



KESKKONNAMINISTEERIUM

TARTU ÜLIKOOL

 **Eesti Maaülikool**
Estonian University of Life Sciences

www.emu.ee



SISEKAITSEAKADEEMIA
ESTONIAN ACADEMY OF SECURITY SCIENCES

 **NIBR**
Norwegian Institute for
Urban and Regional Research

Kliimamuutuste mõjude hindamine ja kohanemismeetmete väljatöötamine planeeringute, maakasutuse, inimestervise ja päästevõimekuse teemas (KATI)

Assessment of climate change impacts and elaboration of adaptation instruments in the field of planning, land use, health and rescue management

II vahearuanne



Toila, august 2003, Rein Aidma foto

ICELAND
LIECHTENSTEIN
NORWAY
 **eea
grants**

Tartu 2015

www.eegrants.org

1 Aruande koostas Tartu Ülikool koos Eesti Maaülikooli, Sisekaitseakadeemia ja Norra
2 Linna- ja regionaaluuringuute Instituudiga.

3 Aruande autorid:

Antti Roose, projektijuht

4 Mait Sepp, kliimaekspert

5 Pilleriine Kamenjuk, toimetaja

6 **Maakasutus ja planeerimine**

7 Martin Gauk, linnastumiseekspert, kaarditoimetaja

8 Tanel Tamm, GIS ekspert, kaarditoimetaja

9 Maila Kuusik, planeeringute peaekspert

10 Tiiu Pärn, planeeringute ekspert

11 Karri Tiigisoon, linnaruumi ekspert

12 Priit Annus, planeerimiseekspert

13 Valentina Sagris, GIS peaekspert

14 Tõnu Oja, maakasutuse peaekspert

15 Kjell Harvold, kohanemismetmete ekspert

16 **Rannikualad, teised üleujutusohuga alad,**

17 **maaparandus**

18 Alar Rosentau, rannikualade peaekspert

19 Enn Karro, rannikualade peaekspert

20 Merle Muru, riskialade ekspert

21 Marge Uppin, geoloogiaekspert

22 Toomas Tamm, maaparanduse peaekspert

23 Arvo Järvet, maaparanduse peaekspert

24 Arno Kanal, mullaekspert

25 **Tervis**

26 Hans Orru, tervisevaldkonna juht

27 Daniel Oudin Åström, tervisevaldkonna ekspert

28 Christofer Åström, tervisevaldkonna ekspert

29 Astrid Saava, tervisevaldkonna peaekspert

30 Ene Indermitte, tervisevaldkonna vanemekspert

31 Kaidi Rekker, tervisevaldkonna ekspert

32 **Päästevõimekus**

33 Ants Tammepuu, päästeteema juht

34 Jaan Tross, päästevõimekuse vanemekspert

35

36

37

38

39

Kontaktandmed:

Vanemuise 46, 51014, Tartu

40

telefon 737 6841

41

e-post: pilleriine.kamenjuk@ut.ee

42

<http://www.geograafia.ut.ee/et/teadustegevus/kati>

43

44

45

Uuringu tellija: Keskkonnaministeerium

1 SISUKORD

2	Kokkuvõte	5
3	Summary	9
4	Lühendid.....	11
5	Mõisted.....	12
6	1. Sissejuhatus	16
7	1.1. Lähtekohad	18
8	2. Metoodika.....	20
9	2.1. Kliimamuutused	20
10	2.1.1. Tõlgendamine.....	23
11	2.1.2. Kliimanormide ja stsenaariumite kasutamine kliimamuutuste mõjude	
12	hindamisel	24
13	2.1.3. Tulevikkliima regioonid	30
14	2.2. Kliimamuutuse mõju ja haavatavuse hindamine.....	36
15	2.2.1. Paduvihmade üleujutuste modelleerimine.....	39
16	2.2.2. Kuupäevade haavatavuse hindamine linnades	41
17	2.3. Rannikualad.....	41
18	2.4. Maaparandus	42
19	2.5. Linnad.....	43
20	2.6. Tervis.....	43
21	3. Valdkondlikud ülevaated.....	45
22	I Planeerimine ja maakasutus	47
23	3.1. Rannikualad.....	47
24	3.1.1. Üleujutused rannikualadel	47
25	3.1.2. Randade erosioon ja maalihked jõgede suudmealadel	55
26	3.1.3. Uurimisvajadus.....	63
27	3.1.4. Mõjude üldistus	64
28	3.2. Teised üleujutusohuga alad	66
29	3.3. Maaparandus	67
30	3.3.1. Kuivendus.....	67
31	3.3.2. Niisutus.....	73
32	3.3.3. Uurimisvajadus.....	76
33	3.3.4. Mõjude üldistus	76
34	3.4. Linnad.....	80
35	3.4.1. Tormid.....	81
36	3.4.2. Üleujutused.....	82

1	3.4.3.	Kuumalained	98
2	3.4.4.	Ruumiline planeerimine kliimakoanemise meetmena.....	110
3	3.4.5.	Uurimisvajadus.....	115
4	3.4.6.	Mõjude üldistus	115
5	II	Tervis ja päästevõimekus.....	118
6	3.5.	Tervis.....	118
7	3.5.1.	Äärmuslikud ilmastikunähtused	119
8	3.5.2.	Õhukvaliteet ja allergiad.....	134
9	3.5.3.	Veega seotud probleemid	141
10	3.5.4.	Toiduohutus.....	143
11	3.5.5.	Siirutajate kaudu levivad haigused.....	145
12	3.5.6.	Ultraviolettkiirgus ja päikesevalgus	148
13	3.5.7.	Ebavõrdsus ja keskkonnamuutuste põhjustatud migratsioon	151
14	3.5.8.	Tervisesüsteem ja selle mõju kliimamuutustega koanemisele	152
15	3.5.9.	Elanike kliimamuutuste riskide tunnetamisest, kokkupuutest äärmuslike	
16		ilmastikuoludega ning suhtumisest nendega seotud tervisemõjudesse	156
17	3.5.10.	Uurimisvajadus.....	159
18	3.5.11.	Mõjude üldistus	161
19	3.6.	Päästevõimekus	171
20	3.6.1.	Üleujutused.....	173
21	3.6.2.	Metsatulekahjud	176
22	3.6.3.	Uurimisvajadus.....	180
23	3.6.4.	Mõjude üldistus	181
24		Kasutatud kirjandus.....	184
25		Lisad.....	205
26	Lisa 1.	Õhutemperatuuri muutused nüüdis- ja tulevikukliimas.....	205
27	Lisa 2.	Üleujutusmõjud ärihoonetele ja tootmishoonetele	207
28	Lisa 3.	Haavatavuse sotsiaalmajanduslike tegurite teemakaardid.....	210
29	Lisa 4.	Seminarimaterjalide lingid	214
30	Lisa 5.	Kliimamuutuste mõju küsitluse tulemused.....	217
31	Lisa 5.	Kliimakoanemise uuringute prioriteetid asustuse ja inimese temaatikas	219
32			
33			

