211.
- 30 Tzoulas, K., Greening, K. (2011). Urban ecology and human health. In: Niemelä, J. (Ed.)
31 *Urban Ecology. Patterns, Processes, and Applications*. Oxford University Press, pp. 263–
32 271.
- 33 Tullus, A., Kupper, P., Sellin, A., Parts, L., Söber, J., Tullus, T., Lõhmus, K., Söber, A.,
34 Tullus, H. (2012). Climate Change at Northern Latitudes: Rising Atmospheric Humidity
35 Decreases Transpiration, N-uptake and Growth Rate of Hybrid Aspen. *PLoS ONE*, 7(8),
36 e42648.
- 37 Tullus, A., Sellin, A., Kupper, P., Lutter, R., Pärn, L., Jasińska, A.K., Alber, M., Kukk, M.,
38 Tullus, T., Tullus, H., Lõhmus, K., Söber, A. (2014). Increasing air humidity – a climate
39 trend predicted for northern latitudes – alters the chemical composition of stemwood in
40 silver birch and hybrid aspen. *Silva Fennica*, 48(4), 1–16.
- 41 Tullus, H. (2011). Metsamajandus ja süsiniku sidumine. *Eesti Mets*, 4.
42 http://www.loodusajakiri.ee/eesti_mets/artikkel1212_1200.html (05.01.2015).

- 1 Turunen, J., Tomppo, E., Tolonen, K., Reinikainen, A. (2002). Estimating carbon
2 accumulation rates of undrained mires in Finland – application to boreal and subarctic
3 regions. *Holocene*, 12, 69–80.
- 4 Turveteollisuusliitto. (2012). Kesän turvetuotanto 23 miljoonaa kuutiometriä.
5 <http://www.turveteollisuusliitto.fi/index.php?id=326> (26.1.2015)
- 6 Tuubel, E. (2013). Maisi kasvatustehnoloogia ja soovitused.
7 [http://www.balticagro.ee/multimedia/04_elo-andres-](http://www.balticagro.ee/multimedia/04_elo-andres-matis_maisi_tehnoloogia_20022013w1.pdf)
8 [matis_maisi_tehnoloogia_20022013w1.pdf](http://www.balticagro.ee/multimedia/04_elo-andres-matis_maisi_tehnoloogia_20022013w1.pdf) (17.02.2015)
- 9 Tuvikene, L., Nõges, P., Zingel, P., Agasild, H., Tammert, H., Kangur, K., Timm, H.,
10 Feldmann, T., Lill, E. (2010). Võrtsjärve hüdrobioloogiline seire. 2009. a. aruanne. Eesti
11 Riikliku Keskkonnaseire alamprogramm siseveekogude seire.
12 [http://seire.keskkonnainfo.ee/index.php?option=com_content&view=article&id=1870:200](http://seire.keskkonnainfo.ee/index.php?option=com_content&view=article&id=1870:2009-a&catid=1026:siseveekogude-seire-2009&Itemid=3847)
13 [9-a&catid=1026:siseveekogude-seire-2009&Itemid=3847](http://seire.keskkonnainfo.ee/index.php?option=com_content&view=article&id=1870:2009-a&catid=1026:siseveekogude-seire-2009&Itemid=3847) (18.02.2015).
- 14 Tälli, P., Riispere, A. (1996). Kommunaalmuda kasutamisest ilupuude ja -põõsaste
15 kasvatamisel. *Metsanduslikud Uurimused*, 27, 102–111.
- 16 Tälli, P., Riispere, A., Avatare, L. (1996). Kommunaalmuda kasutamisest mullaviljakuse
17 tõstjana. *Rmt-s: Eesti Looduseuurijate Seltsi aastaraamat*, 77, 146–154, Teaduste
18 Akadeemia kirjastus, Tallinn.
- 19 TÜ Eesti Mereinstituut. (2006). Kassari lahe kinnitumata punavetikakoosluse uuringud.
20 Tallinn. TÜ EMI.
- 21 Uiboupin, R., Laanemets, J. (2009). Upwelling characteristics derived from satellite sea
22 surface temperature data in the Gulf of Finland, Baltic Sea. *Boreal Environment Research*,
23 14(2), 297–304.
- 24 Umeå University (2015). The capacity of protected areas in the Barents Region to conserve
25 biodiversity threatened by climate change and the Effects of predicted increases in
26 anthropogenic pressures and land-use changes on future biodiversity in the Barents region
27 (07.04.2015). [http://www.emg.umu.se/english/research/research-projects/the-capacity-of-](http://www.emg.umu.se/english/research/research-projects/the-capacity-of-protected-areas-in-the-barents-region-to-serve-biodiversity-threatened-by-climate-change/)
28 [protected-areas-in-the-barents-region-to-serve-biodiversity-threatened-by-climate-](http://www.emg.umu.se/english/research/research-projects/the-capacity-of-protected-areas-in-the-barents-region-to-serve-biodiversity-threatened-by-climate-change/)
29 [change/](http://www.emg.umu.se/english/research/research-projects/the-capacity-of-protected-areas-in-the-barents-region-to-serve-biodiversity-threatened-by-climate-change/) (19.04.2015).
- 30 Urban, M. C. (2015). Accelerating extinction risk from climate change. *Science*, 348(6234),
31 571–573.
- 32 Uri, V., Varik, M., Aosaar, J., Kanal, A., Kukumägi, M., Lõhmus, K. (2012). Biomass
33 production and carbon sequestration in a fertile silver birch (*Betula pendula* Roth) forest
34 chronosequence. *Forest Ecology & Management*, 267, 117–126.
- 35 Waddington, J. M. Toth, K., Bourbonniere, R. 2008. Dissolved organic carbon export from
36 a cutover and restored peatland. *Hydrological Processes*, 22(13), 2215–2224.
- 37 Waddington, J. M., McNeil, P. (2002). Peat oxidation in an abandoned cutover peatland.
38 *Canadian Journal of Soil Science*, 82, 279–286.
- 39 Waddington, J. M., Rotenberg, P. A., Warren, F. J. (2001). Peat CO₂ production in a natural
40 and cutover peatland: Implica
- 41 Valdaru, E. (2014). Energiapajust ei ole veel rahapuud sirgunud. „Sakala“, 17.01.2014.
- 42 Valdvee, E., Klaus, A. (2013). Ligi kolmandik eesti leibkondadest on aiapidajad. Eesti
43 statistika kvartalikiri. 2/13.

- 1 Valge Raamat. (2009). Kliimamuutustega kohanemine: Euroopa tegevusraamistik. Brüssel.
2 <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2009:0147:FIN:ET:PDF>
3 (21.01.2015).
- 4 Valiela, I., McClelland, J., Hauxwell, J., Behr, P. J., Hersh, D., Foreman, K. (1997).
5 Macroalgal blooms in shallow estuaries: controls and ecophysiological and ecosystem
6 consequences. *Limnology and Oceanography*, 42, 1105–1118.
- 7 Valk, U. (1982). Mineraalväetiste mõju metsakultuuride kasvule kuivendatud soodes.
8 *Metsanduslikud Uurimused*, 17, 35–57.
- 9 Valk, U. (1988). *Eesti Sood*. Valgus, Tallinn.
- 10 Valk, U. (1992). Turbaväljakute metsastamiskatsete tulemustest. *Eesti Mets*, 4/5, 13–16.
- 11 Valkeajärvi, P., Auvinen, H., Riikonen, R. (2010). Vendace stocks 2009-2010. Index of
12 density for vendace, perch, smelt, whitefish and roach almost for 100 Finnish lakes. Riista-
13 ja kalatalous, 23 pp. (In Finnish with English summary).
- 14 Vesiviljeluse arengukava 2014 – 2020. Eesti vesiviljeluse sektori arengustrateegia 2014 –
15 2020. Põllumajandusministeerium, 2013
16 [http://www.agri.ee/sites/default/files/content/arengukavad/vesiviljelus-arengustrateegia-](http://www.agri.ee/sites/default/files/content/arengukavad/vesiviljelus-arengustrateegia-2014-2020.pdf)
17 [2014-2020.pdf](http://www.agri.ee/sites/default/files/content/arengukavad/vesiviljelus-arengustrateegia-2014-2020.pdf)
- 18 Walther, G.-R. 2010. Community and ecosystem responses to recent climate change.
19 *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365, 2019–2024.
- 20 Walther, G.-R., Post, E., Convey, P., Menzel, A., Parmesan, C., Beebee, T.J.C., Fromentin,
21 J.-M., Hoegh-Guldberg, O., Bairlein, F. (2002). Ecological responses to recent climate
22 change. *Nature*, 416, 389–395.
- 23 Walther, G.-R., Roques, A., Hulme, P.E., Sykes, M.T., Pyšek, P., Kühn, I., Zobel, M.,
24 Bacher, S., Botta-Dukát, Z., Bugmann, H., Czúcz, B., Dauber, J., Hickler, T., Jarošík, V.,
25 Kenis, M., Klotz, S., Minchin, D., Moora, M., Nentwig, W., Ott, J., Panov, V.E., Reineking,
26 B., Robinet, C., Semchenko, V., Solarz, W., Thuiller, W., Vilà, M., Vohland, K., Settele,
27 J. (2009). Alien species in a warmer world: risks and opportunities. *Trends in Ecology &*
28 *Evolution*, 24, 686–693.
- 29 Van der Putten, W. H. (2012). Climate change, aboveground-belowground interactions, and
30 species' range shifts. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 43, 365–383.
- 31 Van Vuuren, D. P., Sala, O. E., Pereira, H. M. (2006). The future of vascular plant diversity
32 under four global scenarios. *Ecology and Society*, 11(2).
33 <http://www.ecologyandsociety.org/vol11/iss2/art25/>
- 34 Wang, W. X., Vinocur, B., Altman, A. (2003). Plant responses to drought, salinity and
35 extreme temperatures: towards genetic engineering for stress tolerance. *Planta*, 218, 1–14.
- 36 Wardle, D. A., Bardgett, R. D., Callaway, R. M., Vander Putten, W. H. (2011). Terrestrial
37 ecosystem responses to species gains and losses. *Science*, 332, 1273–1277.
- 38 Warren, M. S., Hill, J. K., Thomas, J. A., Asher, J., Fox, R., Huntley, B., Roy, D. B., Telfer,
39 M. G., Jeffcoate, S., Harding, P., Jeffcoate, G., Willis, S. G., Greatorex-Davies, J. N., Moss,
40 D., Thomas, C. D. (2001). Rapid responses of British butterflies to opposing forces of
41 climate and habitat change. *Nature*, 414, 65–69.
- 42 Watz, J., Bergman, E., Calles, O., Enefalk, Å., Gustafsson, S., Hagelin, A., Nilsson, P.A.,
43 Norrgård, J. R., Nyqvist, D., Österling, E. M., Piccolo, J. J., Schneider, L. D., Greenberg,

- 1 L., Jonsson, B. (2015). Ice cover alters the behavior and stress level of brown trout *Salmo*
2 *trutta*. Behavioral Ecology (2015), 00(00), 1–8. doi:10.1093/beheco/arv019
- 3 Vedin, H. (1990). Frequency of rare weather events during periods of extreme climate.
4 Geografiska Annaler, 72A(2), 151–155.
- 5 Veepoliitika Raamdirektiiv. (2000). Euroopa Parlamendi ja Euroopa Liidu Nõukogu
6 direktiiv 2000/60/EÜ. Keskkonnaministeerium.
7 http://www.envir.ee/sites/default/files/veepoliitika_raamdir32000i0060et.pdf
- 8 Veeseadus, (1994). RT I 1994, 40, 655. <https://www.riigiteataja.ee/akt/28669> (18.05.2015)
- 9 Vellak, K., Vellak, A., Ingerpuu, N. (2007). Reasons for moss rarity: Study in three
10 neighbouring countries. Biological Conservation, 135(3), 360–368.
- 11 Verliin, A., Saks, L., Svirgsden, R., Vetemaa, M., Rohtla, M., Taal, I., Saat, T. (2013).
12 Whitefish (*Coregonus lavaretus* (L.)) landings in the Baltic Sea during the past 100 years:
13 combining official datasets and grey literature. Advances in Limnology, 64, 133–152.
- 14 Wernberg, T., Smale, D. A., Tuya, F., Thomsen, M. S., Langlois, T. J., de Bettignies, T.,
15 Bennett, S., Rousseaux, C. S. (2013). An extreme climatic event alters marine ecosystem
16 structure in a global biodiversity hotspot, Nature Climate Change, 3, 78–82.
- 17 Vetemaa, M., Eschbaum, R., Albert, A., Saat, T. (2005) Distribution, sex ratio and growth
18 of *Carassius gibelio* (Bloch) in coastal and inland waters of Estonia (north-eastern Baltic
19 Sea). Journal of Applied Ichthyology, 21, 287–291.
- 20 Vetemaa, M., Eschbaum, R., Albert, A., Saat, T. (2005). Distribution, sex ratio and growth
21 of *Carassius gibelio* (Bloch) in coastal and inland waters of Estonia (north-eastern Baltic
22 Sea). Journal of Applied Ichthyology, 21, 287–291.
- 23 Vetemaa, M., Eschbaum, R., Saat, T. (2006). The transition from the Soviet system to a
24 market economy as a cause of instability in the Estonian coastal fisheries sector. Marine
25 Policy, 30, 635–640.
- 26 Wheeler, B. D., Shaw, S. C. (1995). Restoration of Damaged Peatlands. HMSO, London.
- 27 Wheeler, B., Shaw, S., Fojt, W., Robertson, R. (Eds.). (1995). Restoration of temperate
28 wetlands. John Wiley and Sons, Chichester, United Kingdom.
- 29 WHO Euroopa Regionaalbüroo (2014). <http://www.euro.who.int>
- 30 Viitasalo, M., Vuorinen, I., Saesmaa, S. (1995). Mesozooplankton dynamics in the northern
31 Baltic Sea: implications of variations in hydrography and climate. J Plank Res, 17, 1857–
32 1878.
- 33 Vilbaste, H., Vilbaste, J., Ader, K. (1995). Jõhvikas – põhjamaaine viinamari. Ortwil,
34 Tallinn.
- 35 Williams, S. E., Shoo, L. P., Isaac, J. L., Hoffmann, A. A., Langham, G. (2008). Towards
36 an integrated framework for assessing the vulnerability of species to climate change. PLoS
37 Biology, 6(12), e325.
- 38 Willmer, P. (2012). Ecology: pollinator–plant synchrony tested by climate change. Current
39 Biology, 22(4), 131–132.
- 40 Wilson, H. M., Al-Kaisi, M. M. (2008). Crop rotation and nitrogen fertilization effect on
41 soil CO₂ emissions in central Iowa. Applied Soil Ecology, 39, 264–270.

- 1 Wilson, J. B., Peet, R. K., Dengler, J., Pärtel, M. (2012). Plant species richness: the world
2 records, *Journal of Vegetation Science*, 23, 796–802.
- 3 Violle, C., Enquist, B. J., McGill, B. J., Jiang, L., Albert, C. H., Hulshof, C., Jung, V.
4 Messier, J. (2012). The return of the variance: intraspecific variability in community
5 ecology. *Trends in Ecology & Evolution*, 27(4), 244–252.
- 6 Virkkala, R., Luoto, M., Heikkinen, R.K., Leikola, N. (2005). Distribution patterns of boreal
7 marshland birds: Modelling the relationships to land cover and climate. *Journal of*
8 *Biogeography*, 32(11), 1957–1970.
- 9 Virkkala, R., Pöyry, J., Heikkinen, R. K., Lehikoinen, A., Valkama, J. (2014). Protected
10 areas alleviate climate change effects on northern bird species of conservation concern.
11 *Ecology and Evolution*, 4(15), 2991–3003.
- 12 Viru raba loodusliku veerežiimi taastamine. Keskkonnainvesteeringute keskuse rahastatud
13 projekt.
- 14 Viru, B. (2014). Pikaajalised muutused vegetatsiooniperioodi algus- ja lõpukuupäevades
15 ning kestuses Eestis perioodil 1951–2012. Bakalaureusetöö loodusgeograafias. TÜ Loodus-
16 ja tehnoloogiateaduskond, Ökoloogia ja maateaduste instituut, Geograafia osakond. 35 lk.
- 17 Witzell, J., Berglund, M., Rönnerberg, J. (2011). Does temperature regime govern the
18 establishment of *Heterobasidion annosum* in Scandinavia? *Int J Biometeorol*, 55, 275–284.
- 19 Vogt, H., Schramm, W. (1991). Conspicuous decline of *Fucus* in Kiel Bay (Western Baltic):
20 what are the causes? *Marine Ecology Progress Series*, 69, 189–194.
- 21 Woiwod, I. P., Harrington, R. (1994). Flying in the face of change: the Rothamsted Insect
22 Survey. *Long-Term Experiments in Agricultural and Ecological Sciences*. (Eds.) Leigh, R.
23 A., Johnston, A. E.). CAB International, London, UK. pp. 321–337.
- 24 Wolkovich, E. M., Cook, B. I., Allen, J. M., Crimmins, T. M., Betancourt, J. L., Travers, S.
25 E., Cleland, E. E. (2012). Warming experiments underpredict plant phenological responses
26 to climate change. *Nature*, 485(7399), 494–497.
- 27 Woods, A., Coates, K. D., Hamann, A. (2005). Is an unprecedented *Dothistroma* needle
28 blight epidemic related to climate change? *BioScience*, 55, 761–769.
- 29 Woodward, G. D., Perkins, M., Brown, L. (2010). Climate change in freshwater
30 ecosystems: impacts across multiple level of organisation. *Phil. Trans. R. Soc. B.*, 365,
31 2093–2106.
- 32 Voolma, K. (2008). Kliimamuutuste ja inimtegevuse mõju metsakahjustustele. *Luuu*
33 *Metsanduskool*. Artiklid ja uurimused, VII, 41–48.
- 34 Voolma, K. 2005. Üraskirüüste võib võtta rohkem metsa kui torm. *Eesti Mets*, 2, 26–31.
- 35 Worm, B., Lotze, H. K., Sommer, U. (2000). Coastal food web structure, carbon storage,
36 and nitrogen retention regulated by consumer pressure and nutrient loading. *Limnology*
37 *Oceanography*, 45, 339–349.
- 38 Voss, R., Köster F.W., Dickmann M. (2003). Comparing the feeding habits of co-occurring
39 sprat (*Sprattus sprattus*) and cod (*Gadus morhua*) larvae in the Bornholm Basin, Baltic Sea.
40 *Fisheries Research*, 63, 97–111.
- 41 Wu, Z., Dijkstra, P., Koch, G. W., Peñuelas, J., Hungate, B. A. (2011). Responses of
42 terrestrial ecosystems to temperature and precipitation change: a meta-analysis of
43 experimental manipulation. *Global Change Biology*, 17, 927–942.