1 KOKKUVÕTE

2 Kliimakoahanemise uuringuid viiakse läbi Euroopa Majanduspiirkonna
 3 Finantsmehhanismi 2009–2014 programmi "Integreeritud mere ja siseveekogude
 4 majandamine" toetusel „Eesti riikliku kliimamuutuste mõjuga koahanemise strateegia
 5 ja rakenduskava ettepaneku väljatöötamise“ projekti raames. Projekti
 6 „Kliimamuutuste mõjude hindamine ja koahanemismeetmete väljatöötamine
 7 planeeringute, maakasutuse, inimtervise ja päästevõimekuse teemas“ (KATI)
 8 vahearuanandes esitatakse lisaks juba algatusaruandes käsitletud valdkondlikule
 9 hetkeolukorra analüüsile kliimamuutuste mõjuhinnangud ning edasine uurimisvajadus
 10 Eestis.

11 Käsitlevate teemade alavaldkondlik jaotus on järgmine.

Valdkond	Alavaldkond	Metoodiline alus
Planeerimine ja maakasutus		
Rannikualad	Üleujutused	Euroopa Liidu strateegia kliimamuutustega koahanemiseks COM 216. Euroopa Komisjoni töödokument „Commission Staff Working Document. Climate change adaptation, coastal and marine issues“, SWD (2013) 133 final. Euroopa Komisjoni töödokument „Commission Staff Working Document. Adapting infrastructure to climate change“, SWD (2013) 137 final.
	Erosioon ja maalihked	
Teised üleujutusohuga alad	-	Veeraamdirektiivi 2000/60/EÜ kohaselt on koostatud 2014. a veemajanduskavades nimetatud aladele riskide maandamiskavad. Veeseaduse 5 1. peatükk Üleujutusohuga seotud riskide hindamine ja maandamine (RT I 2010).
Maaparandus	Kuivendus	Tehnilises jaotuses. Veeraamdirektiivi 2000/60/EÜ kohaselt käsitletakse teemat veemajanduskavades. Kohaldatakse veeseadust (RT I 2010).
	Niisutus	
Linnad	Tormid	Euroopa Liidu strateegia kliimamuutustega koahanemiseks COM 216. Euroopa Komisjoni töödokument „Impact Assessment – Part 1“, SWD (2013) 132 final. Euroopa Komisjoni töödokument „Commission Staff Working Document. Adapting infrastructure to climate change“, SWD (2013) 137 final. Euroopa linnade kliimamuutustega koahanemise strateegiad uuring (Ricardo-AEA, 2013).
	Üleujutused	
	Kuumalained	
Tervis ja päästevõimekus		
Tervis	Äärmuslikud ilmastikunähtused	Euroopa Komisjoni töödokument „Commission Staff Working Document. Adaptation to climate change impacts on human, animal and plant health“, SWD (2013) 136 final.
	Õhukvaliteet ja allergiad	
	Veega seotud probleemid	
	Toiduohutus	
	Siirutajate kaudu levivad haigused	
	Ultraviolettkiirgus ja päikesevalgus	
Päästevõimekus	Üleujutused	Hädaolukorra seadus (2009) ning Vabariigi Valitsuse korraldusega sätestatud hädaolukorra tüübid (Vabariigi Valitsus, 2013).
	Metsatulekahjud	

1 Uuringute ja mõjuhindangute lähtestamisel võetakse aluseks järgmiseid asjaolusid.
 2 Alustades Eestis kliimakohanemise uuringuid ja riikliku strateegia koostamist teistest
 3 Põhja- ja Lääne-Euroopa riikidest kümme aastat hiljem, saab kasutada nende
 4 riikide teadmuseid ja praktilisi kogemusi. Ometi sõltub see üsna palju riiklikest ja
 5 kohalikest asjaoludest, muuhulgas keskkonnateadlikkusest, elatustasemest ja
 6 heaoluriigi mudelist ega tarvitse pädeda Eestis. Sestap on Eestis esmajärjekorras ja
 7 riiklikult oluline kliimateadlikkuse tõstmine ning teadmuse suurendamine. Samuti,
 8 paljud praktilised kohanemismeetmed juba ilmnenud riskide maandamiseks ei nõua
 9 eraldi täiendavat süsteemi ega ressursse, vaid on sidusalt rakendatavad juba
 10 olemasolevate valdkonna poliitikate ja tegevuste raames. 21. sajandi tehnoloogilises
 11 infoühiskonnas esineb ka õpitud abitust, mis võib inimeste loomulikku
 12 kohanemisvõimet pärssida. See on teadlikkuse, käitumise ja kogemuse küsimus. Ka
 13 Eestis on probleemiks tõusmas ülereguleeritus.

14 Kliimakohanemine peab olema kohapõhine. Paljud erakorraliste ilmastikuolude
 15 mõjud avalduvad vägagi piiratud alal. Haavatavuse ja kliimamuutuste mõjude
 16 hinnangu koostamisel lähtutakse eeldusest, et eksponeeritus, tundlikkus ja
 17 kohanemisvõimekus on ruumiliselt varieeruvad nähtused. Selles uuringus kasutatakse
 18 ruumianalüüsil paljusid olemasolevaid kliima-, ühiskonna- ja kohanemistegurite
 19 ruumiandmeid. Seejuures peab hindama kliimariskide kõrval ka kõiki teisi
 20 ühiskonnaarengu riske, pidades silmas, et ühiskond muutub ju kiiremini kui kliima
 21 või selle mõjud. Kaardilisas on esitatud haavatavuse sotsiaalmajanduslike tegurite
 22 teemakaardid. Hinnangu tulemus sisaldab kõige olulisemate mõjude ruumilist jaotust
 23 riigi, regiooni või linna tasemel, näidates ära mõjutatud rahvastiku, majandustegevuse
 24 ja/või majandusliku väärtuse jaotuse selleks, et eeskätt keskenduda suure
 25 esinemisriskiga ohtudele ja hädaolukordade võimalikkusele riskialadel.