- 1 Vucetich, J. A., Reed, D. D., Breymeyer, A., Degórski, M., Mroz, G. D., Solon, J., Roo-
2 Zielinska, E., Noble, R. (2000). Carbon pools and ecosystem properties along a latitudinal
3 gradient in northern Scots pine (*Pinus sylvestris*) forests. *Forest Ecology & Management*,
4 136(1-3), 135–145.
- 5 WWF Climate Change Programme. (2003). No Place to Hide: Effects of Climate Change
6 on Protected Areas. assets.panda.org/downloads/wwfparksbro.pdf (18.02.2015).
- 7 Värnik, R. (2011). Energiakultuuride (päideroo) kasvatamise ja kasutamise majanduslik
8 hinnang Eestis. Eesti Maaülikool, Majandus- ja sotsiaalinstituut.
- 9 Õunap, E. 2011. Eestile uutest liblikatest viimastel kümnenditel. Kull, T. Liira, J. Sammul,
10 M. (toim), *Harudused Eesti looduses*. Eesti Loodusuurijate Seltsi Aastaraamat, 86, 230–
11 235. Tartu: Eesti Loodusuurijate Selts.
- 12 Õunap, H. (2002). Tormikahjustuste järel on oodata ürasekirüüsteid. *Eesti Mets*, 1, 20–21.
- 13 Õunap, H. (2013). Ohtlikud invasiivsed metsakahjurid. *Eesti Mets*, 4, 7–13.
- 14 Äriregister. <https://ariregister.rik.ee/>
- 15 Üldgeoloogilise uurimistöoga, geoloogilise uuringuga ja kaevandamisega rikutud maa
16 korrastamise kord. (2005). *RTL 2005*, 60, 865. <https://www.riigiteataja.ee/akt/13132958>
17 (22. aprill 2015).
- 18 Üleujutusedirektiiv. (2007). Euroopa Parlamendi ja Euroopa Liidu Nõukogu direktiiv
19 2007/60/EÜ. Keskkonnaministeerium.
20 <http://www.envir.ee/sites/default/files/yleujutusedirektiiv.pdf>
- 21 Ylhäisi, J. S., Tietäväinen, H., Peltonen-Sainio, P., Venäläinen, A., Eklund, J., Räisänen, J.,
22 Jylhä, K. (2010). Growing season precipitation in Finland under recent and projected
23 climate. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 10, 1563–1574.
- 24
- 25 I ja II kaitsekategooriana kaitse alla võetavate liikide loetelu. (2004). *RT I 2004*, 44, 313.
26 <https://www.riigiteataja.ee/akt/118062014020> (26.01.2015).
- 27 III kaitsekategooria liikide kaitse alla võtmine. (2004). *RTL 2004*, 69, 1134.
28 <https://www.riigiteataja.ee/akt/104072014022> (26.01.2015).
- 29 Дунин, В.Ф., Мальчевская, Е.Х. (1975). Динамика химического состава древесно-
30 веточных кормов в лесах Березинского заповедника. *Березинский Заповедник*, 4, 157–
31 169.
- 32 Паавер, К.Л. (1965). Формирование териофауны и изменчивость млекопитающих
33 Прибалтики в голоцене. Тарту.
- 34 Рандвезер, Т.Э. (1989). Экологические особенности и хозяйственное использование
35 популяции косули (*Capreolus capreolus*) в Эстонии. Диссертация на соискание ученой
36 степени кандидата биологических наук. Москва.
- 37 Смирнов, К.А. (1987). Роль лося в биоценозах южной тайги. Москва: Наука.
- 38
- 39

Lisa 1. Kliimarisikide mõju mereökosüsteemi teenustele

Alamvaldkond	Stse-naarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Looduslike merekalade ja mereandide saak	RCP 4.5	2021-2050	Aastakeskmine temperatuuritõus +1 C	5.11.meri	Saak võib langeda võõrliikide suurema leviku tõttu, eutrofeerumise ja veeõitsengute ulatuse suurenemise tõttu ja veetemperatuuri muutumise tõttu osadele kalaliikidele ebasobivaks	-	väike	väike	kesk mine	otsene	Eesti
Looduslike merekalade ja mereandide saak	RCP 8.5	2021-2050	Aastakeskmine temperatuuritõus +1,8C	5.11.meri	Saak võib langeda võõrliikide suurema leviku tõttu, eutrofeerumise ja veeõitsengute ulatuse suurenemise tõttu ja veetemperatuuri muutumise tõttu osadele kalaliikidele ebasobivaks	-	kesk mine	kesk mine	kesk mine	otsene	Eesti
Looduslike merekalade ja mereandide saak	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmine temperatuuritõus +2,6 C	5.11.meri	Saak võib langeda võõrliikide suurema leviku tõttu, eutrofeerumise ja veeõitsengute ulatuse suurenemise tõttu ja veetemperatuuri muutumise tõttu osadele kalaliikidele ebasobivaks	-	kesk mine	kesk mine	suur	otsene	Eesti
Looduslike merekalade ja mereandide saak	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmine temperatuuritõus +4,3C	5.11.meri	Saak võib langeda võõrliikide suurema leviku tõttu, eutrofeerumise ja veeõitsengute ulatuse suurenemise tõttu ja veetemperatuuri muutumise tõttu osadele kalaliikidele ebasobivaks	-	suur	suur	suur	otsene	Eesti
Looduslike merekalade ja mereandide saak	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmine sademetehulga kasv +19%	5.11.meri	Võib mõjutada kalasaake eutrofeerumise ja soolsuse vähenemise kaudu	-	kesk mine	kesk mine	kesk mine	otsene	Eesti
Looduslike merekalade ja mereandide saak	RCP 4.5	2021-2050	Merejää teke talvel Soome lahe rannikualadel, Väinameres ja Liivi lahes, kuid jää paksus 2-3x kahanenud	5.11.meri	Saak võib väheneda eutrofeerumise ja veeõitsengu mõjude tõttu	-	kesk mine	kesk mine	kesk mine	kaudne	Eesti
Looduslike merekalade ja mereandide saak	RCP 8.5	2021-2050	Merejää teke talvel Soome lahe rannikualadel, Väinameres ja Liivi lahes, kuid jää paksus 2-3x kahanenud	5.11.meri	Saak võib väheneda eutrofeerumise ja veeõitsengu mõjude tõttu	-	kesk mine	kesk mine	kesk mine	kaudne	Eesti
Looduslike merekalade ja mereandide saak	RCP 4.5	2051-2100	Merejää teke talvel vaid Soome lahe rannikualadel	5.11.meri	Saak võib väheneda eutrofeerumise ja veeõitsengu mõjude tõttu	-	suur	suur	kesk mine	kaudne	Eesti
Looduslike merekalade ja mereandide saak	RCP 8.5	2051-2100	Merejää teke talvel vaid Soome lahe kirdeosas (meie rannikumeres puudub?)	5.11.meri	Saak võib väheneda eutrofeerumise ja veeõitsengu mõjude tõttu	-	suur	suur	kesk mine	kaudne	Eesti

Alamvaldkond	Stse-naarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Looduslike merekalade ja mereandide saak	RCP 4.5	2021-2050	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.18.meri	Mõju saagile läbi põhjaelustiku muutumise ja veeõitsengu sagenemise	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Looduslike merekalade ja mereandide saak	RCP 4.5	2051-2100	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.18.meri	Mõju saagile läbi põhjaelustiku muutumise ja veeõitsengu sagenemise	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Looduslike merekalade ja mereandide saak	RCP 8.5	2021-2050	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.18.meri	Mõju saagile läbi põhjaelustiku muutumise ja veeõitsengu sagenemise	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Looduslike merekalade ja mereandide saak	RCP 8.5	2051-2100	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.18.meri	Mõju saagile läbi põhjaelustiku muutumise ja veeõitsengu sagenemise	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Looduslike merekalade ja mereandide saak	RCP 8.5	2021-2050	Merevee aastakeskmise temperatuuri tõus +1,0 C	5.18.meri	Mõju saagile läbi võõrliikide leviku ja konkurentsi, intensiivsemate ja sagedasemate veeõitsengute kaudu	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Looduslike merekalade ja mereandide saak	RCP 4.5	2051-2100	Merevee aastakeskmise temperatuuri tõus +1,6 C	5.18.meri	Mõju saagile läbi võõrliikide leviku ja konkurentsi, intensiivsemate ja sagedasemate veeõitsengute kaudu	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Looduslike merekalade ja mereandide saak	RCP 8.5	2051-2100	Merevee aastakeskmise temperatuuri tõus +2,4 C	5.18.meri	Mõju saagile läbi võõrliikide leviku ja konkurentsi, intensiivsemate ja sagedasemate veeõitsengute kaudu	-	suur	suur	suur	otsene	Eesti
Looduslike merekalade ja mereandide saak	RCP 4.5	2021-2050	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.11.meri	Võib halvendada siseveekogudes kudevate mere- ja rannikualade kudemistingimusi	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Looduslike merekalade ja mereandide saak	RCP 4.5	2051-2100	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.11.meri	Võib halvendada siseveekogudes kudevate mere- ja rannikualade kudemistingimusi	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Looduslike merekalade ja mereandide saak	RCP 8.5	2021-2050	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.11.meri	Võib halvendada siseveekogudes kudevate mere- ja rannikualade kudemistingimusi	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Looduslike merekalade ja mereandide saak	RCP 8.5	2051-2100	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.11.meri	Võib halvendada siseveekogudes kudevate mere- ja rannikualade kudemistingimusi	-	suur	suur	keskmine	otsene	Eesti
Looduslike merekalade ja mereandide saak	RCP 4.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.11.meri	Merekalade seisund võib halveneda ja saak väheneda	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Looduslike merekalade ja mereandide saak	RCP 4.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.11.meri	Merekalade seisund võib halveneda ja saak väheneda	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Looduslike merekalade ja mereandide saak	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.11.meri	Võib mõjutada kalasaake äärmuslike temperatuuride ja veeõitsengute kaudu	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Looduslike merekalade ja mereandide saak	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.11.meri	Võib mõjutada kalasaake äärmuslike temperatuuride ja veeõitsengute kaudu	-	suur	suur	keskmine	otsene	Eesti
Looduslike merekalade ja mereandide saak	RCP 8.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.11.meri	Merekalade seisund võib halveneda ja saak väheneda	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Looduslike merekalade ja mereandide saak	RCP 8.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.11.meri	Merekalade seisund võib halveneda ja saak väheneda	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Looduslike merekalade ja mereandide saak	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.11.meri	Võib mõjutada kalasaake äärmuslike temperatuuride ja veeõitsengute kaudu	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stse-naarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Looduslike merekalade ja mereandide saak	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.11.meri	Võib mõjutada kalasaake äärmuslike temperatuuride ja veeõitsengute kaudu	-	suur	suur	keskmine	otsene	Eesti
Setted tööstusele ja meditsiinile - ravimuda	RCP 8.5	2021-2050	Aastakeskmise temperatuuritõus +1,8C	5.02.meri	Eutrofeerumine soodustab muda teket	+	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Setted tööstusele ja meditsiinile - ravimuda	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +2,6 C	5.02.meri	Eutrofeerumine soodustab muda teket	+	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Setted tööstusele ja meditsiinile - ravimuda	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +4,3C	5.02.meri	Eutrofeerumine soodustab muda teket	+	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Setted tööstusele ja meditsiinile - ravimuda	RCP 4.5	2051-2100	Merevee aastakeskmise temperatuuri tõus +1,6 C	5.02.meri	Eutrofeerumine soodustab muda teket	+	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Setted tööstusele ja meditsiinile - ravimuda	RCP 8.5	2051-2100	Merevee aastakeskmise temperatuuri tõus +2,4 C	5.02.meri	Eutrofeerumine soodustab muda teket	+	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2021-2050	Aastakeskmise temperatuuritõus +1 C	5.15.meri	Kasvuhoonegaaside emissioon suureneb	0	keskmine	keskmine	suur	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2021-2050	Aastakeskmise temperatuuritõus +1,8C	5.15.meri	Kasvuhoonegaaside emissioon suureneb	0	keskmine	keskmine	suur	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +2,6 C	5.15.meri	Läänemerre saabub jõgede kaudu rohkem süsinikku, kasvuhoonegaaside emissioon suureneb	0	väike	väike	suur	kaudne	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +4,3C	5.15.meri	Läänemerre saabub jõgede kaudu rohkem süsinikku, kasvuhoonegaaside emissioon suureneb	0	väike	väike	suur	kaudne	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2021-2050	Aastakeskmise sademetehulga kasv +6 %	5.15.meri	Läänemerre saabub jõgede kaudu rohkem süsinikku	0	väike	väike	suur	kaudne	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2021-2050	Aastakeskmise sademetehulga kasv +8%	5.15.meri	Läänemerre saabub jõgede kaudu rohkem süsinikku	0	väike	väike	suur	kaudne	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise sademetehulga kasv +14%	5.15.meri	Läänemerre saabub jõgede kaudu rohkem süsinikku	0	väike	väike	suur	kaudne	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise sademetehulga kasv +19%	5.15.meri	Läänemerre saabub jõgede kaudu rohkem süsinikku	0	väike	väike	suur	kaudne	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2021-2050	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +77%	5.15.meri	Läänemerre saabub jõgede kaudu rohkem süsinikku	0	väike	väike	suur	kaudne	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2021-2050	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +112%	5.15.meri	Läänemerre saabub jõgede kaudu rohkem süsinikku	0	väike	väike	suur	kaudne	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +188%	5.15.meri	Läänemerre saabub jõgede kaudu rohkem süsinikku	0	väike	väike	suur	kaudne	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +272%	5.15.meri	Läänemerre saabub jõgede kaudu rohkem süsinikku	0	väike	väike	suur	kaudne	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2051-2100	Lumikattega päevade arv 56 päeva	5.15.meri	Läänemerre saabub jõgede kaudu rohkem süsinikku	0	väike	väike	suur	kaudne	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2051-2100	Lumikattega päevade arv 37 päeva	5.15.meri	Läänemerre saabub jõgede kaudu rohkem süsinikku	0	väike	väike	suur	kaudne	Eesti

Alamvaldkond	Stse-naarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2021-2050	Merevee aastakeskmise temperatuuri tõus +0,7 C	5.15.meri	Kasvuhoonegaaside emissioon suureneb	0	keskmine	keskmine	suur	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2021-2050	Merevee aastakeskmise temperatuuri tõus +1,0 C	5.15.meri	Kasvuhoonegaaside emissioon suureneb	0	keskmine	keskmine	suur	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2051-2100	Merevee aastakeskmise temperatuuri tõus +1,6 C	5.15.meri	Kasvuhoonegaaside emissioon suureneb	0	keskmine	keskmine	suur	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2051-2100	Merevee aastakeskmise temperatuuri tõus +2,4 C	5.15.meri	Kasvuhoonegaaside emissioon suureneb	0	keskmine	keskmine	suur	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2051-2100	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +2 C	5.15.meri	Läänemerre saabub jõgede kaudu rohkem süsinikku	0	väike	väike	suur	kaudne	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2051-2100	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +7 C	5.15.meri	Läänemerre saabub jõgede kaudu rohkem süsinikku	0	väike	väike	suur	kaudne	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.15.meri	Läänemerre saabub jõgede kaudu rohkem süsinikku	0	väike	väike	suur	kaudne	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.15.meri	Läänemerre saabub jõgede kaudu rohkem süsinikku	0	väike	väike	suur	kaudne	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.15.meri	Läänemerre saabub jõgede kaudu rohkem süsinikku	0	väike	väike	suur	kaudne	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.15.meri	Läänemerre saabub jõgede kaudu rohkem süsinikku	0	väike	väike	suur	kaudne	Eesti
Kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine	RCP 4.5	2051-2100	Merejää teke talvel vaid Soome lahe rannikualadel	5.19.meri	Rannikulähedaste alade temperatuur ja niiskustase talvel kõrgemad	+	suur	suur	keskmine	otsene	Eesti
Kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine	RCP 8.5	2051-2100	Merejää teke talvel vaid Soome lahe kirdeosas (meie rannikumeres puudub?)	5.19.meri	Rannikulähedaste alade temperatuur ja niiskustase talvel kõrgemad	+	suur	suur	keskmine	otsene	Eesti
Kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine	RCP 4.5	2051-2100	Merevee aastakeskmise temperatuuri tõus +1,6 C	5.19.meri	Rannikulähedaste alade temperatuur ja niiskustase talvel kõrgemad	+	suur	suur	keskmine	otsene	Eesti
Kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine	RCP 8.5	2051-2100	Merevee aastakeskmise temperatuuri tõus +2,4 C	5.19.meri	Rannikulähedaste alade temperatuur ja niiskustase talvel kõrgemad	+	suur	suur	keskmine	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 4.5	2051-2100	Merejää teke talvel vaid Soome lahe rannikualadel	5.10.meri	Halvendab põhjakoosluste (karpide) seisundit	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 8.5	2051-2100	Merejää teke talvel vaid Soome lahe kirdeosas (meie rannikumeres puudub?)	5.10.meri	Halvendab põhjakoosluste (karpide) seisundit	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 4.5	2021-2050	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.10.meri	Halvendab põhjakoosluste (karpide) seisundit	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 4.5	2051-2100	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.10.meri	Halvendab põhjakoosluste (karpide) seisundit	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 8.5	2021-2050	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.10.meri	Halvendab põhjakoosluste (karpide) seisundit	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stse-naarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 8.5	2051-2100	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.10.meri	Halvendab põhjakoosluste (karpide) seisundit	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 4.5	2051-2100	Merevee aastakeskmise temperatuuri tõus +1,6 C	5.10.meri	Halvendab põhjakoosluste (karpide) seisundit	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 8.5	2051-2100	Merevee aastakeskmise temperatuuri tõus +2,4 C	5.10.meri	Halvendab põhjakoosluste (karpide) seisundit	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 4.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.18.meri	Suureneb veeõitsengute sagedus ja ulatus	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.10.meri	Halvendab põhjakoosluste (karpide) seisundit	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.10.meri	Halvendab põhjakoosluste (karpide) seisundit	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 8.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.18.meri	Suureneb veeõitsengute sagedus ja ulatus	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.10.meri	Halvendab põhjakoosluste (karpide) seisundit	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.10.meri	Halvendab põhjakoosluste (karpide) seisundit	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2021-2050	Aastakeskmise temperatuuritõus +1,8C	5.05.meri	Soodsam ilm välitegevusteks	+	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +2,6 C	5.05.meri	Soodsam ilm välitegevusteks	+	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +4,3C	5.05.meri	Soodsam ilm välitegevusteks	+	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise sademete hulga kasv +14%	5.05.meri	Ebasoodsam ilm välitegevusteks	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise sademete hulga kasv +19%	5.05.meri	Ebasoodsam ilm välitegevusteks	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +272%	5.05.meri	Ebasoodsam ilm välitegevusteks	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stse-naarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
pakkumine ja seotud välitegevused											
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2021-2050	Merejää teke talvel Soome lahe rannikualadel, Väinameres ja Liivi lahes, kuid jää paksus 2-3x kahanenud	5.05.meri	Jääspordialade kasutajate arv väheneb, merespordialade kasutajate arv suureneb	0	väike	väike	keskmine	otsene	Rannik uüärsed KOVid
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2021-2050	Merejää teke talvel Soome lahe rannikualadel, Väinameres ja Liivi lahes, kuid jää paksus 2-3x kahanenud	5.05.meri	Jääspordialade kasutajate arv väheneb, merespordialade kasutajate arv suureneb	0	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Rannik uüärsed KOVid
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2051-2100	Merejää teke talvel vaid Soome lahe rannikualadel	5.05.meri	Jääspordialade kasutajate arv väheneb, merespordialade kasutajate arv suureneb	0	suur	suur	suur	otsene	Rannik uüärsed KOVid
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2051-2100	Merejää teke talvel vaid Soome lahe kirdeosas (meie rannikumeres puudub?)	5.05.meri	Jääspordialade kasutajate arv väheneb, merespordialade kasutajate arv suureneb	0	suur	suur	suur	otsene	Rannik uüärsed KOVid
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2021-2050	Merevee aastakeskmise temperatuuri tõus +0,7 C	5.05.meri	Jääspordialade kasutajate arv väheneb, merespordialade kasutajate arv suureneb	0	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2021-2050	Merevee aastakeskmise temperatuuri tõus +1,0 C	5.05.meri	Jääspordialade kasutajate arv väheneb, merespordialade kasutajate arv suureneb	0	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2051-2100	Merevee aastakeskmise temperatuuri tõus +1,6 C	5.05.meri	Jääspordialade kasutajate arv väheneb, merespordialade kasutajate arv suureneb	+	suur	suur	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2051-2100	Merevee aastakeskmise temperatuuri tõus +2,4 C	5.05.meri	Jääspordialade kasutajate arv väheneb, merespordialade kasutajate arv suureneb	+	suur	suur	keskmine	otsene	eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.05.meri	Võib nii suurendada kui vähendada virgestus- ja turismivõimaluste potentsiaali	0	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stse-naarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.05.meri	Võivad pigem takistada virgestus- ja turismitegevusi	-	väike	väike	väike	kaudne	Rannik uüärsed KOVid
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.05.meri	Võivad pigem takistada virgestus- ja turismitegevusi	-	väike	väike	väike	kaudne	Rannik uüärsed KOVid
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.05.meri	Võib nii suurendada kui vähendada virgestus- ja turismivõimaluste potentsiaali	0	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.05.meri	Võivad pigem takistada virgestus- ja turismitegevusi	-	väike	väike	väike	kaudne	Rannik uüärsed KOVid
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.05.meri	Võivad pigem takistada virgestus- ja turismitegevusi	-	väike	väike	väike	kaudne	Rannik uüärsed KOVid
Harrastuskalapüük ja kalaturism merel	RCP 4.5	2021-2050	Merejää teke talvel Soome lahe rannikualadel, Väinameres ja Liivi lahes, kuid jää paksus 2-3x kahanenud	5.05.meri	Jääpüügi perioodi pikkus kahaneb	-	väike	väike	keskmine	otsene	Rannik uüärsed KOVid
Harrastuskalapüük ja kalaturism merel	RCP 8.5	2021-2050	Merejää teke talvel Soome lahe rannikualadel, Väinameres ja Liivi lahes, kuid jää paksus 2-3x kahanenud	5.05.meri	Jääpüügi perioodi pikkus kahaneb	-	väike	väike	keskmine	otsene	Rannik uüärsed KOVid
Harrastuskalapüük ja kalaturism merel	RCP 4.5	2051-2100	Merejää teke talvel vaid Soome lahe rannikualadel	5.05.meri	Jääpüük Liivi lahelt ja Väinamerelt lõppeb	-	keskmine	keskmine	suur	otsene	Rannik uüärsed KOVid
Harrastuskalapüük ja kalaturism merel	RCP 8.5	2051-2100	Merejää teke talvel vaid Soome lahe kirdeosas (meie rannikumeres puudub?)	5.05.meri	Jääpüük Liivi lahelt ja Väinamerelt lõppeb	-	keskmine	keskmine	suur	otsene	Rannik uüärsed KOVid
Harrastuskalapüük ja kalaturism merel	RCP 8.5	2021-2050	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.05.meri	Tormipäevade arvu suurenemine piirab merelemineku võimalusi	-	väike	väike	keskmine	otsene	Rannik uüärsed KOVid
Harrastuskalapüük ja kalaturism merel	RCP 8.5	2051-2100	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.05.meri	Tormipäevade arvu suurenemine piirab merelemineku võimalusi	-	väike	väike	keskmine	otsene	Rannik uüärsed KOVid