26 **Rannikualad.** Tormide põhjustatud veetõusud ja sellest tingitud rannikualade
 27 üleujutused on globaalne probleem ning kliimamuutused, eelkõige meretaseme tõus ja
 28 tormide sagenemine, süvendavad probleeme tulevikus. Mandriliustike sulamise ja
 29 ookeanide soojusliku paisumise tulemusena on maailmamere tase hakanud
 30 varasemast kiiremini tõusma ning prognoosid näitavad, et see tõus intensiivistub 21.
 31 sajandi jooksul veelgi. Arvestades maakerke kiirustega Eesti alal ja maailmamere
 32 taseme tõusu prognoosidega, võib kliimamuutuste tõttu asenduda pikaajaline
 33 suhteline meretaseme languse trend tõusutrendiga, mis omakorda võib avaldada mõju
 34 kuhje- ja kulutusprotsessidele Eesti rannikul. Maailmamere taseme tõusu,
 35 läänetormide sagenemise ja talvise jääkatte vähenemise koosmõjul võib
 36 üleujutusosalade ulatus ning randade erosioon Eesti rannikualadel tulevikus suurenedada.
 37 Maalihete risk võib tulevikus esineda valedes planeerimisotsustes tulemusena.

38 **Üleujutusohuga seotud riskiks** on üleujutuse esinemise tõenäosus koos üleujutusest
 39 inimese tervisele, varale, keskkonnale, kultuuripärandile ja majandustegevusele
 40 põhjustatud võimalike kahjulike tagajärgedega. Veemajanduskavade koostamise
 41 protsessis on Keskkonnaministeerium 2014. aasta lõpus avalikustanud üleujutusohuga
 42 seotud riskide maandamiskavad. See on Eesti senises riiklikult koordineeritud ja
 43 strateegiliselt kavandatud kliimakohanemise tegevuses kõige põhjalikumalt
 44 läbitöötatud valdkond. Veemajanduskavade väljatöötamise tulemusi ja tegevustikku
 45 saab ühildada kliimakohanemise eesmärkide ja tegevustega.

46 **Linnad.** Kliimamuutused on juba avaldamas mõju Eesti linnadele ning üleujutuste ja
 47 tormidega tuleb ruumilisel planeerimisel ja linnakorralduses arvestada. Kliimamuutus,
 48 ja soojusaarte efekt, õhureostus ja üleujutusrisk, võimendab olemasolevaid

1 probleeme ning linnasüsteemid on oma dünaamikas üsnagi tundlikud. Kõige
 2 olulisemad kliimategurid (riskid), mis Eesti linnadele mõju avaldavad, on tormid,
 3 üleujutused ja kuumalained. Neist kõige suurema mõjuga on üleujutused, mis leiavad
 4 aset rannikul, ohustades nelja linna ja kaheksat alevikku. Pärnu hoogsadude
 5 modelleerimine näitas ka tänavate ja parklate üleujutamise riske. Tiheasustuse
 6 tihedus, morfoloogia ning rohe- ja veealade osakaal linnamuustris võimaldab
 7 probleeme leevendada ja ka kohaneda. Eesti linnade haavatavus kliimamuutuste
 8 suhtes sõltub eelkõige rahvastikuprotsessidest, milleks on rahvastiku kahanemine ja
 9 vananemine, iibe langus, aga ka kasvav ruumiline polariseerumine, tallinnastumine ja
 10 Harjumaa tihenemine, eeslinnastumine, väikelinnade hääbumine, ääremaastumine
 11 ning ulatuslik väljaränne. Kliimariskide sagenemine tulevikus on väga tõenäoline
 12 ning mitmete linnade haavatavus suureneb oluliselt seoses rahvastiku kiire
 13 kahanemisega.

14 Eestis on mitmeid õigusakte, mille alusel on võimalik planeeringute koostamisel
 15 kliimamuutustega kaasnevaid riske ennetada. Siia kuuluvad nii keskkonnamõju
 16 strateegilise hindamise kui riskianalüüsi tulemuste arvestamine planeeringute
 17 koostamisel kui ka ehituskeeluvööndi ning üleujutusala selgem määratlemine
 18 planeeringutes. Teatav vajadus võib tekkida olemasolevate õigusaktide täiendamiseks,
 19 kuid olulisem ülesanne on siiski õigusaktide tegelik sisustamine ja täitmine
 20 kliimamuutustega kohanemise kontekstis.

21 **Tervis.** Ilm ja kliima mängivad väga olulist rolli inimeste terviseseisundi
 22 kujunemisel. Kliimamuutused mõjutavad tavapäraseid ilmastikutingimusi, millega me
 23 antud piirkonnas harjunud oleme. Kõrgemad temperatuurid suurendavad
 24 kuumapäevade ja kuumalainete arvu, mis omakorda viib kuumaga seotud
 25 haigestumiste ja surmade sagenemisele, mida tõestati 2010. aasta analüüsis – suremus
 26 suurenes 30%. Kõrgemad temperatuurid soodustavad ka soojussaare efekti tekkimist,
 27 mis lisaks linnadele avaldub ka väiksemates asulates – seda tõestati 2014. aasta
 28 kuumalainete andmetel. Sagedasemate tormide tõttu suureneb üleujutuste ning suure
 29 tuulega seotud õnnetuste risk. Kõrgemad temperatuurid halvendavad ka õhukvaliteeti,
 30 suurendavad ultraviolettkiirguse hulka ning võivad forsseerida veega seotud
 31 probleeme. Sellised muutused kliimaatilistes tingimustes võivad omakorda viia vee,
 32 toidu või siirutajate kaudu levivate haiguste sagenemiseni. Peale selle sõltuvad
 33 kliimamuutuste tervise mõjud veel mitmetest teistest teguritest nagu tervisesüsteemide
 34 võimekus ja valmisolek, elanike tundlikkus ja ebavõrdsus, haavatavamate elanike
 35 (eakad, lapsed, kroonilised haiged jt) osakaal ning hoiatussüsteemide olemasolu ja
 36 tervisesüsteemide kohanemisvõime muutuva kliimaga. Kliimapagulaste teema ei ole
 37 seni olnud aktuaalne.

38 **Päästevõimekus.** Kliimamuutuste tagajärgedega seoses tuleb valmis olla õnnetusteks,
 39 mis võivad vallanduda sagenevate äärmuslike ilmastikuolude tagajärjel ning nende
 40 tagajärgedeks, sh raskesti ligipääsetavates kohtades. Kliimamuutustega on seotud
 41 järgmised hädaolukorra liigid: ulatuslik metsa- või maastikutulekahju, üleujutus
 42 tiheasustusalal, raskete tagajärgedega torm, paljude inimeste tervisekahjustused või
 43 hukkumine jää tekkimisel või lagunemisel, epideemia, erakordselt külm või kuum
 44 ilm, massiline põgenike sissetule riiki, paljude Eesti elanike elu ja tervist ohustav
 45 sündmus välisriigis. Tänapäeval on Eestis tegeletud peamiselt kliimamuutuste
 46 leevendamise ja hädaolukordade lahendamise, kuid edaspidi tuleks enam
 47 tähelepanu pöörata kliimamuutustega kohanemisele, kusjuures kohanemine antud
 48 kontekstis tähendab eelkõige kliimamuutustest tulenevate riskide maandamist ja
 49 vajadust suurendada ühiskonna ning keskkonna valmisolekut ja vastupanuvõimet

1 kliimamuutustega toimetulekuks. Riskihaldust saab tõhustada kliimamuutustest
2 mõjutatud hädaolukordade kontekstis, tagamaks paremaid ennetamise ja
3 leevendamise võimalusi. Arendamist vajab ka riskikommunikatsioon – avalikkuse
4 teavitamine ja varajane hoiatamine, võimaldamaks elulise teabe ajalist jõudmist
5 enamiku ohustatud isikuteni. Oluline on ka päästeteenistuse vahendite arendamine
6 kliimamuutustega seotud hädaolukordadeks, sest ehkki üldiselt metsa- ja
7 maastikutulekahjude arv väheneb, on suurenemas kliimategurite tõttu puhkenud
8 tulekahjude arv.

9

1 SUMMARY

2 The II Interim Report of the project "**Assessment of climate change impacts and**
 3 **elaboration of adaptations measures: planning, land use, health and rescue**
 4 **management**" (KATI) elaborates impacts of climate change and assesses
 5 vulnerabilities. It also lists surveys-to-be which are needed to understand better effects
 6 and facilitate adaptation.

7 Policy areas are divided into following sub-sections.

Policy area	Sub-section	Methodological basis
Planning and land use		
Coastal areas	Flooding in coastal areas	An EU Strategy on adaptation to climate change COM 216. Commission Staff Working Document „Climate change adaptation, coastal and marine issues“, SWD (2013) 133 final. Commission Staff Working Document „Adapting infrastructure to climate change“, SWD (2013) 137 final.
	Erosion and landslides in coastal areas	
Other flooding risk areas	-	According to Water Framework Directive 2000/60/EC water management plans are adopted for flooding-risk areas. Water Law §5 1 on flooding risks (RT I 2010).
Land reclamation	Drainage	According to Water Framework Directive 2000/60/EC water management plans are adopted for flooding-risk areas. Water Law §5 1 on flooding risks (RT I 2010).
	Irrigation	
Urban areas	Storm	An EU Strategy on adaptation to climate change COM 216. Commission Staff Working Document „Impact Assessment – Part 1“, SWD (2013) 132 final. Commission Staff Working Document „Adapting infrastructure to climate change“, SWD (2013) 137 final. A study „Adaptation strategies for European cities“ (Ricardo-AEA, 2013).
	Flooding	
	Heat waves	
Health and rescue management		
Health	Extreme weather events	Commission Staff Working Document "Adaptation to climate change impacts on human, animal and plant health", SWD (2013) 136 final.
	Air quality and allergies	
	Water-related problems	
	Food safety	
	Vector-borne diseases	
	Ultraviolet radiation and sunlight	
	Inequality and environmental changes caused by migration	
Rescue management	Flooding	Emergency law (2009) and climate-related types of emergency (Vabariigi Valitsus, 2013).
	Forest fires	

8

9 **Coastal areas.** As a result of the melting of the continental glaciers and the thermal
 10 expansion of the oceans, the global sea level has started to rise faster than before and
 11 forecasts indicate that this increase will be even more intense in the 21st century.
 12 Considering present post-glacial land uplift rates of Estonian coastal areas and the
 13 global ocean level rise projections, the long-existed relative sea level lowering trend
 14 can be very likely replaced by a relative sea-level rise trend during 21st century. The
 15 sea level rise together with the increased storm frequency and decreased winter ice

1 cover period will very likely raise the extent of floods and intensify the erosion of
2 beaches and other coastal areas in Estonia during 21st century.

3 **Flood risk** and its consequences can harm human health, property, the environment,
4 cultural heritage and economic activity. The Ministry of the Environment
5 commissioned water management plans including flooding risks mitigation by the end
6 of 2014. The anti-flooding policy area is the most coordinated and strategically
7 planned policy area in the climate adaptation field. Water management plans for the
8 development and the results can be integrated with activities of adaptation policy.

9 **Urban areas.** Climate change is having an impact on Estonian cities already and the
10 risks are increasing. Climate change, especially extreme weather events like coastal
11 storms, floods and heat waves are exacerbating many current and future social,
12 economic, and environmental problems, but proactive adaptation and mitigation can
13 enhance resilience and provide additional opportunities for sustainability and growth.

14 There are already several urban planning instruments, tools and laws in place for
15 climate adaptation like environmental impact assessment, risk assessment and
16 restriction zones for construction in certain buffer and flood areas that help to prevent
17 climate risks. However, further integration of climate issues into existing laws,
18 strategies and land use plans is essential to have a broader scope in reducing the
19 vulnerability and strengthening the adaptive capacity of the urban system against
20 climate change.

21 **Health.** Weather and climate play a significant role in affecting people's health.
22 Changes in climate affect the average weather conditions, which we are accustomed
23 to in this region. Higher temperatures increase, for example, the number of hot days
24 and heat waves, which in turn leads to the higher incidence of heat-related illnesses
25 and deaths. More frequent storms and high winds are associated with increased flood
26 risk for accidents. Higher temperatures also decrease air quality, increase the exposure
27 to ultraviolet radiation, and may rise of water-related problems. Such changes in
28 climatic conditions can also lead more frequently to water, food, or vector-borne
29 diseases. In addition a number of other factors also affect health effects of climate
30 change. There are the ability and readiness of health systems to adapt to changing
31 climate, the sensitivity of the population, the inequalities, and vulnerable populations
32 (elderly, children, the chronically ill, etc.) and the availability of warning systems.

33 **Rescue management.** Disasters and negative consequences of climate change could
34 be triggered as a result of more frequent extreme weather, floods, forest fires, storms,
35 extremely cold or hot weather. Disasters can happen in places hard-to-reach. Climate
36 change is related to the following emergency events: large-scale forest and landscape
37 fire, flooding in densely populated areas, serious consequences of storm, health
38 disorders of many people, physical losses by ice; the epidemic events, an extremely
39 cold or hot weather, massive refugee immigration in the country, life threatening
40 event in a foreign country for many Estonians. Until now, Estonia has pursued
41 primarily mitigation and management of emergency events in relation to climate
42 change, but in the future more attention should be given to adaptation to climate
43 change, with the need to increase social and environmental resilience to cope with
44 climate change. Developing and implementing early-warning systems play an
45 important role in advancing risk management and in informing the population in a
46 timely manner.