Alamvaldkond	Stse-naarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Harrastuskalapüük ja kalaturism merel	RCP 8.5	2021-2050	Merevee aastakeskmise temperatuuri tõus +1,0 C	5.05.meri	Võib mõjutada peamiste püügikalade arvukust, saake ja tegevuse atraktiivsust	-	väike	väike	keskmine	otsene	Rannik uäärsed KOVid
Harrastuskalapüük ja kalaturism merel	RCP 4.5	2051-2100	Merevee aastakeskmise temperatuuri tõus +1,6 C	5.05.meri	Võib mõjutada peamiste püügikalade arvukust, saake ja tegevuse atraktiivsust	-	väike	väike	keskmine	otsene	Rannik uäärsed KOVid
Harrastuskalapüük ja kalaturism merel	RCP 8.5	2051-2100	Merevee aastakeskmise temperatuuri tõus +2,4 C	5.05.meri	Võib mõjutada peamiste püügikalade arvukust, saake ja tegevuse atraktiivsust	-	väike	väike	keskmine	otsene	Rannik uäärsed KOVid
Harrastuskalapüük ja kalaturism merel	RCP 4.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.05.meri	Võib vähendada harrastuskalapüügi atraktiivsust (saagi vähenemine ja muutumine)	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Harrastuskalapüük ja kalaturism merel	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.05.meri	Võib vähendada harrastuskalapüügi atraktiivsust (saagi vähenemine ja muutumine)	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Harrastuskalapüük ja kalaturism merel	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.05.meri	Võib vähendada harrastuskalapüügi atraktiivsust (saagi vähenemine ja muutumine)	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Harrastuskalapüük ja kalaturism merel	RCP 8.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.05.meri	Võib vähendada harrastuskalapüügi atraktiivsust (saagi vähenemine ja muutumine)	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Harrastuskalapüük ja kalaturism merel	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.05.meri	Võib vähendada harrastuskalapüügi atraktiivsust (saagi vähenemine ja muutumine)	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Harrastuskalapüük ja kalaturism merel	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.05.meri	Võib vähendada harrastuskalapüügi atraktiivsust (saagi vähenemine ja muutumine)	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumulatsioon	RCP 4.5	2021-2050	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +77%	5.16.meri	Sageneb puhastamata reovee merre juhtimine reoveepuhastusjaamade ülevoolu kaudu, vajadus investeerida jaamadesse ja sademeveepuhastusse	-	keskmine	keskmine	suur	otsene	Eesti, eriti Tallinn
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumulatsioon	RCP 8.5	2021-2050	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +112%	5.16.meri	Sageneb puhastamata reovee merre juhtimine reoveepuhastusjaamade ülevoolu kaudu, vajadus investeerida jaamadesse ja sademeveepuhastusse	-	keskmine	keskmine	suur	otsene	Eesti, eriti Tallinn
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumulatsioon	RCP 4.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +188%	5.16.meri	Sageneb puhastamata reovee merre juhtimine reoveepuhastusjaamade ülevoolu kaudu, vajadus investeerida jaamadesse ja sademeveepuhastusse	-	suur	suur	suur	otsene	Eesti, eriti Tallinn
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine,	RCP 8.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +272%	5.16.meri	Sageneb puhastamata reovee merre juhtimine reoveepuhastusjaamade ülevoolu kaudu, vajadus investeerida jaamadesse ja sademeveepuhastusse	-	suur	suur	suur	otsene	Eesti, eriti Tallinn

Alamvaldkond	Stse-naarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
lagundamine ja akumuleerimine											
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 4.5	2021-2050	Merejää teke talvel Soome lahe rannikualadel, Väinameres ja Liivi lahes, kuid jää paksus 2-3x kahanenud	5.16.meri	Jää vähesuse korral võivad põhjasetted tuulte ja lainetuse toimel taas ringesse jõuda	-	keskmine	keskmine	suur	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 8.5	2021-2050	Merejää teke talvel Soome lahe rannikualadel, Väinameres ja Liivi lahes, kuid jää paksus 2-3x kahanenud	5.16.meri	Jää vähesuse korral võivad põhjasetted tuulte ja lainetuse toimel taas ringesse jõuda	-	keskmine	keskmine	suur	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 4.5	2051-2100	Merejää teke talvel vaid Soome lahe rannikualadel	5.16.meri	Jää vähesuse korral võivad põhjasetted tuulte ja lainetuse toimel taas ringesse jõuda	-	suur	suur	suur	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 8.5	2051-2100	Merejää teke talvel vaid Soome lahe kirdeosas (meie rannikumeres puudub?)	5.16.meri	Jää vähesuse korral võivad põhjasetted tuulte ja lainetuse toimel taas ringesse jõuda	-	suur	suur	suur	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 4.5	2021-2050	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.16.meri	Jää vähesuse korral võivad põhjasetted tuulte ja lainetuse toimel taas ringesse jõuda	-	keskmine	keskmine	suur	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 4.5	2051-2100	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.16.meri	Jää vähesuse korral võivad põhjasetted tuulte ja lainetuse toimel taas ringesse jõuda	-	keskmine	keskmine	suur	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 8.5	2021-2050	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.16.meri	Jää vähesuse korral võivad põhjasetted tuulte ja lainetuse toimel taas ringesse jõuda	-	suur	suur	suur	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine,	RCP 8.5	2051-2100	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.16.meri	Jää vähesuse korral võivad põhjasetted tuulte ja lainetuse toimel taas ringesse jõuda	-	suur	suur	suur	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stse-naarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
lagundamine ja akumuleerimine											
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 8.5	2051-2100	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +7 C	5.16.meri	Suureneb ainete sissekanne jõgede kaudu	-	keskmine	keskmine	suur	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 4.5	2021-2050	Mereveetaseme tõus +20 cm	5.16.meri	Suureneb ainete leostumine üleujutatavatelt rannikualadelt	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 8.5	2021-2050	Mereveetaseme tõus +26 cm	5.16.meri	Suureneb ainete leostumine üleujutatavatelt rannikualadelt	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 4.5	2051-2100	Mereveetaseme tõus +48 cm	5.16.meri	Suureneb ainete leostumine üleujutatavatelt rannikualadelt	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 8.5	2051-2100	Mereveetaseme tõus +64 cm	5.16.meri	Suureneb ainete leostumine üleujutatavatelt rannikualadelt	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 4.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.18.meri	Suureneb veeõitsengute sagedus ja ulatus	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 8.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.18.meri	Suureneb veeõitsengute sagedus ja ulatus	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti

Lisa 2. Kliimariskide mõju mageveekosüsteemi teenustele

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Looduslike mageveekalade ja jõevähi saak	RCP 4.5	2021-2050	Aastakeskmise temperatuuritõus +1 C	5.11.mage	Vee hapnikusisaldus väheneb, kalade-vähkide seisund võib halveneda, veeõitsengu oht suureneb, võõrliikide sissetungi oht suureneb	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Looduslike mageveekalade ja jõevähi saak	RCP 8.5	2021-2050	Aastakeskmise temperatuuritõus +1,8C	5.11.mage	Vee hapnikusisaldus väheneb, kalade-vähkide seisund võib halveneda, veeõitsengu oht suureneb, võõrliikide sissetungi oht suureneb	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Looduslike mageveekalade ja jõevähi saak	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +2,6 C	5.11.mage	Vee hapnikusisaldus väheneb, kalade-vähkide seisund võib halveneda, veeõitsengu oht suureneb, võõrliikide sissetungi oht suureneb	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Looduslike mageveekalade ja jõevähi saak	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +4,3C	5.11.mage	Vee hapnikusisaldus väheneb, kalade-vähkide seisund võib halveneda, veeõitsengu oht suureneb, võõrliikide sissetungi oht suureneb	-	suur	suur	keskmine	otsene	Eesti
Looduslike mageveekalade ja jõevähi saak	RCP 4.5	2021-2050	Aastakeskmise sademete hulga kasv +6 %	5.11.mage	Sademete hulga suurenemine mõjub saagile positiivselt	+	väike	väike	väike	kaudne	Eesti
Looduslike mageveekalade ja jõevähi saak	RCP 8.5	2021-2050	Aastakeskmise sademete hulga kasv +8%	5.11.mage	Sademete hulga suurenemine mõjub saagile positiivselt	+	väike	väike	väike	kaudne	Eesti
Looduslike mageveekalade ja jõevähi saak	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise sademete hulga kasv +14%	5.11.mage	Sademete hulga suurenemine mõjub saagile positiivselt	+	väike	väike	väike	kaudne	Eesti
Looduslike mageveekalade ja jõevähi saak	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise sademete hulga kasv +19%	5.11.mage	Sademete hulga suurenemine mõjub saagile positiivselt	+	väike	väike	väike	kaudne	Eesti
Looduslike mageveekalade ja jõevähi saak	RCP 4.5	2021-2050	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +0,7 C	5.11.mage	Vee hapnikusisaldus väheneb, kalade-vähkide seisund võib halveneda, veeõitsengu oht suureneb, võõrliikide sissetungi oht suureneb	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Looduslike mageveekalade ja jõevähi saak	RCP 8.5	2021-2050	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +1,0 C	5.11.mage	Vee hapnikusisaldus väheneb, kalade-vähkide seisund võib halveneda, veeõitsengu oht suureneb, võõrliikide sissetungi oht suureneb	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Looduslike mageveekalade ja jõevähi saak	RCP 4.5	2051-2100	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +2 C	5.11.mage	Vee hapnikusisaldus väheneb, kalade-vähkide seisund võib halveneda, veeõitsengu oht suureneb, võõrliikide sissetungi oht suureneb	-	suur	suur	keskmine	otsene	Eesti
Looduslike mageveekalade ja jõevähi saak	RCP 8.5	2051-2100	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +7 C	5.11.mage	Vee hapnikusisaldus väheneb, kalade-vähkide seisund võib halveneda, veeõitsengu oht suureneb, võõrliikide sissetungi oht suureneb	-	suur	suur	keskmine	otsene	Eesti
Looduslike mageveekalade ja jõevähi saak	RCP 4.5	2021-2050	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.11.mage	Võib vähendada kudemisalade pindala	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Looduslike mageveekalade ja jõevähi saak	RCP 4.5	2051-2100	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.11.mage	Võib vähendada kudemisalade pindala	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Looduslike mageveekalade ja jõevähi saak	RCP 8.5	2021-2050	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.11.mage	Võib vähendada kudemisalade pindala	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Looduslike mageveekalade ja jõevähi saak	RCP 8.5	2051-2100	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.11.mage	Võib vähendada kudemisalade pindala	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Looduslike mageveekalade ja jõevähi saak	RCP 4.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.11.mage	Ootamatud negatiivsed mõjud asurkondadele ja saagile, võib halvendada tundlike liikide seisundit	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Looduslike mageveekalade ja jõevähi saak	RCP 4.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.11.mage	Ootamatud negatiivsed mõjud asurkondadele ja saagile, võib halvendada tundlike liikide seisundit	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Looduslike mageveekalade ja jõevähi saak	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.11.mage	Ootamatud negatiivsed mõjud asurkondadele ja saagile, võib halvendada tundlike liikide seisundit	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Looduslike mageveekalade ja jõevähi saak	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.11.mage	Ootamatud negatiivsed mõjud asurkondadele ja saagile, võib halvendada tundlike liikide seisundit	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Looduslike mageveekalade ja jõevähi saak	RCP 8.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.11.mage	Ootamatud negatiivsed mõjud asurkondadele ja saagile, võib halvendada tundlike liikide seisundit	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Looduslike mageveekalade ja jõevähi saak	RCP 8.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.11.mage	Ootamatud negatiivsed mõjud asurkondadele ja saagile, võib halvendada tundlike liikide seisundit	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Looduslike mageveekalade ja jõevähi saak	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.11.mage	Ootamatud negatiivsed mõjud asurkondadele ja saagile, võib halvendada tundlike liikide seisundit	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Looduslike mageveekalade ja jõevähi saak	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.11.mage	Ootamatud negatiivsed mõjud asurkondadele ja saagile, võib halvendada tundlike liikide seisundit	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Looduslike mageveekalade ja jõevähi saak	RCP 8.5	2021-2050	Siseveekogude jääkatte perioodi lühenemine ja jääkatte ebapüsivuse suurenemine	5.05.mage	Jääaluse kalapüügi hooaeg lüheneb ja püügikogused vähenevad	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Looduslike mageveekalade ja jõevähi saak	RCP 8.5	2051-2100	Siseveekogude jääkatte perioodi lühenemine ja jääkatte ebapüsivuse suurenemine	5.05.mage	Jääaluse kalapüügi hooaeg lüheneb ja püügikogused vähenevad	-	keskmine	suur	keskmine	otsene	Eesti
Joogivesi	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +2,6 C	5.18.mage	Veeõitsengud sagenevad, suurenevad veepuhastuskulud	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Joogivesi	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +4,3C	5.18.mage	Veeõitsengud sagenevad, suurenevad veepuhastuskulud	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Joogivesi	RCP 4.5	2021-2050	Aastakeskmise sademete hulga kasv +6 %	5.04.mage	Madalate kaevude varustuskindlus joogiveega paraneb	+	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti, Ülemist jv
Joogivesi	RCP 8.5	2021-2050	Aastakeskmise sademete hulga kasv +8%	5.04.mage	Madalate kaevude varustuskindlus joogiveega paraneb	+	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti, Ülemist jv
Joogivesi	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise sademete hulga kasv +14%	5.04.mage	Madalate kaevude varustuskindlus joogiveega paraneb	+	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti, Ülemist jv
Joogivesi	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise sademete hulga kasv +19%	5.04.mage	Madalate kaevude varustuskindlus joogiveega paraneb	+	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti, Ülemist jv
Joogivesi	RCP 4.5	2021-2050	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +77%	5.04.mage	Suureneb kaevude ja pinnaveehaarde reostumise oht, kuna sinna võib jõuda puhastamata valgvesi	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Joogivesi	RCP 8.5	2021-2050	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +112%	5.04.mage	Suureneb kaevude ja pinnaveehaarde reostumise oht, kuna sinna võib jõuda puhastamata valgvesi	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Joogivesi	RCP 4.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +188%	5.04.mage	Suureneb kaevude ja pinnaveehaarde reostumise oht, kuna sinna võib jõuda puhastamata valgvesi	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Joogivesi	RCP 8.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +272%	5.04.mage	Suureneb kaevude ja pinnaveehaarde reostumise oht, kuna sinna võib jõuda puhastamata valgvesi	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Joogivesi	RCP 4.5	2021- 2050	Jäätapäevade arvu kasv	5.04.mage	Sagedasem teede soolamine võib mõjutada joogivee kvaliteeti	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Joogivesi	RCP 8.5	2021- 2050	Jäätapäevade arvu kasv , <9 päeva aastas	5.04.mage	Sagedasem teede soolamine võib mõjutada joogivee kvaliteeti	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Joogivesi	RCP 4.5	2051- 2100	Jäätapäevade arvu kasv	5.04.mage	Sagedasem teede soolamine võib mõjutada joogivee kvaliteeti	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Joogivesi	RCP 8.5	2051- 2100	Jäätapäevade arvu kasv , < 15 päeva aastas	5.04.mage	Sagedasem teede soolamine võib mõjutada joogivee kvaliteeti	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Joogivesi	RCP 4.5	2051- 2100	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +2 C	5.04.mage	Pinnaveehaarde joogivesi vajab enam puhastamist	-	suur	suur	keskmine	otsene	Eesti
Joogivesi	RCP 8.5	2051- 2100	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +7 C	5.04.mage	Pinnaveehaarde joogivesi vajab enam puhastamist	-	suur	suur	keskmine	otsene	Eesti
Joogivesi	RCP 4.5	2021- 2050	Mereveetaseme tõus +20 cm	5.04.mage	Kambriumi-Vendi põhjavee segunemine mereveega võib muuta joogikõlbmatuks mitmete Harjumaa ja Ida-Virumaa linnade joogivee	-	suur	suur	väike	otsene	Ranniku äärsed KOVid
Joogivesi	RCP 8.5	2021- 2050	Mereveetaseme tõus +26 cm	5.04.mage	Kambriumi-Vendi põhjavee segunemine mereveega võib muuta joogikõlbmatuks mitmete Harjumaa ja Ida-Virumaa linnade joogivee	-	suur	suur	väike	otsene	Ranniku äärsed KOVid
Joogivesi	RCP 4.5	2051- 2100	Mereveetaseme tõus +48 cm	5.04.mage	Kambriumi-Vendi põhjavee segunemine mereveega võib muuta joogikõlbmatuks mitmete Harjumaa ja Ida-Virumaa linnade joogivee	-	suur	suur	väike	otsene	Ranniku äärsed KOVid
Joogivesi	RCP 8.5	2051- 2100	Mereveetaseme tõus +64 cm	5.04.mage	Kambriumi-Vendi põhjavee segunemine mereveega võib muuta joogikõlbmatuks mitmete Harjumaa ja Ida-Virumaa linnade joogivee	-	suur	suur	väike	otsene	Ranniku äärsed KOVid
Joogivesi	RCP 4.5	2021- 2050	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.04.mage	Üleujutusosaladel salvkaevude vesi ei reostu	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Joogivesi	RCP 4.5	2051- 2100	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.04.mage	Üleujutusosaladel salvkaevude vesi ei reostu	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Joogivesi	RCP 8.5	2021- 2050	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.04.mage	Üleujutusosaladel salvkaevude vesi ei reostu	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Joogivesi	RCP 8.5	2051- 2100	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.04.mage	Üleujutusosaladel salvkaevude vesi ei reostu	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Joogivesi	RCP 4.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.04.mage	Tavatult pikk põuaeriood võib raskendada joogivee kättesaadavust	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Joogivesi	RCP 4.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.04.mage	Tavatult pikk põuaeriood võib raskendada joogivee kättesaadavust	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Joogivesi	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.04.mage	Tavatult pikk põuaeriood võib raskendada joogivee kättesaadavust	-	suur	suur	keskmine	otsene	Eesti
Joogivesi	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.04.mage	Tavatult pikk põuaeriood võib raskendada joogivee kättesaadavust	-	suur	suur	keskmine	otsene	Eesti
Joogivesi	RCP 8.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.04.mage	Tavatult pikk põuaeriood võib raskendada joogivee kättesaadavust	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Joogivesi	RCP 8.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.04.mage	Tavatult pikk põuaeriood võib raskendada joogivee kättesaadavust	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Joogivesi	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.04.mage	Tavatult pikk põuaeriood võib raskendada joogivee kättesaadavust	-	suur	suur	keskmine	otsene	Eesti
Joogivesi	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.04.mage	Tavatult pikk põuaeriood võib raskendada joogivee kättesaadavust	-	suur	suur	keskmine	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2021-2050	Aastakeskmise temperatuuritõus +1 C	5.02.mage	Soodustab eutrofeerumist ja süsiniku sidumist	0	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2021-2050	Aastakeskmise temperatuuritõus +1,8C	5.02.mage	Soodustab eutrofeerumist ja süsiniku sidumist	0	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +2,6 C	5.02.mage	Soodustab eutrofeerumist ja süsiniku sidumist	0	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +4,3C	5.02.mage	Soodustab eutrofeerumist ja süsiniku sidumist	0	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2021-2050	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +0,7 C	5.02.mage	Soodustab eutrofeerumist ja süsiniku sidumist	0	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2021-2050	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +1,0 C	5.02.mage	Soodustab eutrofeerumist ja süsiniku sidumist	0	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2051-2100	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +2 C	5.02.mage	Soodustab eutrofeerumist ja süsiniku sidumist	0	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2051-2100	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +7 C	5.02.mage	Soodustab eutrofeerumist ja süsiniku sidumist	0	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.15.mage	Võib nii soodustada kui pärssida süsiniku sidumist ja hoidmist	0	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.15.mage	Võib nii soodustada kui pärssida süsiniku sidumist ja hoidmist	0	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.15.mage	Võib nii soodustada kui pärssida süsiniku sidumist ja hoidmist	0	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.15.mage	Võib nii soodustada kui pärssida süsiniku sidumist ja hoidmist	0	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 4.5	2021-2050	Aastakeskmise sademete hulga kasv +6 %	5.11.mage	Aastakeskmise veevool ja veerežiim ühtlustuvad, elukeskkond stabiilsem	+	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 8.5	2021-2050	Aastakeskmise sademete hulga kasv +8%	5.11.mage	Aastakeskmise veevool ja veerežiim ühtlustuvad, elukeskkond stabiilsem	+	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise sademete hulga kasv +14%	5.11.mage	Aastakeskmise veevool ja veerežiim ühtlustuvad, elukeskkond stabiilsem	+	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise sademete hulga kasv +19%	5.11.mage	Aastakeskmise veevool ja veerežiim ühtlustuvad, elukeskkond stabiilsem	+	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 4.5	2021-2050	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +77%	5.11.mage	Võivad tekkida taristu kahjustused, mis võivad muuta piirkonnas veerežiimi ja veevoolu (nt tammide purunemine)	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Eesti
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 8.5	2021-2050	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +112%	5.11.mage	Võivad tekkida taristu kahjustused, mis võivad muuta piirkonnas veerežiimi ja veevoolu (nt tammide purunemine)	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Eesti
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 4.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +188%	5.11.mage	Võivad tekkida taristu kahjustused, mis võivad muuta piirkonnas veerežiimi ja veevoolu (nt tammide purunemine)	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 8.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +272%	5.11.mage	Võivad tekkida taristu kahjustused, mis võivad muuta piirkonnas veerežiimi ja veevoolu (nt tammide purunemine)	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Eesti
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 4.5	2021-2050	Lumikattega päevade arv 80 päeva	5.11.mage	Aastakeskmise veevool ja veerežiim ühtlustuvad, elukeskkond stabiilsem	+	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 8.5	2021-2050	Lumikattega päevade arv 72 päeva	5.11.mage	Aastakeskmise veevool ja veerežiim ühtlustuvad, elukeskkond stabiilsem	+	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 4.5	2051-2100	Lumikattega päevade arv 56 päeva	5.11.mage	Aastakeskmise veevool ja veerežiim ühtlustuvad, elukeskkond stabiilsem	+	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 8.5	2051-2100	Lumikattega päevade arv 37 päeva	5.11.mage	Aastakeskmise veevool ja veerežiim ühtlustuvad, elukeskkond stabiilsem	+	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 4.5	2021-2050	Mereveetaseme tõus +20 cm	5.04.mage	Kambriumi-Vendi põhjavee segunemine mereveega võib muuta joogikõlbmatuks mitmete Harjumaa ja Ida-Virumaa linnade joogivee	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Põhja-Eesti
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 8.5	2021-2050	Mereveetaseme tõus +26 cm	5.04.mage	Kambriumi-Vendi põhjavee segunemine mereveega võib muuta joogikõlbmatuks mitmete Harjumaa ja Ida-Virumaa linnade joogivee	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Põhja-Eesti
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 4.5	2051-2100	Mereveetaseme tõus +48 cm	5.04.mage	Kambriumi-Vendi põhjavee segunemine mereveega võib muuta joogikõlbmatuks mitmete Harjumaa ja Ida-Virumaa linnade joogivee	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Põhja-Eesti
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 8.5	2051-2100	Mereveetaseme tõus +64 cm	5.04.mage	Kambriumi-Vendi põhjavee segunemine mereveega võib muuta joogikõlbmatuks mitmete Harjumaa ja Ida-Virumaa linnade joogivee	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Põhja-Eesti
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 4.5	2021-2050	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.11.mage	Tagab ühtlasema veerežiimi ja stabiilsema elukeskkonna vee-elustikule	+	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 4.5	2051-2100	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.11.mage	Tagab ühtlasema veerežiimi ja stabiilsema elukeskkonna vee-elustikule	+	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 8.5	2021-2050	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.11.mage	Tagab ühtlasema veerežiimi ja stabiilsema elukeskkonna vee-elustikule	+	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 8.5	2051-2100	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.11.mage	Tagab ühtlasema veerežiimi ja stabiilsema elukeskkonna vee-elustikule	+	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.11.mage	Võivad tekkida taristu kahjustused, mis võivad muuta piirkonnas veerežiimi ja veevoolu (nt tammide purunemine)	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.11.mage	Võivad tekkida taristu kahjustused, mis võivad muuta piirkonnas veerežiimi ja veevoolu (nt tammide purunemine)	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Eesti
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.11.mage	Võivad tekkida taristu kahjustused, mis võivad muuta piirkonnas veerežiimi ja veevoolu (nt tammide purunemine)	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Eesti
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.11.mage	Võivad tekkida taristu kahjustused, mis võivad muuta piirkonnas veerežiimi ja veevoolu (nt tammide purunemine)	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Eesti
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 8.5	2021-2050	Siseveekogude jääkatte perioodi lühenemine ja jääkatte ebapüsivuse suurenemine	5.11.mage	Tagab ühtlasema veerežiimi ja stabiilsema elukeskkonna vee-elustikule	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 8.5	2051-2100	Siseveekogude jääkatte perioodi lühenemine ja jääkatte ebapüsivuse suurenemine	5.11.mage	Tagab ühtlasema veerežiimi ja stabiilsema elukeskkonna vee-elustikule	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 4.5	2021-2050	Aastakeskmise temperatuuritõus +1 C	5.19.mage	vegetatsiooniperioodi pikenedes kiireneb ainete settimise ja lagundamise aeg	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 8.5	2021-2050	Aastakeskmise temperatuuritõus +1,8C	5.19.mage	vegetatsiooniperioodi pikenedes kiireneb ainete settimise ja lagundamise aeg	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +2,6 C	5.19.mage	vegetatsiooniperioodi pikenedes kiireneb ainete settimise ja lagundamise aeg	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +4,3C	5.19.mage	vegetatsiooniperioodi pikenedes kiireneb ainete settimise ja lagundamise aeg	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 4.5	2021-2050	Aastakeskmise sademete hulga kasv +6 %	5.16.mage	Ainete settimine ja lagundamine võib kiirenedada, kuid toitained võivad kanduda uutesse veekogudesse	0	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete	RCP 8.5	2021-2050	Aastakeskmise sademete hulga kasv +8%	5.16.mage	Ainete settimine ja lagundamine võib kiirenedada, kuid toitained võivad kanduda uutesse veekogudesse	0	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõi näosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine											
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise sademete hulga kasv +14%	5.16.mage	Ainete settimine ja lagundamine võib kiireneada, kuid toitained võivad kanduda uutesse veekogudesse	0	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise sademete hulga kasv +19%	5.16.mage	Ainete settimine ja lagundamine võib kiireneada, kuid toitained võivad kanduda uutesse veekogudesse	0	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 4.5	2021-2050	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +77%	5.16.mage	toitained võivad kanduda uutesse veekogudesse ja muuta toitelisust	0	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 8.5	2021-2050	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +112%	5.16.mage	toitained võivad kanduda uutesse veekogudesse ja muuta toitelisust	0	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 4.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +188%	5.16.mage	toitained võivad kanduda uutesse veekogudesse ja muuta toitelisust	0	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 8.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +272%	5.16.mage	toitained võivad kanduda uutesse veekogudesse ja muuta toitelisust	0	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 4.5	2021-2050	Lumikattega päevade arv 80 päeva	5.16.mage	Ainete settimine ja lagundamine võib kiireneada, kuid toitained võivad kanduda uutesse veekogudesse	0	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 8.5	2021-2050	Lumikattega päevade arv 72 päeva	5.16.mage	Ainete settimine ja lagundamine võib kiireneada, kuid toitained võivad kanduda uutesse veekogudesse	0	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 4.5	2051-2100	Lumikattega päevade arv 56 päeva	5.16.mage	Ainete settimine ja lagundamine võib kiireneada, kuid toitained võivad kanduda uutesse veekogudesse	0	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 8.5	2051-2100	Lumikattega päevade arv 37 päeva	5.16.mage	Ainete settimine ja lagundamine võib kiireneada, kuid toitained võivad kanduda uutesse veekogudesse	0	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine											
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 4.5	2021-2050	Jäätapäevade arvu kasv	5.04.mage	Sõiduteede sagedasem soolamine võib põhjustada lokaalseid reostuskohti	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 8.5	2021-2050	Jäätapäevade arvu kasv, <9 päeva aastas	5.04.mage	Sõiduteede sagedasem soolamine võib põhjustada lokaalseid reostuskohti	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 4.5	2051-2100	Jäätapäevade arvu kasv	5.04.mage	Sõiduteede sagedasem soolamine võib põhjustada lokaalseid reostuskohti	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 8.5	2051-2100	Jäätapäevade arvu kasv, < 15 päeva aastas	5.04.mage	Sõiduteede sagedasem soolamine võib põhjustada lokaalseid reostuskohti	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 4.5	2021-2050	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.16.mage	võib põhjustada suurjärvedes settinud toitainete ringlusse naasmist	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 4.5	2051-2100	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.16.mage	võib põhjustada suurjärvedes settinud toitainete ringlusse naasmist	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 8.5	2021-2050	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.16.mage	võib põhjustada suurjärvedes settinud toitainete ringlusse naasmist	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 8.5	2051-2100	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.16.mage	võib põhjustada suurjärvedes settinud toitainete ringlusse naasmist	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 4.5	2021-2050	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +0,7 C	5.19.mage	vegetatsiooniperioodi pikenedes kiireneb ainete settimise ja lagundamise aeg	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumulatsioon	RCP 8.5	2021-2050	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +1,0 C	5.19.mage	vegetatsiooniperioodi pikenedes kiireneb ainete settimise ja lagundamise aeg	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumulatsioon	RCP 4.5	2051-2100	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +2 C	5.19.mage	vegetatsiooniperioodi pikenedes kiireneb ainete settimise ja lagundamise aeg	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumulatsioon	RCP 8.5	2051-2100	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +7 C	5.19.mage	vegetatsiooniperioodi pikenedes kiireneb ainete settimise ja lagundamise aeg	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumulatsioon	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.11.mage	võivad tekkida taristu kahjustused, mis võivad muuta piirkonnas senist režiimi (nt tammide purunemine)	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumulatsioon	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.11.mage	võivad tekkida taristu kahjustused, mis võivad muuta piirkonnas senist režiimi (nt tammide purunemine)	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumulatsioon	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.11.mage	võivad tekkida taristu kahjustused, mis võivad muuta piirkonnas senist režiimi (nt tammide purunemine)	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumulatsioon	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.11.mage	võivad tekkida taristu kahjustused, mis võivad muuta piirkonnas senist režiimi (nt tammide purunemine)	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumulatsioon	RCP 8.5	2021-2050	Siseveekogude jääkate perioodi lühenemine ja jääkate ebapüsivuse suurenemine	5.16.mage	võib põhjustada suurjärvedes settinud toitainete ringlusse naasmist	0	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumulatsioon	RCP 8.5	2051-2100	Siseveekogude jääkate perioodi lühenemine ja jääkate ebapüsivuse suurenemine	5.16.mage	võib põhjustada suurjärvedes settinud toitainete ringlusse naasmist	0	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 4.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.10.mage	Karpide seisundit mõjutavad äärmuslikud kliimasündmused mõjutavad ka vee bioloogilist filtratsiooni	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 4.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.10.mage	Karpide seisundit mõjutavad äärmuslikud kliimasündmused mõjutavad ka vee bioloogilist filtratsiooni	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.10.mage	Karpide seisundit mõjutavad äärmuslikud kliimasündmused mõjutavad ka vee bioloogilist filtratsiooni	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.10.mage	Karpide seisundit mõjutavad äärmuslikud kliimasündmused mõjutavad ka vee bioloogilist filtratsiooni	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 8.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.10.mage	Karpide seisundit mõjutavad äärmuslikud kliimasündmused mõjutavad ka vee bioloogilist filtratsiooni	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 8.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.10.mage	Karpide seisundit mõjutavad äärmuslikud kliimasündmused mõjutavad ka vee bioloogilist filtratsiooni	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.10.mage	Karpide seisundit mõjutavad äärmuslikud kliimasündmused mõjutavad ka vee bioloogilist filtratsiooni	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.10.mage	Karpide seisundit mõjutavad äärmuslikud kliimasündmused mõjutavad ka vee bioloogilist filtratsiooni	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2021-2050	Aastakeskmise temperatuuritõus +1 C	5.05.mage	soodsam ilm välitegevusteks	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2021-2050	Aastakeskmise temperatuuritõus +1,8C	5.05.mage	soodsam ilm välitegevusteks	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +2,6 C	5.05.mage	soodsam ilm välitegevusteks	+	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +4,3C	5.05.mage	soodsam ilm välitegevusteks	+	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise sademetehulga kasv +14%	5.05.mage	ebasoodsam ilm välitegevusteks	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
pakkumine ja seotud välitegevused											
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmine sademete hulga kasv +19%	5.05.mage	ebasoodsam ilm välitegevusteks	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2021-2050	Lumikattega päevade arv 80 päeva	5.05.mage	Jääluse kalapüügi hooaeg lüheneb ja püügikogused vähenevad	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2021-2050	Lumikattega päevade arv 72 päeva	5.05.mage	Jääluse kalapüügi hooaeg lüheneb ja püügikogused vähenevad	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2051-2100	Lumikattega päevade arv 56 päeva	5.05.mage	Jääluse kalapüügi hooaeg lüheneb ja püügikogused vähenevad	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2051-2100	Lumikattega päevade arv 37 päeva	5.05.mage	Jääluse kalapüügi hooaeg lüheneb ja püügikogused vähenevad	-	suur	suur	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2051-2100	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +2 C	5.05.mage	Supeldakse rohkem, kui ei kaasne veeõitsengut	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2051-2100	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +7 C	5.05.mage	Supeldakse rohkem, kui ei kaasne veeõitsengut	+	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2021-2050	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.05.mage	Kõrgveega seotud turism ja virgestustegevus väheneb, kuid rohkem veekogusid muutuvad veesportiharrastajatele pikemalt sobivaks	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2051-2100	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.05.mage	Kõrgveega seotud turism ja virgestustegevus väheneb, kuid rohkem veekogusid muutuvad veesportiharrastajatele pikemalt sobivaks	+	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2021-2050	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.05.mage	Kõrgveega seotud turism ja virgestustegevus väheneb, kuid rohkem veekogusid muutuvad veesportiharrastajatele pikemalt sobivaks	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2051-2100	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.05.mage	Kõrgveega seotud turism ja virgestustegevus väheneb, kuid rohkem veekogusid muutuvad veesportiharrastajatele pikemalt sobivaks	+	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.05.mage	Äärmuslikud kliimasündmused (madal veeseis, kohati kõrge veeseis, veeõitseng) võivad peletada mageveekogude äärest	-	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.05.mage	Äärmuslikud kliimasündmused (madal veeseis, kohati kõrge veeseis, veeõitseng) võivad peletada mageveekogude äärest	-	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.05.mage	Äärmuslikud kliimasündmused (madal veeseis, kohati kõrge veeseis, veeõitseng) võivad peletada mageveekogude äärest	-	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.05.mage	Äärmuslikud kliimasündmused (madal veeseis, kohati kõrge veeseis, veeõitseng) võivad peletada mageveekogude äärest	-	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8,5	2021-2050	Siseveekogude jääkatte perioodi lühenemine ja jääkatte ebapüsivuse suurenemine	5.05.mage	Jääga seotud virgestustegevused taanduvad teiste ees	0	väike	keskmine	suur	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8,5	2051-2100	Siseveekogude jääkatte perioodi lühenemine ja jääkatte ebapüsivuse suurenemine	5.05.mage	Jääga seotud virgestustegevused taanduvad teiste ees	0	väike	keskmine	suur	otsene	Eesti
Harrastuskalapüük ja kalaturism ning vähipüük	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +2,6 C	5.05.mage	Jääaluse kalapüügi hooaeg lüheneb ja püügikogused vähenevad	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Harrastuskalapüük ja kalaturism ning vähipüük	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +4,3C	5.05.mage	Jääaluse kalapüügi hooaeg lüheneb ja püügikogused vähenevad	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Harrastuskalapüük ja kalaturism ning vähipüük	RCP 4.5	2021-2050	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +0,7 C	5.05.mage	Vee hapnikusisaldus väheneb, kalade-vähkide seisund võib halveneda, veeõitsengu oht suureneb, võõrliikide sissetungi oht suureneb ning seeläbi väheneb tegevuste atraktiivsus	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Harrastuskalapüük ja kalaturism ning vähipüük	RCP 8.5	2021-2050	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +1,0 C	5.05.mage	Vee hapnikusisaldus väheneb, kalade-vähkide seisund võib halveneda, veeõitsengu oht suureneb, võõrliikide sissetungi oht suureneb ning seeläbi väheneb tegevuste atraktiivsus	-	keskmine	väike	keskmine	otsene	Eesti
Harrastuskalapüük ja kalaturism ning vähipüük	RCP 4.5	2051-2100	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +2 C	5.05.mage	Vee hapnikusisaldus väheneb, kalade-vähkide seisund võib halveneda, veeõitsengu oht suureneb, võõrliikide sissetungi oht suureneb ning seeläbi väheneb tegevuste atraktiivsus	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Harrastuskalapüük ja kalaturism ning vähipüük	RCP 8.5	2051-2100	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +7 C	5.05.mage	Vee hapnikusisaldus väheneb, kalade-vähkide seisund võib halveneda, veeõitsengu oht suureneb, võõrliikide sissetungi oht suureneb ning seeläbi väheneb tegevuste atraktiivsus	-	suur	suur	keskmine	otsene	Eesti
Harrastuskalapüük ja kalaturism ning vähipüük	RCP 4.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.05.mage	võib vähendada saake, püügivõimalusi ja atraktiivsust	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Harrastuskalapüük ja kalaturism ning vähipüük	RCP 4.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.05.mage	võib vähendada saake, püügivõimalusi ja atraktiivsust	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Harrastuskalapüük ja kalaturism ning vähipüük	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.05.mage	võib vähendada saake, püügivõimalusi ja atraktiivsust	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Harrastuskalapüük ja kalaturism ning vähipüük	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.05.mage	võib vähendada saake, püügivõimalusi ja atraktiivsust	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Harrastuskalapüük ja kalaturism ning vähipüük	RCP 8.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.05.mage	võib vähendada saake, püügivõimalusi ja atraktiivsust	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Harrastuskalapüük ja kalaturism ning vähipüük	RCP 8.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.05.mage	võib vähendada saake, püügivõimalusi ja atraktiivsust	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Harrastuskalapüük ja kalaturism ning vähipüük	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.05.mage	võib vähendada saake, püügivõimalusi ja atraktiivsust	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Harrastuskalapüük ja kalaturism ning vähipüük	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.05.mage	võib vähendada saake, püügivõimalusi ja atraktiivsust	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Harrastuskalapüük ja kalaturism ning vähipüük	RCP 8,5	2021-2050	Siseveekogude jääkatte perioodi lühenemine ja jääkatte ebapüsivuse suurenemine	5.05.mage	Jääaluse kalapüügi hooaeg lüheneb ja püügikogused vähenevad	-	keskmine	keskmine	suur	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Harrastuskalapüük ja kalaturism ning vähipüük	RCP 8,5	2051-2100	Siseveekogude jääkatte perioodi lühenemine ja jääkatte ebapüsivuse suurenemine	5.05.mage	Jääaluse kalapüügi hooaeg lüheneb ja püügikogused vähenevad	-	keskmine	keskmine	suur	otsene	Eesti

Lisa 3. Kliimarisikide mõju metsaökosüsteemi teenustele

Alamvaldkond	Stsenaarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Ulukid	RCP 4.5	2021-2050	Aastakeskmine temperatuuritõus +1 C	5.14.mets	Põhjapoolse levikuga ulukite arvukus hakkab kahanema, lõunapoolsete arvukus suurenema	0	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Ulukid	RCP 8.5	2021-2050	Aastakeskmine temperatuuritõus +1,8C	5.14.mets	Põhjapoolse levikuga ulukite arvukus hakkab kahanema, lõunapoolsete arvukus suurenema	0	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Ulukid	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmine temperatuuritõus +2,6 C	5.14.mets	Põhjapoolse levikuga ulukite arvukus hakkab kahanema, lõunapoolsete arvukus suurenema	0	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Ulukid	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmine temperatuuritõus +4,3C	5.14.mets	Põhjapoolse levikuga ulukite arvukus hakkab kahanema, lõunapoolsete arvukus suurenema	0	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Ulukid	RCP 4.5	2021-2050	Lumikattega päevade arv 80 päeva	5.14.mets	Toit on paremini kättesaadav, ulukite seisund soodsam	+	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Ulukid	RCP 8.5	2021-2050	Lumikattega päevade arv 72 päeva	5.14.mets	Toit on paremini kättesaadav, ulukite seisund soodsam	+	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Ulukid	RCP 4.5	2051-2100	Lumikattega päevade arv 56 päeva	5.14.mets	Toit on paremini kättesaadav, ulukite seisund soodsam	+	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Ulukid	RCP 8.5	2051-2100	Lumikattega päevade arv 37 päeva	5.14.mets	Toit on paremini kättesaadav, ulukite seisund soodsam	+	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Ulukid	RCP 4.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.14.mets	Ennekõike pikaajalised ja korduvad temperatuurinähtused võivad ohustada asurkondade seisundit	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Ulukid	RCP 4.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.14.mets	Ennekõike pikaajalised ja korduvad temperatuurinähtused võivad ohustada asurkondade seisundit	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Ulukid	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.14.mets	Ennekõike pikaajalised ja korduvad temperatuurinähtused võivad ohustada asurkondade seisundit	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Eesti
Ulukid	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.14.mets	Ennekõike pikaajalised ja korduvad temperatuurinähtused võivad ohustada asurkondade seisundit	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Eesti
Ulukid	RCP 8.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.14.mets	Ennekõike pikaajalised ja korduvad temperatuurinähtused võivad ohustada asurkondade seisundit	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenaarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Ulukid	RCP 8.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.14.mets	Ennekõike pikaajalised ja korduvad temperatuuriäärmused võivad ohustada asurkondade seisundit	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Ulukid	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.14.mets	Ennekõike pikaajalised ja korduvad temperatuuriäärmused võivad ohustada asurkondade seisundit	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Eesti
Ulukid	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.14.mets	Ennekõike pikaajalised ja korduvad temperatuuriäärmused võivad ohustada asurkondade seisundit	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Eesti
Marjad	RCP 4.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13.mets	Vegetatsiooniperioodil võivad põhjustada saagi ikaldumise	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Marjad	RCP 4.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13.mets	Vegetatsiooniperioodil võivad põhjustada saagi ikaldumise	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Marjad	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13.mets	Vegetatsiooniperioodil võivad põhjustada saagi ikaldumise	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Eesti
Marjad	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13.mets	Vegetatsiooniperioodil võivad põhjustada saagi ikaldumise	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Eesti
Marjad	RCP 8.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13.mets	Vegetatsiooniperioodil võivad põhjustada saagi ikaldumise	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Marjad	RCP 8.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13.mets	Vegetatsiooniperioodil võivad põhjustada saagi ikaldumise	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Marjad	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13.mets	Vegetatsiooniperioodil võivad põhjustada saagi ikaldumise	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Eesti
Marjad	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13.mets	Vegetatsiooniperioodil võivad põhjustada saagi ikaldumise	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Eesti
Seened	RCP 4.5	2021-2050	Aastakeskmise sademete hulga kasv +6 %	5.13.mets	niiskustingimused paranevad ja suurendavad saaki	+	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Seened	RCP 8.5	2021-2050	Aastakeskmise sademete hulga kasv +8%	5.13.mets	niiskustingimused paranevad ja suurendavad saaki	+	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Seened	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise sademete hulga kasv +14%	5.13.mets	niiskustingimused paranevad ja suurendavad saaki	+	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Seened	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise sademete hulga kasv +19%	5.13.mets	niiskustingimused paranevad ja suurendavad saaki	+	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Seened	RCP 4.5	2021-2050	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +77%	5.13.mets	niiskustingimused paranevad ja suurendavad saaki	+	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Seened	RCP 8.5	2021-2050	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +112%	5.13.mets	niiskustingimused paranevad ja suurendavad saaki	+	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenaarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Seened	RCP 4.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +188%	5.13.mets	niiskustingimused paranevad ja suurendavad saaki	+	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Seened	RCP 8.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +272%	5.13.mets	niiskustingimused paranevad ja suurendavad saaki	+	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Seened	RCP 4.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13.mets	Vegetatsiooniperioodil võivad põhjustada saagi ikaldumise	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Seened	RCP 4.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13.mets	Vegetatsiooniperioodil võivad põhjustada saagi ikaldumise	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Seened	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13.mets	Vegetatsiooniperioodil võivad põhjustada saagi ikaldumise	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Eesti
Seened	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13.mets	Vegetatsiooniperioodil võivad põhjustada saagi ikaldumise	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Eesti
Seened	RCP 8.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13.mets	Vegetatsiooniperioodil võivad põhjustada saagi ikaldumise	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Seened	RCP 8.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13.mets	Vegetatsiooniperioodil võivad põhjustada saagi ikaldumise	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Seened	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13.mets	Vegetatsiooniperioodil võivad põhjustada saagi ikaldumise	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Eesti
Seened	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13.mets	Vegetatsiooniperioodil võivad põhjustada saagi ikaldumise	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Eesti
Seened	RCP 4.5	2021-2050	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.13.mets	niiskustingimused paranevad ja suurendavad saaki	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Seened	RCP 4.5	2051-2100	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.13.mets	niiskustingimused paranevad ja suurendavad saaki	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Puit toorainena, sh keemiatööstusele	RCP 4.5	2021-2050	Aastakeskmise temperatuuritõus +1 C	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Puit toorainena, sh keemiatööstusele	RCP 8.5	2021-2050	Aastakeskmise temperatuuritõus +1,8C	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Puit toorainena, sh keemiatööstusele	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +2,6 C	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	suur	suur	keskmine	otsene	Eesti
Puit toorainena, sh keemiatööstusele	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +4,3C	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	suur	suur	keskmine	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenaarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Puit toorainena, sh keemiatööstusele	RCP 4.5	2021-2050	Aastakeskmise sademete hulga kasv +6 %	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	väike	väike	keskmise	otsene	Eesti
Puit toorainena, sh keemiatööstusele	RCP 8.5	2021-2050	Aastakeskmise sademete hulga kasv +8%	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	väike	väike	keskmise	otsene	Eesti
Puit toorainena, sh keemiatööstusele	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise sademete hulga kasv +14%	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	suur	keskmise	keskmise	otsene	Eesti
Puit toorainena, sh keemiatööstusele	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise sademete hulga kasv +19%	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	suur	keskmise	keskmise	otsene	Eesti
Puit toorainena, sh keemiatööstusele	RCP 4.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +188%	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	keskmise	keskmise	keskmise	otsene	Eesti
Puit toorainena, sh keemiatööstusele	RCP 8.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +272%	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	keskmise	keskmise	keskmise	otsene	Eesti
Puit toorainena, sh keemiatööstusele	RCP 4.5	2021-2050	Lumikatte päevade arv 80 päeva	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	väike	väike	keskmise	otsene	Eesti
Puit toorainena, sh keemiatööstusele	RCP 8.5	2021-2050	Lumikatte päevade arv 72 päeva	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	väike	väike	keskmise	otsene	Eesti
Puit toorainena, sh keemiatööstusele	RCP 4.5	2051-2100	Lumikatte päevade arv 56 päeva	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	suur	suur	keskmise	otsene	Eesti
Puit toorainena, sh keemiatööstusele	RCP 8.5	2051-2100	Lumikatte päevade arv 37 päeva	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	suur	suur	keskmise	otsene	Eesti
Puit toorainena, sh keemiatööstusele	RCP 4.5	2051-2100	Mereveetaseme tõus +48 cm	5.09.mets	rannalähedastel aladel väheneb majandatavate metsade pindala	-	väike	väike	keskmise	otsene	Eesti
Puit toorainena, sh keemiatööstusele	RCP 8.5	2051-2100	Mereveetaseme tõus +64 cm	5.09.mets	rannalähedastel aladel väheneb majandatavate metsade pindala	-	väike	väike	keskmise	otsene	Eesti
Puit toorainena, sh keemiatööstusele	RCP 4.5	2021-2050	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.09.mets	liigniiskete ja üleujutatud metsaalade pindala väheneb	+	väike	väike	väike	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenaarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Puit toorainena, sh keemiatööstusele	RCP 4.5	2051-2100	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.09.mets	liigniiskete ja üleujutatud metsaalade pindala väheneb	+	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Puit toorainena, sh keemiatööstusele	RCP 8.5	2021-2050	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.09.mets	liigniiskete ja üleujutatud metsaalade pindala väheneb	+	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Puit toorainena, sh keemiatööstusele	RCP 8.5	2051-2100	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.09.mets	liigniiskete ja üleujutatud metsaalade pindala väheneb	+	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Puit toorainena, sh keemiatööstusele	RCP 4.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	keskmine	väike	väike	otsene	Eesti
Puit toorainena, sh keemiatööstusele	RCP 4.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	keskmine	väike	väike	otsene	Eesti
Puit toorainena, sh keemiatööstusele	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Puit toorainena, sh keemiatööstusele	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Puit toorainena, sh keemiatööstusele	RCP 8.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	keskmine	väike	väike	otsene	Eesti
Puit toorainena, sh keemiatööstusele	RCP 8.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	keskmine	väike	väike	otsene	Eesti
Puit toorainena, sh keemiatööstusele	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Puit toorainena, sh keemiatööstusele	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Puit toorainena, sh keemiatööstusele	RCP 4.5	2021-2050	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Puit toorainena, sh keemiatööstusele	RCP 4.5	2051-2100	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenaarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Puit toorainena, sh keemiatööstusele	RCP 8.5	2021-2050	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Puit toorainena, sh keemiatööstusele	RCP 8.5	2051-2100	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Puit kütteks	RCP 4.5	2021-2050	Aastakeskmise temperatuuritõus +1 C	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Puit kütteks	RCP 8.5	2021-2050	Aastakeskmise temperatuuritõus +1,8C	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Puit kütteks	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +2,6 C	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	suur	suur	keskmine	otsene	Eesti
Puit kütteks	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +4,3C	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	suur	suur	keskmine	otsene	Eesti
Puit kütteks	RCP 4.5	2021-2050	Aastakeskmise sademete hulga kasv +6 %	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Puit kütteks	RCP 8.5	2021-2050	Aastakeskmise sademete hulga kasv +8%	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Puit kütteks	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise sademete hulga kasv +14%	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	suur	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Puit kütteks	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise sademete hulga kasv +19%	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	suur	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Puit kütteks	RCP 4.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +188%	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Puit kütteks	RCP 8.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +272%	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Puit kütteks	RCP 4.5	2021-2050	Lumikattega päevade arv 80 päeva	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Puit kütteks	RCP 8.5	2021-2050	Lumikattega päevade arv 72 päeva	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Puit kütteks	RCP 4.5	2051-2100	Lumikattega päevade arv 56 päeva	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	suur	suur	keskmine	otsene	Eesti
Puit kütteks	RCP 8.5	2051-2100	Lumikattega päevade arv 37 päeva	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	suur	suur	keskmine	otsene	Eesti
Puit kütteks	RCP 4.5	2051-2100	Mereveetaseme tõus +48 cm	5.09.mets	rannalähedastel aladel väheneb majandatavate metsade pindala	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Puit kütteks	RCP 8.5	2051-2100	Mereveetaseme tõus +64 cm	5.09.mets	rannalähedastel aladel väheneb majandatavate metsade pindala	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenaarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Puit kütteks	RCP 4.5	2021-2050	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.09.mets	liigniiskete ja üleujutatud metsaalade pindala väheneb	+	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Puit kütteks	RCP 4.5	2051-2100	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.09.mets	liigniiskete ja üleujutatud metsaalade pindala väheneb	+	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Puit kütteks	RCP 8.5	2021-2050	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.09.mets	liigniiskete ja üleujutatud metsaalade pindala väheneb	+	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Puit kütteks	RCP 8.5	2051-2100	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.09.mets	liigniiskete ja üleujutatud metsaalade pindala väheneb	+	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Puit kütteks	RCP 4.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	keskmine	väike	väike	otsene	Eesti
Puit kütteks	RCP 4.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	keskmine	väike	väike	otsene	Eesti
Puit kütteks	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Puit kütteks	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Puit kütteks	RCP 8.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	keskmine	väike	väike	otsene	Eesti
Puit kütteks	RCP 8.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	keskmine	väike	väike	otsene	Eesti
Puit kütteks	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Puit kütteks	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Puit kütteks	RCP 4.5	2021-2050	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Puit kütteks	RCP 4.5	2051-2100	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Puit kütteks	RCP 8.5	2021-2050	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Puit kütteks	RCP 8.5	2051-2100	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2021-2050	Aastakeskmise temperatuuritõus +1 C	5.15.mets	Soodustab süsiniku sidumisevõimet	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenaarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2021-2050	Aastakeskmise temperatuuritõus +1,8C	5.15.mets	Soodustab süsiniku sidumisevõimet	+	väike	väike	keskmise	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +2,6 C	5.15.mets	Soodustab süsiniku sidumisevõimet	+	keskmise	väike	keskmise	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +4,3C	5.15.mets	Soodustab süsiniku sidumisevõimet	+	keskmise	väike	keskmise	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2021-2050	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +77%	5.15.mets	Mullasüsinik võib leostuda vette ja jõuda veekogudesse	0	väike	väike	keskmise	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2021-2050	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +112%	5.15.mets	Mullasüsinik võib leostuda vette ja jõuda veekogudesse	0	väike	väike	keskmise	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +188%	5.15.mets	Mullasüsinik võib leostuda vette ja jõuda veekogudesse	0	väike	väike	keskmise	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +272%	5.15.mets	Mullasüsinik võib leostuda vette ja jõuda veekogudesse	0	väike	väike	keskmise	otsene	Eesti
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 4.5	2051-2100	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +2 C	5.09.mets	Sügis ja talv on veerohkemad, metsaraie raskendatud	-	väike	väike	keskmise	otsene	Eesti
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 8.5	2051-2100	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +7 C	5.09.mets	Sügis ja talv on veerohkemad, metsaraie raskendatud	-	väike	väike	keskmise	otsene	Eesti
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 4.5	2021-2050	Mereveetaseme tõus +20 cm	5.09.mets	Rannaäärsetes metsades veerežiim muutub	-	väike	väike	keskmise	otsene	Eesti
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 8.5	2021-2050	Mereveetaseme tõus +26 cm	5.09.mets	Rannaäärsetes metsades veerežiim muutub	-	väike	väike	keskmise	otsene	Eesti
Looduslik veerežiim ja	RCP 4.5	2051-2100	Mereveetaseme tõus +48 cm	5.09.mets	Rannaäärsetes metsades veerežiim muutub	-	väike	väike	keskmise	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenaarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
veevoolu stabiilsus											
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 8.5	2051-2100	Mereveetaseme tõus +64 cm	5.09.mets	Rannaäärsetes metsades veerežiim muutub	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 4.5	2021-2050	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.09.mets	Toetab veevoolu stabiilsust, vähem liigniiskeid majandusmetsa alasid	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 4.5	2051-2100	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.09.mets	Toetab veevoolu stabiilsust, vähem liigniiskeid majandusmetsa alasid	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 8.5	2021-2050	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.09.mets	Toetab veevoolu stabiilsust, vähem liigniiskeid majandusmetsa alasid	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 8.5	2051-2100	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.09.mets	Toetab veevoolu stabiilsust, vähem liigniiskeid majandusmetsa alasid	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise sademete hulga kasv +14%	5.01.mets	Võib pärssida kaitset vee erosiooni vastu	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise sademete hulga kasv +19%	5.01.mets	Võib pärssida kaitset vee erosiooni vastu	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 4.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +188%	5.01.mets	Võib pärssida kaitset vee erosiooni vastu	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 8.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +272%	5.01.mets	Võib pärssida kaitset vee erosiooni vastu	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 4.5	2051-2100	Lumikatttega päevade arv 56 päeva	5.01.mets	Võib pärssida kaitset vee erosiooni vastu talvekuudel	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 8.5	2051-2100	Lumikatttega päevade arv 37 päeva	5.01.mets	Võib pärssida kaitset vee erosiooni vastu talvekuudel	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 4.5	2021-2050	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.01.mets	võib soodustada tuule erosiooni	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 4.5	2051-2100	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.01.mets	võib soodustada tuule erosiooni	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenaarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Kaitse erosiooni vastu	RCP 8.5	2021-2050	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.01.mets	võib soodustada tuule erosiooni	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 8.5	2051-2100	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.01.mets	võib soodustada tuule erosiooni	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 4.5	2021-2050	Mereveetaseme tõus +20 cm	5.01.mets	Suurendab erosiooni rannametsades	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 8.5	2021-2050	Mereveetaseme tõus +26 cm	5.01.mets	Suurendab erosiooni rannametsades	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 4.5	2051-2100	Mereveetaseme tõus +48 cm	5.01.mets	Suurendab erosiooni rannametsades	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 8.5	2051-2100	Mereveetaseme tõus +64 cm	5.01.mets	Suurendab erosiooni rannametsades	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 4.5	2021-2050	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.01.mets	Vähendab suurveest tingitud erosiooni	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 4.5	2051-2100	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.01.mets	Vähendab suurveest tingitud erosiooni	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 8.5	2021-2050	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.01.mets	Vähendab suurveest tingitud erosiooni	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 8.5	2051-2100	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.01.mets	Vähendab suurveest tingitud erosiooni	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.01.mets	võib hoogustada vee- või tuuleerosiooni	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.01.mets	võib hoogustada vee- või tuuleerosiooni	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.01.mets	võib hoogustada vee- või tuuleerosiooni	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.01.mets	võib hoogustada vee- või tuuleerosiooni	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2021-2050	Lumikattega päevade arv 80 päeva	5.05.mets	Talispordi võimaluste vähenemine	-	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja	RCP 8.5	2021-2050	Lumikattega päevade arv 72 päeva	5.05.mets	Talispordi võimaluste vähenemine	-	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenaarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
seotud välitegevused											
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2051-2100	Lumikattega päevade arv 56 päeva	5.05.mets	Talispordi võimaluste vähenemine	-	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2051-2100	Lumikattega päevade arv 37 päeva	5.05.mets	Talispordi võimaluste vähenemine	-	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.05.mets	Põuaperioodid võivad tingida metsamineku keelu kehtestamise	-	väike	keskmine	väike	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.05.mets	Põuaperioodid võivad tingida metsamineku keelu kehtestamise	-	väike	keskmine	väike	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.05.mets	Põuaperioodid võivad tingida metsamineku keelu kehtestamise	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.05.mets	Põuaperioodid võivad tingida metsamineku keelu kehtestamise	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.05.mets	Põuaperioodid võivad tingida metsamineku keelu kehtestamise	-	väike	keskmine	väike	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.05.mets	Põuaperioodid võivad tingida metsamineku keelu kehtestamise	-	väike	keskmine	väike	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenaarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
seotud välitegevused											
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.05.mets	Põuaperioodid võivad tingida metsamineku keelu kehtestamise	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.05.mets	Põuaperioodid võivad tingida metsamineku keelu kehtestamise	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2021-2050	Aastakeskmine temperatuuritõus +1 C	5.05.mets	Soodustab matkamist ja välitegevusi	+	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2021-2050	Aastakeskmine temperatuuritõus +1,8C	5.05.mets	Soodustab matkamist ja välitegevusi	+	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmine temperatuuritõus +2,6 C	5.05.mets	Soodustab matkamist ja välitegevusi	+	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmine temperatuuritõus +4,3C	5.05.mets	Soodustab matkamist ja välitegevusi	+	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2021-2050	Aastakeskmine sademetehulga kasv +6 %	5.05.mets	võib pärssida matkamist ja välitegevusi	-	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2021-2050	Aastakeskmine sademetehulga kasv +8%	5.05.mets	võib pärssida matkamist ja välitegevusi	-	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenaarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
seotud välitegevused											
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmine sademete hulga kasv +14%	5.05.mets	võib pärssida matkamist ja välitegevusi	-	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmine sademete hulga kasv +19%	5.05.mets	võib pärssida matkamist ja välitegevusi	-	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2021-2050	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +77%	5.05.mets	võib pärssida matkamist ja välitegevusi	-	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2021-2050	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +112%	5.05.mets	võib pärssida matkamist ja välitegevusi	-	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +188%	5.05.mets	võib pärssida matkamist ja välitegevusi	-	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +272%	5.05.mets	võib pärssida matkamist ja välitegevusi	-	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti

Lisa 4. Kliimariskide mõju sooökosüsteemi teenustele

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju
Marjad	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +2,6 C	5.19. soo	Pikeneb vegetatsiooniperiood	+	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Marjad	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +4,3	5.19. soo	Pikeneb vegetatsiooniperiood	+	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Marjad	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise sademete hulga kasv +14%	5.13. soo	Niiskustingimused võivad parandada saaki	+	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Marjad	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise sademete hulga kasv +19%	5.13. soo	Niiskustingimused võivad parandada saaki	+	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Marjad	RCP 4.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagedamine	5.13. soo	Saak võib hävineda äärmuslike temperatuuride tõttu, nt õitsemisajal	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Marjad	RCP 4.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagedamine	5.13. soo	Saak võib hävineda äärmuslike temperatuuride tõttu, nt õitsemisajal	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Marjad	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagedamine	5.13. soo	Saak võib hävineda äärmuslike temperatuuride tõttu, nt õitsemisajal	-	keskmine	väike	suur	otsene	Eesti
Marjad	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagedamine	5.13. soo	Saak võib hävineda äärmuslike temperatuuride tõttu, nt õitsemisajal	-	keskmine	väike	suur	otsene	Eesti
Marjad	RCP 8.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagedamine	5.13. soo	Saak võib hävineda äärmuslike temperatuuride tõttu, nt õitsemisajal	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Marjad	RCP 8.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagedamine	5.13. soo	Saak võib hävineda äärmuslike temperatuuride tõttu, nt õitsemisajal	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Marjad	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagedamine	5.13. soo	Saak võib hävineda äärmuslike temperatuuride tõttu, nt õitsemisajal	-	keskmine	väike	suur	otsene	Eesti
Marjad	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagedamine	5.13. soo	Saak võib hävineda äärmuslike temperatuuride tõttu, nt õitsemisajal	-	keskmine	väike	suur	otsene	Eesti
Muud bioenergia allikad	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +2,6 C	5.19. soo	Pikeneb turba kaevandamise periood	+	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Muud bioenergia allikad	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +4,3	5.19. soo	Pikeneb turba kaevandamise periood	+	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Muud bioenergia allikad	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise sademete hulga kasv +14%	5.17. soo	Võib takistada turba kaevandamist	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Muud bioenergia allikad	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise sademete hulga kasv +19%	5.17. soo	Võib takistada turba kaevandamist	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Muud bioenergia allikad	RCP 4.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +188%	5.17. soo	Võib takistada turba kaevandamist	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju
Muud bioenergia allikad	RCP 8.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +272%	5.17. soo	Võib takistada turba kaevandamist	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Muud bioenergia allikad	RCP 4.5	2051-2100	Lumikattega päevade arv 56 päeva	5.19. soo	Pikeneb turba kaevandamise periood	+	väike	väike	keskmise	otsene	Eesti
Muud bioenergia allikad	RCP 8.5	2051-2100	Lumikattega päevade arv 37 päeva	5.19. soo	Pikeneb turba kaevandamise periood	+	väike	väike	keskmise	otsene	Eesti
Muud bioenergia allikad	RCP 4.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.17. soo	Võib takistada turba kaevandamist	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Muud bioenergia allikad	RCP 4.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.17. soo	Võib takistada turba kaevandamist	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Muud bioenergia allikad	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.17. soo	Võib takistada turba kaevandamist	-	keskmise	keskmise	suur	otsene	Eesti
Muud bioenergia allikad	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.17. soo	Võib takistada turba kaevandamist	-	keskmise	keskmise	suur	otsene	Eesti
Muud bioenergia allikad	RCP 8.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.17. soo	Võib takistada turba kaevandamist	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Muud bioenergia allikad	RCP 8.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.17. soo	Võib takistada turba kaevandamist	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Muud bioenergia allikad	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.17. soo	Võib takistada turba kaevandamist	-	keskmise	keskmise	suur	otsene	Eesti
Muud bioenergia allikad	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.17. soo	Võib takistada turba kaevandamist	-	keskmise	keskmise	suur	otsene	Eesti
Väetised	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +2,6 C	5.19. soo	Pikeneb turba kaevandamise periood	+	keskmise	keskmise	keskmise	otsene	Eesti
Väetised	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +4,3	5.19. soo	Pikeneb turba kaevandamise periood	+	keskmise	keskmise	keskmise	otsene	Eesti
Väetised	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise sademete hulga kasv +14%	5.17. soo	Võib takistada turba kaevandamist	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Väetised	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise sademete hulga kasv +19%	5.17. soo	Võib takistada turba kaevandamist	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Väetised	RCP 4.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +188%	5.17. soo	Võib takistada turba kaevandamist	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Väetised	RCP 8.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +272%	5.17. soo	Võib takistada turba kaevandamist	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Väetised	RCP 4.5	2051-2100	Lumikattega päevade arv 56 päeva	5.19. soo	Pikeneb turba kaevandamise periood	+	väike	väike	keskmise	otsene	Eesti
Väetised	RCP 8.5	2051-2100	Lumikattega päevade arv 37 päeva	5.19. soo	Pikeneb turba kaevandamise periood	+	väike	väike	keskmise	otsene	Eesti
Väetised	RCP 4.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.17. soo	Võib takistada turba kaevandamist	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju suurus
Väetised	RCP 4.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.17. soo	Võib takistada turba kaevandamist	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Väetised	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.17. soo	Võib takistada turba kaevandamist	-	keskmine	keskmine	suur	otsene	Eesti
Väetised	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.17. soo	Võib takistada turba kaevandamist	-	keskmine	keskmine	suur	otsene	Eesti
Väetised	RCP 8.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.17. soo	Võib takistada turba kaevandamist	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Väetised	RCP 8.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.17. soo	Võib takistada turba kaevandamist	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Väetised	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.17. soo	Võib takistada turba kaevandamist	-	keskmine	keskmine	suur	otsene	Eesti
Väetised	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.17. soo	Võib takistada turba kaevandamist	-	keskmine	keskmine	suur	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2021-2050	Aastakeskmine temperatuuritõus +1 C	5.15. soo	Pikeneb süsiniku sidumise periood looduslikes soodes, kuid suureneb süsiniku emissioon rikutud soodes	0	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2021-2050	Aastakeskmine temperatuuritõus +1,8	5.15. soo	Pikeneb süsiniku sidumise periood looduslikes soodes, kuid suureneb süsiniku emissioon rikutud soodes	0	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmine temperatuuritõus +2,6 C	5.15. soo	Pikeneb süsiniku sidumise periood looduslikes soodes, kuid suureneb süsiniku emissioon rikutud soodes	0	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmine temperatuuritõus +4,3	5.15. soo	Pikeneb süsiniku sidumise periood looduslikes soodes, kuid suureneb süsiniku emissioon rikutud soodes	0	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2051-2100	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +2 C	5.15. soo	Süsinik võib naasta ringlusse	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2051-2100	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +7 C	5.15. soo	Süsinik võib naasta ringlusse	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmine temperatuuritõus +2,6 C	5.05. soo	Külastatavuse vähenemine talvel	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmine temperatuuritõus +4,3	5.05. soo	Külastatavuse vähenemine talvel	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmine sademetehulga kasv +14%	5.05. soo	Külastatavuse vähenemine	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmine sademetehulga kasv +19%	5.05. soo	Külastatavuse vähenemine	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +188%	5.05. soo	Külastatavuse vähenemine	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +272%	5.05. soo	Külastatavuse vähenemine	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2051-2100	Lumikattega päevade arv 56 päeva	5.05. soo	Külastatavuse vähenemine talvel	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju suund
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2051-2100	Lumikattega päevade arv 37 päeva	5.05. soo	Külastatavuse vähenemine talvel	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.05. soo	Külastatavuse vähenemine	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.05. soo	Külastatavuse vähenemine	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.05. soo	Külastatavuse vähenemine	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.05. soo	Külastatavuse vähenemine	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.05. soo	Külastatavuse vähenemine	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.05. soo	Külastatavuse vähenemine	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.05. soo	Külastatavuse vähenemine	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.05. soo	Külastatavuse vähenemine	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti

Lisa 5. Kliimariskide mõju tolmeldamise teenusele

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Looduslike putuktolmlejate taimede saak	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmine temperatuuritõus +2,6 C	5.13.tolm	Mõju on mõlemasuunaline, kuna sellest kliimariskist on võitjaid ja kaotajaid nii taimede kui tolmeldajate seas, mis omakorda mõjutab saagikust	0					
Looduslike putuktolmlejate taimede saak	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmine temperatuuritõus +4,3	5.13.tolm	Mõju on mõlemasuunaline, kuna sellest kliimariskist on võitjaid ja kaotajaid nii taimede kui tolmeldajate seas, mis omakorda mõjutab saagikust	0					
Looduslike putuktolmlejate taimede saak	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmine sademete hulga kasv +19%	5.13.tolm	Õitsemisaegsed sajud võivad vähendada tolmeldajate külastust ja tolmeldamise efektiivsust, ehk väheneb saak ja saagi kvaliteet	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Looduslike putuktolmlejate taimede saak	RCP 4.5	2051-2100	Lumikatte päevade arv 56 päeva	5.13.tolm	Mõju on mõlemasuunaline, kuna sellest kliimariskist on võitjaid ja kaotajaid nii taimede kui tolmeldajate seas, mis omakorda mõjutab saagikust	0					
Looduslike putuktolmlejate taimede saak	RCP 8.5	2051-2100	Lumikatte päevade arv 37 päeva	5.13.tolm	Mõju on mõlemasuunaline, kuna sellest kliimariskist on võitjaid ja kaotajaid nii taimede kui tolmeldajate seas, mis omakorda mõjutab saagikust	0					
Looduslike putuktolmlejate taimede saak	RCP 4.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13.tolm	Äärmuslikud kliimasündmused võivad kaasa tuua saagi ikaldumise	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Looduslike putuktolmlejate taimede saak	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13.tolm	Äärmuslikud kliimasündmused võivad kaasa tuua saagi ikaldumise	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Looduslike putuktolmlejate taimede saak	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13.tolm	Äärmuslikud kliimasündmused võivad kaasa tuua saagi ikaldumise	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Looduslike putuktolmlejate taimede saak	RCP 8.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13.tolm	Äärmuslikud kliimasündmused võivad kaasa tuua saagi ikaldumise	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Looduslike putuktolmlejate taimede saak	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13.tolm	Äärmuslikud kliimasündmused võivad kaasa tuua saagi ikaldumise	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Looduslike putuktolmlejate taimede saak	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13.tolm	Äärmuslikud kliimasündmused võivad kaasa tuua saagi ikaldumise	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Putuktolmlejate puu- ja köögiviljade saak	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise sademete hulga kasv +19%	5.13.tolm	Õitsemisaegsed sajud võivad vähendada tolmeldajate külastust ja tolmeldamisefektiivsust, ehk väheneb saak ja saagi kvaliteet	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Putuktolmlejate puu- ja köögiviljade saak	RCP 4.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +188%	5.13.tolm	Õitsemisaegsed sajud võivad vähendada tolmeldajate külastust ja tolmeldamisefektiivsust, ehk väheneb saak ja saagi kvaliteet	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Putuktolmlejate puu- ja köögiviljade saak	RCP 8.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +272%	5.13.tolm	Õitsemisaegsed sajud võivad vähendada tolmeldajate külastust ja tolmeldamisefektiivsust, ehk väheneb saak ja saagi kvaliteet	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Putuktolmlejate puu- ja köögiviljade saak	RCP 4.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13.tolm	Äärmuslikud kliimasündmused võivad kaasa tuua madala tolmeldamisefektiivsuse, ehk väheneb saak ja saagi kvaliteet	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Putuktolmlejate puu- ja köögiviljade saak	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13.tolm	Äärmuslikud kliimasündmused võivad kaasa tuua madala tolmeldamisefektiivsuse, ehk väheneb saak ja saagi kvaliteet	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Putuktolmlejate puu- ja köögiviljade saak	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13.tolm	Äärmuslikud kliimasündmused võivad kaasa tuua madala tolmeldamisefektiivsuse, ehk väheneb saak ja saagi kvaliteet	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Putuktolmlejate puu- ja köögiviljade saak	RCP 8.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13.tolm	Äärmuslikud kliimasündmused võivad kaasa tuua madala tolmeldamisefektiivsuse, ehk väheneb saak ja saagi kvaliteet	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Putuktolmlejate puu- ja köögiviljade saak	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13.tolm	Äärmuslikud kliimasündmused võivad kaasa tuua madala tolmeldamisefektiivsuse, ehk väheneb saak ja saagi kvaliteet	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Putuktolmlejate puu- ja köögiviljade saak	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13.tolm	Äärmuslikud kliimasündmused võivad kaasa tuua madala tolmeldamisefektiivsuse, ehk väheneb saak ja saagi kvaliteet	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Mesilasmee saak	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise sademete hulga kasv +14%	5.12.tolm	Vähem korjapäevi, mis vähendab potentsiaalselt meesaaki	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Mesilasmee saak	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise sademete hulga kasv +19%	5.12.tolm	Vähem korjapäevi, mis vähendab potentsiaalselt meesaaki	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Mesilasmee saak	RCP 4.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +188%	5.12.tolm	Vähem korjapäevi ja suurem nektarikadu, mis vähendab potentsiaalselt meesaaki	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Mesilasmee saak	RCP 8.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +272%	5.12.tolm	Vähem korjapäevi ja suurem nektarikadu, mis vähendab potentsiaalselt meesaaki	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Mesilasmee saak	RCP 4.5	2051-2100	Lumikattega päevade arv 56 päeva	5.12.tolm	Ühest küljest kulub vähem toitu talvel ja pered on kevadel paremas konditsioonis. Teisalt võib varem algav kevad ja pere aktiivsus pikendada perioodi, kui looduslikku toitu napib.	-	väike	väike	keskmine	kaudne	Eesti
Mesilasmee saak	RCP 8.5	2051-2100	Lumikattega päevade arv 37 päeva	5.12.tolm	Ühest küljest kulub vähem toitu talvel ja pered on kevadel paremas konditsioonis. Teisalt võib varem algav kevad ja pere aktiivsus pikendada perioodi, kui looduslikku toitu napib.	-	väike	väike	suur	kaudne	Eesti
Mesilasmee saak	RCP 4.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.12.tolm	Pikad sajuperioodid või pikaajased äärmuslikud temperatuurid võivad vähendada taimede nektarieritust ja meesaaki	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Mesilasmee saak	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.12.tolm	Pikad sajuperioodid või pikaajased äärmuslikud temperatuurid võivad vähendada taimede nektarieritust ja meesaaki	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Mesilasmee saak	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.12.tolm	Pikad sajuperioodid või pikaajased äärmuslikud temperatuurid võivad vähendada taimede nektarieritust ja meesaaki	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Mesilasmee saak	RCP 8.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.12.tolm	Pikad sajuperioodid või pikaajased äärmuslikud temperatuurid võivad vähendada taimede nektarieritust ja meesaaki	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Mesilasmee saak	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.12.tolm	Pikad sajuperioodid või pikaajased äärmuslikud temperatuurid võivad vähendada taimede nektarieritust ja meesaaki	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Mesilasmee saak	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.12.tolm	Pikad sajuperioodid või pikaajased äärmuslikud temperatuurid võivad vähendada taimede nektarieritust ja meesaaki	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Muude mesindussaaduste saak	RCP 8.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +272%	5.12.tolm	Pikaajalised äärmuslikud temperatuurid ja sademed võivad mõjutada õietolmu kogumist ja seega õietolmu ja suira saaki.	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Muude mesindussaaduste saak	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.12.tolm	Pikaajalised äärmuslikud temperatuurid ja sademed võivad mõjutada õietolmu kogumist ja seega õietolmu ja suira saaki.	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Muude mesindussaaduste saak	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.12.tolm	Pikaajalised äärmuslikud temperatuurid ja sademed võivad mõjutada õietolmu kogumist ja seega õietolmu ja suira saaki.	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Tolmeldamine	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise sademetehulga kasv +19%	5.13.tolm	Pinnases elavad tolmeldajad võivad uppuda, taimede tolmeldamine võib olla pärsitud	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Tolmeldamine	RCP 4.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +188%	5.13.tolm	Pinnases elavad tolmeldajad võivad uppuda, taimede tolmeldamine võib olla pärsitud	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Tolmeldamine	RCP 8.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +272%	5.13.tolm	Pinnases elavad tolmeldajad võivad uppuda, taimede tolmeldamine võib olla pärsitud	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Tolmeldamine	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13.tolm	Võib mõjutada kõiki tolmeldajaid, kes on teatud äärmusliku kliimasündmuse suhtes tundlik (jahedus mõjutab osasid erakmesilasi ja meemesilast, kuumus kimalasi, suurenenud sademehulgad pinnases elavaid erakmesilasi jne)	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Tolmeldamine	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13.tolm	Võib mõjutada kõiki tolmeldajaid, kes on teatud äärmusliku kliimasündmuse suhtes tundlik (jahedus mõjutab osasid erakmesilasi ja meemesilast, kuumus kimalasi, suurenenud sademehulgad pinnases elavaid erakmesilasi jne)	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Tolmeldamine	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13.tolm	Võib mõjutada kõiki tolmeldajaid, kes on teatud äärmusliku kliimasündmuse suhtes tundlik (jahedus mõjutab osasid erakmesilasi ja meemesilast, kuumus kimalasi, suurenenud sademehulgad pinnases elavaid erakmesilasi jne)	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Tolmeldamine	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13.tolm	Võib mõjutada kõiki tolmeldajaid, kes on teatud äärmusliku kliimasündmuse suhtes tundlik (jahedus mõjutab osasid erakmesilasi ja meemesilast, kuumus kimalasi, suurenenud sademehulgad pinnases elavaid erakmesilasi jne)	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Harrastusmesindus	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise sademehulga kasv +19%	5.12.tolm	Väheneb meesaak ja mesinduse perspektiivikus	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Harrastusmesindus	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.12.tolm	Pikaajalised äärmusliku temperatuuriga perioodid ja kevadised-suvised sajuperioodid vähendavad mesilasperede hulka ja meesaaki ning huvi mesinduse vastu	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Harrastusmesindus	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.12.tolm	Pikaajalised äärmusliku temperatuuriga perioodid ja kevadised-suvised sajuperioodid vähendavad mesilasperede hulka ja meesaaki ning huvi mesinduse vastu	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Harrastusmesindus	RCP 8.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.12.tolm	Pikaajalised äärmusliku temperatuuriga perioodid ja kevadised-suvised sajuperioodid vähendavad	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
					mesilasperede hulka ja meesaaki ning huvi mesinduse vastu						
Harrastusmesindus	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.12.tolm	Pikaajalised äärmusliku temperatuuriga perioodid ja kevadised-suvised sajuperioodid vähendavad mesilasperede hulka ja meesaaki ning huvi mesinduse vastu	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Harrastusmesindus	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.12.tolm	Pikaajalised äärmusliku temperatuuriga perioodid ja kevadised-suvised sajuperioodid vähendavad mesilasperede hulka ja meesaaki ning huvi mesinduse vastu	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti

Lisa 6. Kliimarisikide mõju mullaökosüsteemi teenustele

Alamvaldkond	Stsenaarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Toidutootmiskeskond (põllumaa/mulla olemasolu)	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +4,3	5.20.muld	Teadmata mõju						
Toidutootmiskeskond (põllumaa/mulla olemasolu)	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise sademetehulga kasv +14%	5.01.muld	Erosiooniohu ja toitainete väljaleostumise suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Toidutootmiskeskond (põllumaa/mulla olemasolu)	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise sademetehulga kasv +19%	5.01.muld	Erosiooniohu ja toitainete väljaleostumise suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Toidutootmiskeskond (põllumaa/mulla olemasolu)	RCP 4.5	2021-2050	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +77%	5.01.muld	Erosioonitundlikkuse suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Toidutootmiskeskond (põllumaa/mulla olemasolu)	RCP 8.5	2021-2050	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +112%	5.01.muld	Erosioonitundlikkuse suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Toidutootmiskeskond (põllumaa/mulla olemasolu)	RCP 4.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +188%	5.01.muld	Erosioonitundlikkuse suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Toidutootmiskeskond (põllumaa/mulla olemasolu)	RCP 8.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +272%	5.01.muld	Erosioonitundlikkuse suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Toidutootmiskeskond (põllumaa/mulla olemasolu)	RCP 4.5	2051-2100	Lumikatttega päevade arv 56 päeva	5.19.muld	Vegetatsiooniperiood pikeneb	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Toidutootmiskeskond (põllumaa/mulla olemasolu)	RCP 8.5	2051-2100	Lumikatttega päevade arv 37 päeva	5.19.muld	Vegetatsiooniperiood pikeneb	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Toidutootmiskeskond (põllumaa/mulla olemasolu)	RCP 4.5	2021-2050	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.01.muld	Tuuleerosioon võib kevadel suurenda	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Toidutootmiskeskond (põllumaa/mulla olemasolu)	RCP 4.5	2051-2100	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.01.muld	Tuuleerosioon võib kevadel suurenda	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Toidutootmiskeskond (põllumaa/mulla olemasolu)	RCP 8.5	2021-2050	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.01.muld	Tuuleerosioon võib kevadel suurenda	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Toidutootmiskeskond (põllumaa/mulla olemasolu)	RCP 8.5	2051-2100	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.01.muld	Tuuleerosioon võib kevadel suurenda	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Toidutootmiskeskond (põllumaa/mulla olemasolu)	RCP 4.5	2021-2050	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.19.muld	Vegetatsiooniperiood pikeneb	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenaarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Toidutootmiskeskond (põllumaa/mulla olemasolu)	RCP 4.5	2051-2100	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.19.muld	Vegetatsiooniperiood pikeneb	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Toidutootmiskeskond (põllumaa/mulla olemasolu)	RCP 8.5	2021-2050	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.19.muld	Vegetatsiooniperiood pikeneb	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Toidutootmiskeskond (põllumaa/mulla olemasolu)	RCP 8.5	2051-2100	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.19.muld	Vegetatsiooniperiood pikeneb	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Toidutootmiskeskond (põllumaa/mulla olemasolu)	RCP 4.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.01.muld	Erosiooniohu suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Toidutootmiskeskond (põllumaa/mulla olemasolu)	RCP 4.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.01.muld	Erosiooniohu suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Toidutootmiskeskond (põllumaa/mulla olemasolu)	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.01.muld	Erosioonitundlikkuse suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Toidutootmiskeskond (põllumaa/mulla olemasolu)	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.01.muld	Erosioonitundlikkuse suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Toidutootmiskeskond (põllumaa/mulla olemasolu)	RCP 8.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.01.muld	Erosiooniohu suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Toidutootmiskeskond (põllumaa/mulla olemasolu)	RCP 8.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.01.muld	Erosiooniohu suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Toidutootmiskeskond (põllumaa/mulla olemasolu)	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.01.muld	Erosioonitundlikkuse suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Toidutootmiskeskond (põllumaa/mulla olemasolu)	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.01.muld	Erosioonitundlikkuse suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Toidutootmiskeskond (põllumaa/mulla olemasolu)	RCP 4.5	2021-2050	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.13.muld	Liigniiskus võib vähendada saaki	-	keskmise	väike	suur	otsene	Eesti
Toidutootmiskeskond (põllumaa/mulla olemasolu)	RCP 4.5	2051-2100	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.13.muld	Liigniiskus võib vähendada saaki	-	keskmise	väike	suur	otsene	Eesti
Toidutootmiskeskond (põllumaa/mulla olemasolu)	RCP 8.5	2021-2050	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.13.muld	Liigniiskus võib vähendada saaki	-	keskmise	väike	suur	otsene	Eesti
Toidutootmiskeskond (põllumaa/mulla olemasolu)	RCP 8.5	2051-2100	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.13.muld	Liigniiskus võib vähendada saaki	-	keskmise	väike	suur	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +2,6 C	5.15.muld	Sidumisvõime paraneb	+	väike	väike	keskmise	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +4,3	5.15.muld	Sidumisvõime paraneb	+	väike	väike	keskmise	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise sademetelulga kasv +14%	5.15.muld	Süsiniku naasmine aineringsesse	-	väike	väike	keskmise	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenaarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise sademete hulga kasv +19%	5.15.muld	Süsiniku naasmine aineringsesse	-	väike	väike	keskmise	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2021-2050	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +77%	5.01.muld	Erosioonitundlikkuse suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2021-2050	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +112%	5.01.muld	Erosioonitundlikkuse suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +188%	5.01.muld	Erosioonitundlikkuse suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +272%	5.01.muld	Erosioonitundlikkuse suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2051-2100	Lumikatttega päevade arv 56 päeva	5.15.muld	Süsinikusidumisperiood pikeneb	+	väike	väike	keskmise	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2051-2100	Lumikatttega päevade arv 37 päeva	5.15.muld	Süsinikusidumisperiood pikeneb	+	väike	väike	keskmise	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2021-2050	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.01.muld	Tuuleerosioon võib kevadel suurened	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2051-2100	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.01.muld	Tuuleerosioon võib kevadel suurened	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2021-2050	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.01.muld	Tuuleerosioon võib kevadel suurened	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2051-2100	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.01.muld	Tuuleerosioon võib kevadel suurened	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2021-2050	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.01.muld	Vee-erosioonitundlik periood nihkub	0					
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2051-2100	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.01.muld	Vee-erosioonitundlik periood nihkub	0					
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2021-2050	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.01.muld	Vee-erosioonitundlik periood nihkub	0					
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2051-2100	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.01.muld	Vee-erosioonitundlik periood nihkub	0					
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.01.muld	Erosiooniohu suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenaarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.01.muld	Erosiooniohu suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.01.muld	Erosioonitundlikkuse suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.01.muld	Erosioonitundlikkuse suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.01.muld	Erosiooniohu suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.01.muld	Erosiooniohu suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.01.muld	Erosioonitundlikkuse suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.01.muld	Erosioonitundlikkuse suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2021-2050	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.20.muld	Teadmata mõju						
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2051-2100	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.20.muld	Teadmata mõju						
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2021-2050	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.20.muld	Teadmata mõju						
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2051-2100	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.20.muld	Teadmata mõju						
Mullaviljakus, mullakvaliteet	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +2,6 C	5.20.muld	Teadmata mõju						
Mullaviljakus, mullakvaliteet	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +4,3	5.20.muld	Teadmata mõju						
Mullaviljakus, mullakvaliteet	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise sademete hulga kasv +14%	5.01.muld	Erosiooniohu ja toitainete väljaleostumise suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Mullaviljakus, mullakvaliteet	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise sademete hulga kasv +19%	5.01.muld	Erosiooniohu ja toitainete väljaleostumise suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Mullaviljakus, mullakvaliteet	RCP 4.5	2021-2050	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +77%	5.01.muld	Erosioonitundlikkuse suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Mullaviljakus, mullakvaliteet	RCP 8.5	2021-2050	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +112%	5.01.muld	Erosioonitundlikkuse suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Mullaviljakus, mullakvaliteet	RCP 4.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +188%	5.01.muld	Erosioonitundlikkuse suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenaarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Mullaviljakus, mullakvaliteet	RCP 8.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +272%	5.01.muld	Erosioonitundlikkuse suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Mullaviljakus, mullakvaliteet	RCP 4.5	2021-2050	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.01.muld	Tuuleerosioon võib kevadel suurened	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Mullaviljakus, mullakvaliteet	RCP 4.5	2051-2100	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.01.muld	Tuuleerosioon võib kevadel suurened	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Mullaviljakus, mullakvaliteet	RCP 8.5	2021-2050	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.01.muld	Tuuleerosioon võib kevadel suurened	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Mullaviljakus, mullakvaliteet	RCP 8.5	2051-2100	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.01.muld	Tuuleerosioon võib kevadel suurened	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Mullaviljakus, mullakvaliteet	RCP 4.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.01.muld	Erosiooniohu suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Mullaviljakus, mullakvaliteet	RCP 4.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.01.muld	Erosiooniohu suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Mullaviljakus, mullakvaliteet	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.01.muld	Erosioonitundlikkuse suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Mullaviljakus, mullakvaliteet	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.01.muld	Erosioonitundlikkuse suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Mullaviljakus, mullakvaliteet	RCP 8.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.01.muld	Erosiooniohu suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Mullaviljakus, mullakvaliteet	RCP 8.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.01.muld	Erosiooniohu suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Mullaviljakus, mullakvaliteet	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.01.muld	Erosioonitundlikkuse suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Mullaviljakus, mullakvaliteet	RCP 4.5	2021-2050	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.13.muld	Liigniiskus võib vähendada saaki	-	keskmine	väike	suur	otsene	Eesti
Mullaviljakus, mullakvaliteet	RCP 4.5	2051-2100	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.13.muld	Liigniiskus võib vähendada saaki	-	keskmine	väike	suur	otsene	Eesti
Mullaviljakus, mullakvaliteet	RCP 8.5	2021-2050	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.13.muld	Liigniiskus võib vähendada saaki	-	keskmine	väike	suur	otsene	Eesti
Mullaviljakus, mullakvaliteet	RCP 8.5	2051-2100	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.13.muld	Liigniiskus võib vähendada saaki	-	keskmine	väike	suur	otsene	Eesti
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +2,6 C	5.01.muld	Vooluveetasemete ühtlustumine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +4,3	5.01.muld	Vooluveetasemete ühtlustumine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenaarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Kaitse erosiooni vastu	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +2,6 C	5.01.muld	Erosioon vee ja tuule kaudu võib suurened	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +4,3	5.01.muld	Erosioon vee ja tuule kaudu võib suurened	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise sademete hulga kasv +14%	5.01.muld	Erosiooniohu suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise sademete hulga kasv +19%	5.01.muld	Erosiooniohu suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 4.5	2021-2050	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +77%	5.01.muld	Erosioonitundlikkuse suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 8.5	2021-2050	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +112%	5.01.muld	Erosioonitundlikkuse suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 4.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +188%	5.01.muld	Erosioonitundlikkuse suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 8.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +272%	5.01.muld	Erosioonitundlikkuse suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 4.5	2051-2100	Lumikatte päevade arv 56 päeva	5.01.muld	Erosioonioht suureneb	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 8.5	2051-2100	Lumikatte päevade arv 37 päeva	5.01.muld	Erosioonioht suureneb	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 4.5	2021-2050	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.01.muld	Tuuleerosioon võib kevadel suurened	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 4.5	2051-2100	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.01.muld	Tuuleerosioon võib kevadel suurened	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 8.5	2021-2050	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.01.muld	Tuuleerosioon võib kevadel suurened	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 8.5	2051-2100	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.01.muld	Tuuleerosioon võib kevadel suurened	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 4.5	2021-2050	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.01.muld	Erosioonitundlik periood nihkub	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 4.5	2051-2100	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.01.muld	Erosioonitundlik periood nihkub	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenaarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Kaitse erosiooni vastu	RCP 8.5	2021-2050	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.01.muld	Erosioonitundlik periood nihkub	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 8.5	2051-2100	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.01.muld	Erosioonitundlik periood nihkub	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 4.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.01.muld	Erosiooniohu suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 4.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.01.muld	Erosiooniohu suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.01.muld	Erosioonitundlikkuse suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.01.muld	Erosioonitundlikkuse suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 8.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.01.muld	Erosiooniohu suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 8.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.01.muld	Erosiooniohu suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.01.muld	Erosioonitundlikkuse suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.01.muld	Erosioonitundlikkuse suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 4.5	2021-2050	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.01.muld	Erosioonitundlikkuse suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 4.5	2051-2100	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.01.muld	Erosioonitundlikkuse suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 8.5	2021-2050	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.01.muld	Erosioonitundlikkuse suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 8.5	2051-2100	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.01.muld	Erosioonitundlikkuse suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Haiguste ja patogeenide (taimedel, loomadel, inimesel) ohjeldamine	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +2,6 C	5.20.muld	Teadmata mõju						
Haiguste ja patogeenide (taimedel, loomadel, inimesel) ohjeldamine	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +4,3	5.20.muld	Teadmata mõju						
Haiguste ja patogeenide (taimedel, loomadel, inimesel) ohjeldamine	RCP 4.5	2021-2050	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +77%	5.20.muld	Teadmata mõju						

Alamvaldkond	Stsenaarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Haiguste ja patogeenide (taimedel, loomadel, inimesel) ohjeldamine	RCP 8.5	2021-2050	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +112%	5.20.muld	Teadmata mõju						
Haiguste ja patogeenide (taimedel, loomadel, inimesel) ohjeldamine	RCP 4.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +188%	5.20.muld	Teadmata mõju						
Haiguste ja patogeenide (taimedel, loomadel, inimesel) ohjeldamine	RCP 8.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +272%	5.20.muld	Teadmata mõju						
Haiguste ja patogeenide (taimedel, loomadel, inimesel) ohjeldamine	RCP 4.5	2051-2100	Lumikattega päevade arv 56 päeva	5.20.muld	Teadmata mõju						
Haiguste ja patogeenide (taimedel, loomadel, inimesel) ohjeldamine	RCP 8.5	2051-2100	Lumikattega päevade arv 37 päeva	5.20.muld	Teadmata mõju						
Haiguste ja patogeenide (taimedel, loomadel, inimesel) ohjeldamine	RCP 4.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13.muld	Mullaelustiku muutumine ja vaesumine võib vähendada saaki	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Haiguste ja patogeenide (taimedel, loomadel, inimesel) ohjeldamine	RCP 4.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13.muld	Mullaelustiku muutumine ja vaesumine võib vähendada saaki	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Haiguste ja patogeenide (taimedel, loomadel, inimesel) ohjeldamine	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.20.muld	Teadmata mõju						
Haiguste ja patogeenide (taimedel, loomadel, inimesel) ohjeldamine	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.20.muld	Teadmata mõju						
Haiguste ja patogeenide (taimedel, loomadel, inimesel) ohjeldamine	RCP 8.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13.muld	Mullaelustiku muutumine ja vaesumine võib vähendada saaki	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Haiguste ja patogeenide (taimedel, loomadel, inimesel) ohjeldamine	RCP 8.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13.muld	Mullaelustiku muutumine ja vaesumine võib vähendada saaki	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Haiguste ja patogeenide (taimedel, loomadel, inimesel) ohjeldamine	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.20.muld	Teadmata mõju						
Haiguste ja patogeenide (taimedel, loomadel, inimesel) ohjeldamine	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.20.muld	Teadmata mõju						

Alamvaldkond	Stsenaarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Haiguste ja patogeenide (taimedel, loomadel, inimesel) ohjeldamine	RCP 4.5	2021-2050	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.20.muld	Teadmata mõju						
Haiguste ja patogeenide (taimedel, loomadel, inimesel) ohjeldamine	RCP 4.5	2051-2100	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.20.muld	Teadmata mõju						
Haiguste ja patogeenide (taimedel, loomadel, inimesel) ohjeldamine	RCP 8.5	2021-2050	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.20.muld	Teadmata mõju						
Haiguste ja patogeenide (taimedel, loomadel, inimesel) ohjeldamine	RCP 8.5	2051-2100	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.20.muld	Teadmata mõju						
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumulereimine	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +2,6 C	5.20.muld	Teadmata mõju						
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumulereimine	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +4,3	5.20.muld	Teadmata mõju						
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumulereimine	RCP 4.5	2021-2050	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +77%	5.20.muld	Teadmata mõju						
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumulereimine	RCP 8.5	2021-2050	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +112%	5.20.muld	Teadmata mõju						
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumulereimine	RCP 4.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +188%	5.20.muld	Teadmata mõju						
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumulereimine	RCP 8.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +272%	5.20.muld	Teadmata mõju						
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumulereimine	RCP 4.5	2051-2100	Lumikattega päevade arv 56 päeva	5.20.muld	Teadmata mõju						

Alamvaldkond	Stsenaarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumulereimine	RCP 8.5	2051-2100	Lumikattega päevade arv 37 päeva	5.20.muld	Teadmata mõju						
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumulereimine	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.20.muld	Teadmata mõju						
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumulereimine	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.20.muld	Teadmata mõju						
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumulereimine	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.20.muld	Teadmata mõju						
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumulereimine	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.20.muld	Teadmata mõju						
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumulereimine	RCP 4.5	2021-2050	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.20.muld	Teadmata mõju						
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumulereimine	RCP 4.5	2051-2100	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.20.muld	Teadmata mõju						
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumulereimine	RCP 8.5	2021-2050	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.20.muld	Teadmata mõju						
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumulereimine	RCP 8.5	2051-2100	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.20.muld	Teadmata mõju						