1 **LÜHENDID**

2 **EK** Euroopa Komisjon

3 **EL** Euroopa Liit

4 **IPCC** Valitsustevaheline Kliimamuutuste Paneel (*Intergovernmental Panel on*
5 *Climate Change*)

6 **KAUR** Eesti Keskkonnaagentuur

7 **KKM** Keskkonnaministeerium

8 **WHO** Maailma Terviseorganisatsioon (*World Health Organisation*)

9 **WMO** Maailma Meteoroloogiaorganisatsioon (*World Meteorological Organisation*)

10 **ÜRO** Ühinenud Rahvaste Organisatsioon

11

1 MÕISTED¹

2 **Ekspositsioon**, kokkupuude, eksponeeritus, kontakt *exposure*. Isendi (olendi)
3 kokkupuude keskkonna füüsilise, keemilise või bioloogilise ohuteguriga viisil, mis
4 annab võimaluse selle sattumiseks kehasse (absorbeerimiseks verre) või kohalikuks
5 toimimiseks kokkupuutekohas. Ekspositsioonis on olulised: teguri olemus,
6 ekspositsiooni rada, tee, tase ja aeg (kestus); ekspositsiooni mõõtühikuks on
7 ekspositsiooni tase x aeg (nt mg/m³/h).

8 **Haavatavus** on süsteemi tundlikkuse määr ja suutlikkus tulla toime ebasoodsate
9 kliimamuutuste mõjuga, sealhulgas kliima varieerumise ja äärmustega. Haavatavus on
10 süsteemile mõjuva kliimamuutuse ja kliima muutlikkuse iseloomu, ulatuse ja kiiruse
11 funktsioon, selle süsteemi tundlikkus ja kohanemisvõime (IPCC, 2007).

12 **Hädaolukord**. Sündmus või sündmuste ahel, mis ohustab paljude inimeste elu või
13 tervist või põhjustab suure varalise kahju või suure keskkonnakahju või tõsiseid ja
14 ulatuslikke häireid elutähtsa teenuse toimepidevuses ning mille lahendamiseks on
15 vajalik mitme asutuse või nende kaasatud isikute kiire kooskõlastatud tegevus
16 (Hädaolukorra seadus, 2009).

17 **Keskkond** *environment*

18 **Keskkonnaga kohanemine** *environmental tolerance, adaptation*. Protsess,
19 mille käigus organism kohaneb keskkonna muutunud/uute tingimustega nii, et
20 suudab ellu jääda ja paljuneda.

21 **Keskkonnamõju** *environmental impact, environmental effect*. Mistahes
22 tegevusega eeldatavalt kaasnev vahetu või kaudne mõju keskkonnale, inimese
23 tervisele ja heaolule, kultuuripärandile või varale.

24 **Keskkonnamõju strateegiline hindamine** (KSH) *strategic environmental*
25 *assessment* (SEA).

26 **Keskkonnamõju hindamine** (KMH) *environmental impact assessment*
27 (EIA). Kavandatava tegevuse eeldatava keskkonnamõju selgitamine,
28 hindamine ja kirjeldamine, selle mõju vältimis- või leevendamisevõimaluste
29 analüüsimine ning sobivaima lahendusvariandi valik.

30 **Keskkonnalähtene tervisemõju** *environmental health impact* (EHI).
31 Keskkonnas toimuva või kavandatava tegevuse poolt inimeste tervisele ja/või
32 heaolule avalduv (võimalik) mõju, vrd keskkonnalähtene terviserisk.

33 **Keskkonnalähtene terviserisk** *environmental health risk* (EHR). Keskkonna
34 ohutegurite ekspositsioonist põhjustatud risk inimese tervisele ja heaolule, nt
35 tervise halvenemise tõenäosus keemiliste ainete liigsest saamisest õhu, vee või
36 toidu kaudu, aga ka kokkupuutest kiirguste ja tõvestavate mikroobidega, vrd
37 keskkonnalähtene tervisemõju.

38 **Keskkonnalähtese tervisemõju hindamine** (KTMH) *environmental health*
39 *impact assessment* (EHIA). Keskkonnas toimuva või kavandatava tegevuse
40 või selle alternatiivide poolt inimeste tervisele ja heaolule võimaliku
41 avaldatava mõju kvalitatiivne hindamine epidemioloogilistele ja/või

¹ Osa mõisteid leiavad käsitlemist järgmistes aruannetes.

1 toksikoloogilistele uuringutele põhinedes; eesmärgiks on varustada
2 otsustaja(id) vastava teabega kõigi reaalsete tegevusvariantide võimalike
3 tervise mõjude kohta ning soovitada optimaalne lahendus, vrd
4 keskkonnalähtese terviseriski hindamine.

5 **Keskkonnalähtese terviseriski hindamine** (KTRH) *environmental health*
6 *risk assesment* (EHRA). Keskkonna ohutegurite ekspositsioonist põhjustatud
7 tervisehäirete avaldumise tõenäosuse kvantitatiivne hindamine, vrd
8 keskkonnalähtese tervise mõju hindamine.

9 **Keskkonnahäiring** *environmental disturbance*. Inimtegevusega kaasnev
10 vahetu või kaudne ebasoodne mõju keskkonnale, sealhulgas keskkonna kaudu
11 toimiv mõju inimese tervisele, heaolule või varale või kultuuripärandile.
12 Keskkonnahäiring on ka selline ebasoodne mõju keskkonnale, mis ei ületa
13 arvulist normi või mis on arvulise normiga reguleerimata.

14 **Keskkonnarisk** on vähendamist vajava keskkonnahäiringu tekkimise
15 võimalikkus.

16 **Keskkonnaoht** on olulise keskkonnahäiringu tekkimise piisav tõenäosus.

17 **Kliima** on teatud piirkonnale omane pikaajaline keskmistatud ilmade režiim.

18 **Nüüdiskliima** on lähimineviku kliima, mis on väljendatud kliimanormiga ehk
19 pikaajalise keskmise näitajaga kolmekümne aasta pikkusest andmerekast, antud
20 aruandes 1970–2000 (on kasutusel juba ka 1980–2010

21 **Tulevikukliima** on väljendatud IPCC kliimastenaariumitega kaheks
22 perioodiks 2040–2070 ning 2070–2100, antud uuringus eelistatud
23 põhistsenaariumiks RCP4.5, kuid ettevaatuspõhimõtte kohaselt lähtutakse
24 mõjude hindamisel ka äärmuslikust/pessimistlikust RCP8.5st.

25 **Mikrokliima** on käsitletud eeskätt linnauuringutes, mis on väljendatud
26 kliimana väikesel maa-alal, peamiselt kvartalite, väljakute, parkide ja tänavate
27 meteoroloogilise režiimina.

28 **Kliimaregioon** on suhteliselt sarnase kliimaga, teatava tüübiüldistusega
29 piirkond, antud uuringus on nüüdis- ja tulevikukliima regioonid jagatud kolm
30 klassi.

31 **Kriisireguleerimine**. Meetmete süsteem, mis hõlmab hädaolukorra ennetamist,
32 hädaolukorraks valmistumist, hädaolukorra lahendamist (Hädaolukorra seadus, 2009).

33 **Oht, ohtlikkus** *hazard, danger*. Teguri, tegevuse, nähtuse või sündmuse olemuslik
34 võime (omadus) kahjustada keskkonda, inimese tervist, heaolu, vara vms (nt
35 kemikaalid, patogeensed, jääpurikad, põleng jm).

36 **Keskkonnaoht**, keskkonnalähtene oht *environmental hazards*. Inimeste
37 tervisele ja heaolule või ka keskkonna ökoloogilisele tasakaalule võimalikku
38 kahjulikku mõju avaldavate tegurite esinemine elukeskkonnas.

39 **Ohutegur** *hazardous factor*. Tegur, millel on olemuslik võime (omadus)
40 kahjustada keskkonda, inimese tervist, heaolu, vara vms.

41 **Abiootilised ohutegurid** *abiotic hazardous factors*. Ümbritsevast eluta
42 loodusest pärinevad füüsikalised ja keemilised ohutegurid, mis võivad õhu,
43 toidu, vee või pinnase kaudu inimeseni jõuda ning põhjustada tervisehäireid.

1 **Füüsikaline oht** *physical hazard*. Olukord, kus mistahes füüsikalised tegurid,
2 nähtused ja sündmused elukeskkonnas võivad põhjustada tervisehäireid; nende
3 häirete tekke võimalus.

4 **Füüsikalised ohutegurid** *physical hazardous factors*. Keskkonnas esinevad
5 füüsikalised tegurid, mis võivad õhu, vee, toidu või pinnase kaudu inimeseni
6 jõuda ning ohustada tervist. Nendeks on ebasobiv õhutemperatuur, õhuniiskus,
7 õhu liikumine ja õhurõhk, samuti müra, vibratsioon, elektromagnetiline kiirgus
8 vms.

9 **Keemiline oht** *chemical hazard*. Olukord, kus elukeskkonnas olevad
10 keemilised ained võivad põhjustada tervisehäireid; nende häirete tekke
11 võimalus.

12 **Keemilised ohutegurid** *chemical hazardous factors*. Keskkonnas esinevad
13 ohtlikud keemilised ained ja neid sisaldavad materjalid, mis võivad õhu, vee,
14 toidu või pinnase kaudu inimeseni jõuda ning ohustada tervist.

15 **Bioloogiline oht** *biological hazard*. Olukord, kus mistahes elusvormid või
16 nende produtseeritud toksiinid/ained elukeskkonnas võivad põhjustada
17 tervisehäireid; nende häirete tekke võimalus.

18 **Bioloogilised ohutegurid**, biotilised ohutegurid *biological hazardous*
19 *factors, biotic hazardous factors*. Keskkonnas leiduvad bakterid, viirused,
20 seened, rakukultuurid ja inimese parasiidid ning bioloogiliselt aktiivsed ained,
21 mis võivad (reostunud) õhu, vee, toidu või pinnase kaudu inimeseni jõuda
22 ning ohustada tervist, nt põhjustada nakkus- või parasitaarhaigust, mürgistust,
23 allergiat vms.

24 **Päästesündmus**. Päästesündmus päästeseaduse tähenduses on ootamatu olukord, mis
25 vahetult ohustab füüsikaliste või keemiliste protsesside kaudu inimese elu, tervist,
26 vara või keskkonda tulekahju, loodusõnnetuse, plahvatuse, liiklusõnnetuse, keskkonna
27 reostuse või muu sarnase olukorra korral (Päästeseadus, 2010)

28 **Risk** *risk*. Kahjuliku toime avaldumise või sündmuse toimumise (ebasoovitava
29 tulemi) tõenäosus riskiteguri reaalse ekspositsiooni korral (kui isend on olnud
30 eksponeeritud kindlale hulgale ohule).

31 **Keskkonnarisk** *environmental risk*. Tõenäosus põhjustada soovimatuid ja
32 ohtlikke muutusi keskkonnas (nt kliima soojenemine, liikide arvu vähenemine,
33 õhu ja vee reostamine vms). Kitsamas tähenduses on keskkonnarisk
34 kahjustuse, vigastuse, haiguse või surma tõenäosus inimese kavandatud ja
35 korraldatava keskkonnavalase tegevuse tagajärjel.

36 **Riskiallikas** *risk source*. Riski põhjustaja, s.o inimese tervist ja heaolu
37 kahjustava toime põhjustaja; riskitegurite allikas.

38 **Riskitegur** *risk factor, risk determinant*. Tegur, mille ekspositsioon suurendab
39 (põhjuslikult) ebasoovitava tulemi (nt haiguse) esinemise tõenäosust; omadus
40 või kokkupuude, mis tõstab haiguse või mõne muu määratletud tagajärje
41 avaldumise tõenäosust.

42 **Ruumiline, ruumi-**

43 **Ruumiandmed**. Andmed, mis otseselt või kaudselt osutavad konkreetsele
44 asukohale või geograafilisele alale, sealhulgas andmekogudes hallatavad

1 andmed, mis kirjeldavad ruumiobjektide asukohta, omadusi ja kuju
2 geograafilises ruumis (Ruumiandmete seadus, 2011).

3 **Ruumianalüüs.** Protsess ruumilise ülekatte ja muude analüütiliste tehnikate
4 abil ruumiobjektide asukoha, omaduste ja omavaheliste seoste uurimiseks ja
5 seeläbi uue informatsiooni hankimiseks.

6 **Ruumiobjekt.** Konkreetse asukoha või geograafilise alaga seotud
7 reaalmaailma nähtuse abstraktne kujutis. Ruumiobjekti geomeetriline kuju on
8 ruumiobjekti ruumikuju (Ruumiandmete seadus, 2011).

9 **Tundlikkus** kliimateguritele (ka riskidele avatus) *exposure to risk*. Inimesed,
10 inimloodud vara ehk ehitised ja infrastruktuurid, majanduslikud, sotsiaalsed ja
11 kultuuriväärtused, bioloogilised liigid, ökosüsteemid ja nende teenused, mis on
12 kliimategurite poolt negatiivselt mõjutatud (IPCC, 2014). Üldisemalt on tundlikkus
13 määr, mille ulatuses süsteem on negatiivselt või soodsalt mõjutatud (IPCC, 2007).

1 SISSEJUHATUS

Kliimamuutus on fakt (IPCC, 2014). Sõltumata rahvusvahelistest, riiklikest ja kohalikest kliimapoliitilistest algatustest ning leevendamistegevustest, pole võimalik globaalset soojenemist ja teisi kliimamuutuse ohte ja riske vältida. Et kanda vähem kahju nüüd ja eriti tulevikus, tuleb ühiskonnal kohaneda. Euroopa Liidu kliimamuutustega kohanemise strateegia, mille Euroopa Komisjon kiitis heaks 2013. aasta aprillis, seab eesmärgiks vähendada majandusharude, eluvaldkondade, loodus- ja inimsüsteemide ning vara haavatavust kliimamuutuse mõjudest (COM 216, 2013). Selleks tuleb tõsta kõigi Euroopa riikide valmisolekut ja võimekust. Eri riikide teadmised, lähenemised ja lahendused saavad üksteist täiendada, pealegi ei tunne kliimamuutus ega selle mõjud riigipiire. Parima kohanemispoliitika tagab riikideülene, kollektiivne, avaliku ja erasektori ühine valmisolek ja tegutsemine, kusjuures oluline on lähtuda kohalikest, kohapõhistest tingimustest ja asjaoludest. Üheks kohanemispoliitikat raamistavaks ja koordineerivaks tegevuseks on riiklike kohanemisstrateegiate koostamine hiljemalt 2016. aastaks.

Lääne- ja Põhja-Euroopa riigid asusid kohanemisstrateegiaid koostama juba kümnekond aastat tagasi ning on jõudnud teema ühiskonnatahtsas, küpselt rakenduslikus käsitluses tõenäosuslikelt mõjuhinnangutelt praktilise meetmetepaketi ja lahendusvariantide sotsiaal-majanduslike hindamisteni. Kohanemismeetmed on asjakohased ja kulutõhusad, olles seejuures ka kohapõhised ja ennetavad. Samas on kohanemispoliitika elluviimisel nendes riikides märgata kohanemispoliitika esimese laine vaibumist ning tõrkeid, tingituna institutsionaalsest ja valdkondlikust killustatusest ning suure pildi hägustumisest, huvide vastuolust, info- ja suhtlushäiretest, otsustajate ja asjaliste tüdimusest, aga ka bürokraatia tekkest (Groot *et al.*, 2015).

2014. aastal alustas ka Eesti Vabariik kliimamuutuste mõjudega kohanemise strateegia ja rakenduskava koostamist. Strateegiaprotsessis lähtutakse EL-i metoodikatest (SWD 134, 2013), Eesti teadmistebaasist, teistest siduspoliitikatest ning juba rakendatavatest meetmetest ja praktikatest.

Antud uuringut viiakse läbi „Kliimamuutuste mõjude hindamine ja kohanemismeetmete väljatöötamine planeeringute, maakasutuse, inimtervise ja päästevõimekuse teemas“ (KATI) projektina, mis hõlmab Euroopa Majanduspiirkonna Finantsmehhanismi 2009–2014 programmi "Integreeritud mere ja siseveekogude majandamine" III avatud taotlusvooru I temarühma järgmistes alateemades vastavalt käskkirja pkt 4.2.1:

a) Planeeringud ja maakasutus:

- rannikualad,
- teised üleujutusohuga/pinnaseriskiga alad,
- maaparandus, niisutus ja kuivendus,
- linnade planeeringud

b) Inimtervis ja päästevõimekus:

- inimtervis,
- päästevõimekus.

1 Nimetatud valdkondade nimetusi on mõisteliselt täpsustatud järgmiselt:

2 a) Planeerimine ja maakasutus:

- 3 ▪ rannikualad,
- 4 ▪ teised üleujutusohuga alad,
- 5 ▪ maaparandus,
- 6 ▪ linnad

7 b) Tervis ja päästevõimekus:

- 8 ▪ tervis,
- 9 ▪ päästevõimekus.

10 Nõnda on KATI projekti eesmärgiks uurida Eesti riikliku kliimamuutustega
 11 kohanemise strateegia ning tegevuskava tarvis asustuse ja inimese temaatikat ning
 12 hinnata kliimamuutustega kohanemise võimalikke meetmeid. Projekti käigus viiakse
 13 läbi planeerimise ja maakasutuse (uurimisrühm I), rannikualade ning maaparanduse
 14 (uurimisrühm II), tervise (uurimisrühm III) ja päästevõimekuse (uurimisrühm IV)
 15 valdkonnapõhise analüüsina, milles kaardistatakse hetkeolukord, hinnatakse
 16 kliimamuutuste mõjusid ja nende avaldumise tõenäosust nimetatud valdkondades
 17 ning esitatakse kohanemismeetmed koos nende võimaliku tulemuslikkuse ja
 18 maksumuse hinnanguga. Lisaks määratakse meetmete rakendamise raamistik
 19 (haldustase, ajaraamistik jms) ning esitatakse meetmete tulemuslikkuse hindamise
 20 seiresüsteem.

21 Teine vahearuanne hõlmab lisaks algatusaruandes käsitletud alavaldkondade
 22 määratlemisele ja nende hetkeolukorra kirjeldamisele põhjalikku analüüsi
 23 kliimamuutustega kaasnevatest mõjudest, mille kohta on esitatud ka valdkondlikud
 24 koondtabelid. Mõjuanalüüs sisaldab mitmeid originaaluuringuid kliimamuutuste
 25 mõjuriskidest ja haavatavusest, näiteks kuumalainete mõjust suremusele,
 26 soojussaartest palavatel suvepäevadel ning hoogsadude üleujutustest. Samuti
 27 esitatakse täiendavat uurimist vajavad teemad, milles teadmine Eesti aspektides ja
 28 oludes puudub, eeldades senisest põhjalikumalt analüüsi. Ühtlasi on täiendatud ja
 29 täpsustatud ka algatusaruande osasid, eeskätt metoodikat ning kliimamuutuste
 30 tõlgenduste osa tulevikukliima stsenaariumide rakendamiseks Eesti piirkondades.
 31 Vastavalt toetuse käskkirjale sisaldab antud teaduslik vahearuanne järgmist.

32 „4.1.1.1 Alavaldkondade defineerimine. Punktides 4.2.1–4.2.3 toodud valdkonnad
 33 liigendada Eesti jaoks olulisteks alavaldkondadeks;

34 4.1.1.2 (Ala)valdkondlik hetkeolukorra analüüs. Välja tuua valdkonna (vajadusel
 35 alavaldkonna) hetkeolukorra analüüs, sealhulgas:

- 36 a) probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs;
- 37 b) kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused (nt üleujutused, ekstreemsed
 38 temperatuurid, tormid jne) on minevikus antud (ala)valdkonda mõjutanud, kui
 39 selline info on olemas;
- 40 c) ülevaade meetmetest, mis aitavad kaasa kliimamuutustega kohanemisele.
 41 Tuua välja kliimamuutuste mõjudega kohanemise meetmed (edaspidi
 42 kohanemise meede), mida juba ka rakendatakse.,,

1 4.1.1.3 Kliimamuutuste positiivsete ja negatiivsete mõjude (ala)valdkondlik
 2 hindamine. Tuginedes programmioperaatori poolt etteantud/eeldefineeritud tuleviku
 3 kliimastenaariumitele viia läbi (ala)valdkondlik kliimamuutuste põhjalik
 4 mõjuanalüüs (sh võimalike riskide ja haavatavuse analüüs), arvestades ka piiriüleseid
 5 arenguid. Analüüsi tulemusena kaardistada valdkondlikud kliimamuutuste positiivsed,
 6 negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud kuni aastani 2020, 2050 ja 2100. Samuti
 7 määrata mõju rakendumise tõenäosus (kõrge/keskmine/madal);

8 4.1.1.4 Teadmata suunaga mõjude adresseerimiseks sõnastada edasised
 9 uuringusuunad ja võimalikud lahendid nende paremaks määratlemiseks tulevikus.

10 Alustati ka kohanemiseesmärkide sõnastamise ning meetmete koostamisega nagu ka
 11 täiendati meetmete hindamismetoodikaid, kuid nende tööloikude küpsemad ja
 12 lõplikud tulemused esitatakse lõpparuandes 2015. aasta septembris.

13 2015. aasta jaanuarist kuni augustini vältava uuringu läbiviimist toetab Euroopa
 14 Majanduspiirkond 221 000 euroga. Projekti viivad läbi Tartu Ülikooli
 15 koordineerimisel Eesti Maaülikool, Sisekaitseakadeemia ja Norra Linna- ja
 16 Regionaaluuringu Instituut.

17 1.1. Lähtekohad

18 ■ **Strateegiametoodikas lähtutakse IPCC viiendast hindamisraportist**
 19 **(IPCC, 2014)** ning EL-i kliimakohanemise strateegiapaketist (COM 216,
 20 2013). Eesti kliimastenaariumites põhinetakse KAUR uuringule „Eesti
 21 tuleviku kliima stsenaariumid aastani 2100“ (Luhamaa jt, 2015).
 22 Ühiskonnaproгноosides ja analüüsides lähtutakse põhiliselt riiklikust
 23 statistikast.

24 ■ **Eestlaste teadlikkus kliimamuutusest kui teravnevast globaalprobleemist**
 25 **on EL-is üks madalaimaid.** Kliimamuutust peab maailmaprobleemiks vaid
 26 veerand eesti elanikest, seejuures kõige tõsisema maailmaprobleemina
 27 teadvustab kliimamuutust vaid iga kümnes Eesti elanik (TNS Opinion &
 28 Social, 2014). Seepärast teenib antud uuring ka teadlikkuse tõstmise eesmäärke.

29 ■ **Kliimarisikide Indeks 2015 on Eesti maailma riikide seas 128. kohal**
 30 **(vähenev järjestus) 0 surma ja \$4,28 miljonilise (0,012% SKT-st)**
 31 **majandusliku kahjuga (Kreft et al., 2014) ning selle arvestuse järgi on Eesti**
 32 **üsna turvaline paik.** Ka Euroopa üldistuses on kliimamuutuste agregeeritud
 33 mõjud Eestis väga väikesed või ka positiivsed, kuid samas on ka
 34 kohanemisevõimekus Euroopa riikide võrdluses madal (ESPON, 2011).

35 ■ **Ühiskondlikud, sh sotsiaal-majanduslikud muutused on kiiremad kui**
 36 **kliimamuutused ja nende mõjud** ehk siis küsimus ei ole üksiti
 37 looduskeskkonna- ja kliimaprotsessides, vaid samavõrd ühiskonnaarengutes,
 38 majanduses, elukvaliteedis ja sotsiaalses turvalisuses. Nagu kliimamuutuse
 39 prognoosimisel peab ka ühiskonnamuutustes arvestama juhuslikkuse ja
 40 määramatusega ning lisama seostele ja mõjudele tõenäosuslikkuse ja
 41 usaldusväarsuse hinnangu.

42 ■ **Kliimakohanemise uuringutes ja arutelus domineerivad**
 43 **loodusteaduslikud alused,** metoodikad ja tõendid, mis on sageli üsna
 44 erialakitsad, sobitumata laiemasse suurde kliimapoliitilisse pilti ning

1 riigihalduse ja ühiskonnaelu konteksti. Kliimateaduse ühiskonnateaduslik osa
 2 on vähemarenenud ning meetodiliselt kui ka andmete osas alles otsingutes ja
 3 katsetav. IPCC dokumendid tähtsustavad arenguriikide eksistentsiaalseid
 4 probleeme, EL-is on esiplaanil koordineeriv ja institutsionaalne temaatika,
 5 riikide uuringutes valitsevad üksiknäidetele põhinevad juhtumiuuringud, mida
 6 ei saa üldkehtivalt üle kanda kontekstuaalsete erisuste pärast.

- 7 ■ **Kohanemine peab olema kohapõhine ning lähtuma territoriaalsetest**
 8 **riskihinnangutest.** Haavatavuse ja kliimamuutuste mõjude hinnangu
 9 koostamisel lähtutakse eeldusest, et eksponeeritus, tundlikkus ja
 10 kohanemisvõimekus on ruumiliselt varieeruvad nähtused. Selles uuringus
 11 kasutatakse ruumianalüüsiks paljusid olemasolevaid kliima-, ühiskonna- ja
 12 kohanemistegurite ruumiandmeid. Seejuures peab arvestama kliimariskide
 13 kõrval tasakaalustavalt ka teisi ühiskonnaarengu riske. Hinnangu tulemus