Lisa 7. Kliimarisikide mõju niiduökosüsteemi teenustele

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Kariloomade saadused ja karjatamine	RCP 8.5	2021-2050	Aastakeskmise temperatuuritõus +1,8C	5.19.niit	Karjatamise periood pikeneb	+	keskmise	keskmise	keskmise	otsene	Eesti
Kariloomade saadused ja karjatamine	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +2,6 C	5.19.niit	Karjatamise periood pikeneb	+	keskmise	keskmise	keskmise	otsene	Eesti
Kariloomade saadused ja karjatamine	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +4,3C	5.19.niit	Karjatamise periood pikeneb	+	keskmise	keskmise	keskmise	otsene	Eesti
Kariloomade saadused ja karjatamine	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise sademete hulga kasv +14%	5.06.niit	Tekib vajadus täiendavate investeeringute järele (varjualused, karjamaade kraavitamine)	-	keskmise	keskmise	keskmise	otsene	Eesti
Kariloomade saadused ja karjatamine	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise sademete hulga kasv +19%	5.06.niit	Tekib vajadus täiendavate investeeringute järele (varjualused, karjamaade kraavitamine)	-	keskmise	keskmise	keskmise	otsene	Eesti
Kariloomade saadused ja karjatamine	RCP 4.5	2021-2050	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +77%	5.06.niit	Tekib vajadus täiendavate investeeringute järele (varjualused, karjamaade kraavitamine)	-	keskmise	väike	keskmise	otsene	Eesti
Kariloomade saadused ja karjatamine	RCP 8.5	2021-2050	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +112%	5.06.niit	Tekib vajadus täiendavate investeeringute järele (varjualused, karjamaade kraavitamine)	-	keskmise	väike	keskmise	otsene	Eesti
Kariloomade saadused ja karjatamine	RCP 4.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +188%	5.06.niit	Tekib vajadus täiendavate investeeringute järele (varjualused, karjamaade kraavitamine)	-	keskmise	keskmise	keskmise	otsene	Eesti
Kariloomade saadused ja karjatamine	RCP 8.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +272%	5.06.niit	Tekib vajadus täiendavate investeeringute järele (varjualused, karjamaade kraavitamine)	-	keskmise	keskmise	keskmise	otsene	Eesti
Kariloomade saadused ja karjatamine	RCP 4.5	2021-2050	Lumikattega päevade arv 80 päeva	5.19.niit	Karjatamise periood pikeneb	+	väike	väike	keskmise	otsene	Eesti
Kariloomade saadused ja karjatamine	RCP 8.5	2021-2050	Lumikattega päevade arv 72 päeva	5.19.niit	Karjatamise periood pikeneb	+	väike	väike	keskmise	otsene	Eesti
Kariloomade saadused ja karjatamine	RCP 4.5	2051-2100	Lumikattega päevade arv 56 päeva	5.19.niit	Karjatamise periood pikeneb	+	keskmise	keskmise	keskmise	otsene	Eesti
Kariloomade saadused ja karjatamine	RCP 8.5	2051-2100	Lumikattega päevade arv 37 päeva	5.19.niit	Karjatamise periood pikeneb	+	keskmise	keskmise	keskmise	otsene	Eesti
Kariloomade saadused ja karjatamine	RCP 4.5	2021-2050	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.06.niit	Tekib vajadus täiendavate investeeringute järele (varjualused)	-	keskmise	keskmise	keskmise	otsene	Eesti
Kariloomade saadused ja karjatamine	RCP 4.5	2051-2100	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.06.niit	Tekib vajadus täiendavate investeeringute järele (varjualused)	-	keskmise	keskmise	keskmise	otsene	Eesti
Kariloomade saadused ja karjatamine	RCP 8.5	2021-2050	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.06.niit	Tekib vajadus täiendavate investeeringute järele (varjualused)	-	keskmise	keskmise	keskmise	otsene	Eesti
Kariloomade saadused ja karjatamine	RCP 8.5	2051-2100	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.06.niit	Tekib vajadus täiendavate investeeringute järele (varjualused)	-	keskmise	keskmise	keskmise	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Kariloomade saadused ja karjatamine	RCP 4.5	2051-2100	Mereveetaseme tõus +48 cm	5.06.niit	Tekib vajadus täiendavate investeeringute järele (karjaaedade ümberpaigutamine)	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Kariloomade saadused ja karjatamine	RCP 8.5	2051-2100	Mereveetaseme tõus +64 cm	5.06.niit	Tekib vajadus täiendavate investeeringute järele (karjaaedade ümberpaigutamine)	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Kariloomade saadused ja karjatamine	RCP 4.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.06.niit	erakordsete investeeringute vajadus loomade heaolusse	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Kariloomade saadused ja karjatamine	RCP 4.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.06.niit	erakordsete investeeringute vajadus loomade heaolusse	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Kariloomade saadused ja karjatamine	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.06.niit	Tekib vajadus täiendavate ootamatute investeeringute järele	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Kariloomade saadused ja karjatamine	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.06.niit	Tekib vajadus täiendavate ootamatute investeeringute järele	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Kariloomade saadused ja karjatamine	RCP 8.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.06.niit	erakordsete investeeringute vajadus loomade heaolusse	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Kariloomade saadused ja karjatamine	RCP 8.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.06.niit	erakordsete investeeringute vajadus loomade heaolusse	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Kariloomade saadused ja karjatamine	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.06.niit	Tekib vajadus täiendavate ootamatute investeeringute järele	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Kariloomade saadused ja karjatamine	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.06.niit	Tekib vajadus täiendavate ootamatute investeeringute järele	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Kariloomade saadused ja karjatamine	RCP 4.5	2021-2050	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.07.niit	Madalamad karjamaad võivad muutuda karjatamiskõlbmatuks	-	keskmine	väike	keskmine	otsene	Eesti
Kariloomade saadused ja karjatamine	RCP 4.5	2051-2100	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.07.niit	Madalamad karjamaad võivad muutuda karjatamiskõlbmatuks	-	keskmine	väike	keskmine	otsene	Eesti
Kariloomade saadused ja karjatamine	RCP 8.5	2021-2050	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.07.niit	Madalamad karjamaad võivad muutuda karjatamiskõlbmatuks	-	keskmine	väike	keskmine	otsene	Eesti
Kariloomade saadused ja karjatamine	RCP 8.5	2051-2100	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.07.niit	Madalamad karjamaad võivad muutuda karjatamiskõlbmatuks	-	keskmine	väike	keskmine	otsene	Eesti
Bioenergia allikad (hein, energiapaju)	RCP 4.5	2021-2050	Aastakeskmise temperatuuritõus +1 C	5.19.niit	vegetatsiooniperiood pikeneb, kasv kiireneb	+	keskmine	väike	keskmine	otsene	Eesti
Bioenergia allikad (hein, energiapaju)	RCP 8.5	2021-2050	Aastakeskmise temperatuuritõus +1,8C	5.19.niit	vegetatsiooniperiood pikeneb, kasv kiireneb	+	keskmine	väike	keskmine	otsene	Eesti
Bioenergia allikad (hein, energiapaju)	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +2,6 C	5.19.niit	vegetatsiooniperiood pikeneb, kasv kiireneb	+	keskmine	väike	keskmine	otsene	Eesti
Bioenergia allikad (hein, energiapaju)	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +4,3C	5.19.niit	vegetatsiooniperiood pikeneb, kasv kiireneb	+	keskmine	väike	keskmine	otsene	Eesti
Bioenergia allikad (hein, energiapaju)	RCP 4.5	2021-2050	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +0,7 C	5.19.niit	vegetatsiooniperiood pikeneb, kasv kiireneb	+	keskmine	väike	keskmine	otsene	Eesti
Bioenergia allikad (hein, energiapaju)	RCP 8.5	2021-2050	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +1,0 C	5.19.niit	vegetatsiooniperiood pikeneb, kasv kiireneb	+	keskmine	väike	keskmine	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Bioenergia allikad (hein, energiapaju)	RCP 4.5	2051-2100	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +2 C	5.19.niit	vegetatsiooniperiood pikeneb, kasv kiireneb	+	keskmise	väike	keskmise	otsene	Eesti
Bioenergia allikad (hein, energiapaju)	RCP 8.5	2051-2100	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +7 C	5.19.niit	vegetatsiooniperiood pikeneb, kasv kiireneb	+	keskmise	väike	keskmise	otsene	Eesti
Loomasööt (hein)	RCP 4.5	2021-2050	Aastakeskmise temperatuuritõus +1 C	5.19.niit	vegetatsiooniperiood pikeneb, kasv kiireneb	+	keskmise	väike	keskmise	otsene	Eesti
Loomasööt (hein)	RCP 8.5	2021-2050	Aastakeskmise temperatuuritõus +1,8C	5.19.niit	vegetatsiooniperiood pikeneb, kasv kiireneb	+	keskmise	väike	keskmise	otsene	Eesti
Loomasööt (hein)	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +2,6 C	5.19.niit	vegetatsiooniperiood pikeneb, kasv kiireneb	+	keskmise	väike	keskmise	otsene	Eesti
Loomasööt (hein)	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +4,3C	5.19.niit	vegetatsiooniperiood pikeneb, kasv kiireneb	+	keskmise	väike	keskmise	otsene	Eesti
Loomasööt (hein)	RCP 4.5	2021-2050	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.06.niit	loomasööda maht ja kvaliteet madalamad	-	väike	väike	keskmise	otsene	Eesti
Loomasööt (hein)	RCP 4.5	2051-2100	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.06.niit	loomasööda maht ja kvaliteet madalamad	-	väike	väike	keskmise	otsene	Eesti
Loomasööt (hein)	RCP 8.5	2021-2050	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.06.niit	loomasööda maht ja kvaliteet madalamad	-	väike	väike	keskmise	otsene	Eesti
Loomasööt (hein)	RCP 8.5	2051-2100	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.06.niit	loomasööda maht ja kvaliteet madalamad	-	väike	väike	keskmise	otsene	Eesti
Loomasööt (hein)	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.06.niit	loomasööda maht ja kvaliteet madalamad	-	keskmise	keskmise	keskmise	otsene	Eesti
Loomasööt (hein)	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.06.niit	loomasööda maht ja kvaliteet madalamad	-	keskmise	keskmise	keskmise	otsene	Eesti
Loomasööt (hein)	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.06.niit	loomasööda maht ja kvaliteet madalamad	-	keskmise	keskmise	keskmise	otsene	Eesti
Loomasööt (hein)	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.06.niit	loomasööda maht ja kvaliteet madalamad	-	keskmise	keskmise	keskmise	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2021-2050	Aastakeskmise temperatuuritõus +1 C	5.15.niit	Süsiniku sidumine paraneb	+	väike	väike	keskmise	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2021-2050	Aastakeskmise temperatuuritõus +1,8C	5.15.niit	Süsiniku sidumine paraneb	+	väike	väike	keskmise	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +2,6 C	5.15.niit	Süsiniku sidumine paraneb	+	väike	väike	keskmise	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +4,3C	5.15.niit	Süsiniku sidumine paraneb	+	väike	väike	keskmise	otsene	Eesti
Üleujutuste ennetamine ja leevendamine	RCP 4.5	2021-2050	Mereveetaseme tõus +20 cm	5.07.niit	Karjatavate alade (rannaniidud) pindala võib väheneda	-	keskmise	keskmise	keskmise	otsene	Eesti
Üleujutuste ennetamine ja leevendamine	RCP 8.5	2021-2050	Mereveetaseme tõus +26 cm	5.07.niit	Karjatavate alade (rannaniidud) pindala võib väheneda	-	keskmise	keskmise	keskmise	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Üleujutuste ennetamine ja leevendamine	RCP 4.5	2051-2100	Mereveetaseme tõus +48 cm	5.07.niit	Karjatavate alade (rannaniidud) pindala võib väheneda	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Üleujutuste ennetamine ja leevendamine	RCP 8.5	2051-2100	Mereveetaseme tõus +64 cm	5.07.niit	Karjatavate alade (rannaniidud) pindala võib väheneda	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 4.5	2021-2050	Aastakeskmise temperatuuritõus +1 C	5.19.niit	Vegetatsiooniperiood pikeneb, kasv kiireneb, filtratsioonivõime paraneb	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 8.5	2021-2050	Aastakeskmise temperatuuritõus +1,8C	5.19.niit	Vegetatsiooniperiood pikeneb, kasv kiireneb, filtratsioonivõime paraneb	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +2,6 C	5.19.niit	Vegetatsiooniperiood pikeneb, kasv kiireneb, filtratsioonivõime paraneb	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +4,3C	5.19.niit	Vegetatsiooniperiood pikeneb, kasv kiireneb, filtratsioonivõime paraneb	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 4.5	2021-2050	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +77%	5.10.niit	Võib filtratsioonivõimet muuta ebaefektiivsemaks lühiajaliselt	-	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 8.5	2021-2050	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +112%	5.10.niit	Võib filtratsioonivõimet muuta ebaefektiivsemaks lühiajaliselt	-	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 4.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +188%	5.10.niit	Võib filtratsioonivõimet muuta ebaefektiivsemaks lühiajaliselt	-	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 8.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +272%	5.10.niit	Võib filtratsioonivõimet muuta ebaefektiivsemaks lühiajaliselt	-	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 4.5	2021-2050	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +0,7 C	5.19.niit	Vegetatsiooniperiood pikeneb, kasv kiireneb, filtratsioonivõime paraneb	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 8.5	2021-2050	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +1,0 C	5.19.niit	Vegetatsiooniperiood pikeneb, kasv kiireneb, filtratsioonivõime paraneb	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 4.5	2051-2100	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +2 C	5.19.niit	Vegetatsiooniperiood pikeneb, kasv kiireneb, filtratsioonivõime paraneb	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 8.5	2051-2100	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +7 C	5.19.niit	Vegetatsiooniperiood pikeneb, kasv kiireneb, filtratsioonivõime paraneb	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 4.5	2021-2050	Mereveetaseme tõus +20 cm	5.07.niit	Karjatavate alade (rannaniidud) pindala võib väheneda	-	keskmine	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 8.5	2021-2050	Mereveetaseme tõus +26 cm	5.07.niit	Karjatavate alade (rannaniidud) pindala võib väheneda	-	keskmine	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 4.5	2051-2100	Mereveetaseme tõus +48 cm	5.07.niit	Karjatavate alade (rannaniidud) pindala võib väheneda	-	keskmine	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 8.5	2051-2100	Mereveetaseme tõus +64 cm	5.07.niit	Karjatavate alade (rannaniidud) pindala võib väheneda	-	keskmine	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.16.niit	Liigsed sademed ja madalad temperatuurid võivad filtratsioonivõimet pärssida	-	keskmine	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.16.niit	Liigsed sademed ja madalad temperatuurid võivad filtratsioonivõimet pärssida	-	keskmine	väike	keskmine	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.16.niit	Lügsed sademed ja madalad temperatuurid võivad filtratsioonivõimet pärssida	-	keskmine	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.16.niit	Lügsed sademed ja madalad temperatuurid võivad filtratsioonivõimet pärssida	-	keskmine	väike	keskmine	otsene	Eesti

Lisa 8. Kliimarisikide mõju linnaökosüsteemi teenustele

Alamvaldkond	Stsenaarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Puu- ja köögiviljad (aiast)	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +2,6 C	5.19.linn	Pikeneb vegetatsiooniperiood	+	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Puu- ja köögiviljad (aiast)	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +4,3	5.19.linn	Pikeneb vegetatsiooniperiood	+	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Puu- ja köögiviljad (aiast)	RCP 4.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagedamine	5.13.linn	Püsikud võivad hävineda või saagikus väheneda	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Puu- ja köögiviljad (aiast)	RCP 4.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagedamine	5.13.linn	Püsikud võivad hävineda või saagikus väheneda	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Puu- ja köögiviljad (aiast)	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagedamine	5.13.linn	Püsikud võivad hävineda või saagikus väheneda	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Puu- ja köögiviljad (aiast)	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagedamine	5.13.linn	Püsikud võivad hävineda või saagikus väheneda	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Puu- ja köögiviljad (aiast)	RCP 8.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagedamine	5.13.linn	Püsikud võivad hävineda või saagikus väheneda	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Puu- ja köögiviljad (aiast)	RCP 8.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagedamine	5.13.linn	Püsikud võivad hävineda või saagikus väheneda	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Puu- ja köögiviljad (aiast)	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagedamine	5.13.linn	Püsikud võivad hävineda või saagikus väheneda	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Puu- ja köögiviljad (aiast)	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagedamine	5.13.linn	Püsikud võivad hävineda või saagikus väheneda	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Joogi- ja kastmisvesi	RCP 8.5	2021-2050	Aastakeskmise sademetehulga kasv +8%	5.08.linn	Kastmisvee kasutamise potentsiaal suureneb	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Joogi- ja kastmisvesi	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise sademetehulga kasv +14%	5.08.linn	Kastmisvee kasutamise potentsiaal suureneb	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Joogi- ja kastmisvesi	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise sademetehulga kasv +19%	5.08.linn	Kastmisvee kasutamise potentsiaal suureneb	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Joogi- ja kastmisvesi	RCP 4.5	2015-2020	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +11%	5.08.linn	Kastmisvee kasutamise potentsiaal suureneb	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Joogi- ja kastmisvesi	RCP 8.5	2015-2020	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +16%	5.08.linn	Kastmisvee kasutamise potentsiaal suureneb	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Joogi- ja kastmisvesi	RCP 4.5	2021-2030	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +33%	5.08.linn	Kastmisvee kasutamise potentsiaal suureneb	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Joogi- ja kastmisvesi	RCP 8.5	2021-2030	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +48%	5.08.linn	Kastmisvee kasutamise potentsiaal suureneb	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Joogi- ja kastmisvesi	RCP 4.5	2021-2050	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +77%	5.08.linn	Kastmisvee kasutamise potentsiaal suureneb	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Joogi- ja kastmisvesi	RCP 8.5	2021-2050	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +112%	5.08.linn	Kastmisvee kasutamise potentsiaal suureneb	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Joogi- ja kastmisvesi	RCP 4.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +188%	5.08.linn	Kastmisvee kasutamise potentsiaal suureneb	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Joogi- ja kastmisvesi	RCP 8.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +272%	5.08.linn	Kastmisvee kasutamise potentsiaal suureneb	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Joogi- ja kastmisvesi	RCP 4.5	2051-2100	Mereveetaseme tõus +48 cm	5.04.linn	Kambriumi-Vendi põhjavee segunemine mereveega võib muuta joogikõlbmatuks mitmete Harjumaa ja Ida-Virumaa linnade joogivee	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Eesti
Joogi- ja kastmisvesi	RCP 8.5	2051-2100	Mereveetaseme tõus +64 cm	5.04.linn	Kambriumi-Vendi põhjavee segunemine mereveega võib muuta joogikõlbmatuks mitmete Harjumaa ja Ida-Virumaa linnade joogivee	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Eesti
Joogi- ja kastmisvesi	RCP 4.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.08.linn	Põuaperioodid võivad mõjutada kastmisvee kättesaadavust	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Joogi- ja kastmisvesi	RCP 4.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.08.linn	Põuaperioodid võivad mõjutada kastmisvee kättesaadavust	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Joogi- ja kastmisvesi	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.08.linn	Põuaperioodid võivad mõjutada kastmisvee kättesaadavust	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Joogi- ja kastmisvesi	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.08.linn	Põuaperioodid võivad mõjutada kastmisvee kättesaadavust	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Joogi- ja kastmisvesi	RCP 8.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.08.linn	Põuaperioodid võivad mõjutada kastmisvee kättesaadavust	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Joogi- ja kastmisvesi	RCP 8.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.08.linn	Põuaperioodid võivad mõjutada kastmisvee kättesaadavust	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Joogi- ja kastmisvesi	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.08.linn	Põuaperioodid võivad mõjutada kastmisvee kättesaadavust	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Joogi- ja kastmisvesi	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.08.linn	Põuaperioodid võivad mõjutada kastmisvee kättesaadavust	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine (taimestik, muld)	RCP 8.5	2021-2050	Aastakeskmine temperatuuritõus +1,8	5.19.linn	Pikeneb vegetatsiooniperiood	+	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine (taimestik, muld)	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmine temperatuuritõus +2,6 C	5.19.linn	Pikeneb vegetatsiooniperiood	+	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine (taimestik, muld)	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmine temperatuuritõus +4,3	5.19.linn	Pikeneb vegetatsiooniperiood	+	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine (taimestik, muld)	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmine sademete hulga kasv +14%	5.03.linn	Vähendab soolareostuse kahjulikku mõju puudele	+	väike	keskmine	väike	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine (taimestik, muld)	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmine sademete hulga kasv +19%	5.03.linn	Vähendab soolareostuse kahjulikku mõju puudele	+	väike	keskmine	väike	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine (taimestik, muld)	RCP 4.5	2051-2100	Merevee aastakeskmise temperatuuri tõus +1,6 C	5.19.linn	Pikeneb vegetatsiooniperiood	+	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine (taimestik, muld)	RCP 8.5	2051-2100	Merevee aastakeskmise temperatuuri tõus +2,4 C	5.19.linn	Pikeneb vegetatsiooniperiood	+	väike	väike	suur	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Süsiniku hoidmine ja sidumine (taimestik, muld)	RCP 4.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse ja mulla seisundit	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine (taimestik, muld)	RCP 4.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse ja mulla seisundit	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine (taimestik, muld)	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse ja mulla seisundit	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine (taimestik, muld)	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse ja mulla seisundit	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine (taimestik, muld)	RCP 8.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse ja mulla seisundit	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine (taimestik, muld)	RCP 8.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse ja mulla seisundit	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine (taimestik, muld)	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse ja mulla seisundit	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine (taimestik, muld)	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse ja mulla seisundit	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine	RCP 8.5	2021-2050	Aastakeskmise temperatuuritõus +1,8	5.19.linn	Pikeneb vegetatsiooniperiood	+	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +2,6 C	5.19.linn	Pikeneb vegetatsiooniperiood	+	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +4,3	5.19.linn	Pikeneb vegetatsiooniperiood	+	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise sademete hulga kasv +14%	5.03.linn	Vähendab soolareostuse kahjulikku mõju puudele	+	väike	keskmine	väike	otsene	Eesti
Kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise sademete hulga kasv +19%	5.03.linn	Vähendab soolareostuse kahjulikku mõju puudele	+	väike	keskmine	väike	otsene	Eesti
Kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine	RCP 4.5	2051-2100	Merevee aastakeskmise temperatuuri tõus +1,6 C	5.19.linn	Kliima reguleerimise periood pikeneb	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine	RCP 8.5	2051-2100	Merevee aastakeskmise temperatuuri tõus +2,4 C	5.19.linn	Kliima reguleerimise periood pikeneb	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine	RCP 4.5	2051-2100	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +2 C	5.19.linn	Kliima reguleerimise periood pikeneb	+	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine	RCP 8.5	2051-2100	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +7 C	5.19.linn	Kliima reguleerimise periood pikeneb	+	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine	RCP 4.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse ja mulla seisundit	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine	RCP 4.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse ja mulla seisundit	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse ja mulla seisundit	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse ja mulla seisundit	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine	RCP 8.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse ja mulla seisundit	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine	RCP 8.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse ja mulla seisundit	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse ja mulla seisundit	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse ja mulla seisundit	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Müra leevendamine (puud, põõsad)	RCP 8.5	2021-2050	Aastakeskmise temperatuuritõus +1,8	5.19.linn	Pikeneb vegetatsiooniperiood	+	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Müra leevendamine (puud, põõsad)	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +2,6 C	5.19.linn	Pikeneb vegetatsiooniperiood	+	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Müra leevendamine (puud, põõsad)	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +4,3	5.19.linn	Pikeneb vegetatsiooniperiood	+	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Müra leevendamine (puud, põõsad)	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise sademetehulga kasv +14%	5.03.linn	Vähendab soolareostuse kahjulikku mõju puudele	+	väike	keskmine	väike	otsene	Eesti
Müra leevendamine (puud, põõsad)	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise sademetehulga kasv +19%	5.03.linn	Vähendab soolareostuse kahjulikku mõju puudele	+	väike	keskmine	väike	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tihenõsus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Müra leevendamine (puud, põõsad)	RCP 4.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse seisundit	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Müra leevendamine (puud, põõsad)	RCP 4.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse seisundit	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Müra leevendamine (puud, põõsad)	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse seisundit	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Müra leevendamine (puud, põõsad)	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse seisundit	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Müra leevendamine (puud, põõsad)	RCP 8.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse seisundit	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Müra leevendamine (puud, põõsad)	RCP 8.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse seisundit	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Müra leevendamine (puud, põõsad)	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse seisundit	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Müra leevendamine (puud, põõsad)	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse seisundit	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Õhukvaliteedi reguleerimine (taimestik)	RCP 8.5	2021-2050	Aastakeskmise temperatuuritõus +1,8	5.19.linn	Pikeneb vegetatsiooniperiood	+	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Õhukvaliteedi reguleerimine (taimestik)	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +2,6 C	5.19.linn	Pikeneb vegetatsiooniperiood	+	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Õhukvaliteedi reguleerimine (taimestik)	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +4,3	5.19.linn	Pikeneb vegetatsiooniperiood	+	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Õhukvaliteedi reguleerimine (taimestik)	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise sademete hulga kasv +14%	5.03.linn	Vähendab soolareostuse kahjulikku mõju puudele	+	väike	keskmine	väike	otsene	Eesti
Õhukvaliteedi reguleerimine (taimestik)	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise sademete hulga kasv +19%	5.03.linn	Vähendab soolareostuse kahjulikku mõju puudele	+	väike	keskmine	väike	otsene	Eesti
Õhukvaliteedi reguleerimine (taimestik)	RCP 4.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse seisundit	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Õhukvaliteedi reguleerimine (taimestik)	RCP 4.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse seisundit	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Õhukvaliteedi reguleerimine (taimestik)	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse seisundit	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Õhukvaliteedi reguleerimine (taimestik)	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse seisundit	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Õhukvaliteedi reguleerimine (taimestik)	RCP 8.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse seisundit	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Õhukvaliteedi reguleerimine (taimestik)	RCP 8.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse seisundit	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Õhukvaliteedi reguleerimine (taimestik)	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse seisundit	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Õhukvaliteedi reguleerimine (taimestik)	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse seisundit	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise sademetehulga kasv +14%	5.05.linn	Väheneb külalistatavus	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise sademetehulga kasv +19%	5.05.linn	Väheneb külalistatavus	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +272%	5.05.linn	Väheneb külalistatavus	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse seisundit ja atraktiivsust	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse seisundit ja atraktiivsust	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse seisundit ja atraktiivsust	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse seisundit ja atraktiivsust	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Stressi ja seotud probleemide ja haiguste vähendamine (taimestik, rohealad)	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse seisundit ja atraktiivsust	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Stressi ja seotud probleemide ja haiguste vähendamine (taimestik, rohealad)	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse seisundit ja atraktiivsust	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Stressi ja seotud probleemide ja haiguste vähendamine (taimestik, rohealad)	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse seisundit ja atraktiivsust	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Stressi ja seotud probleemide ja haiguste vähendamine (taimestik, rohealad)	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse seisundit ja atraktiivsust	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti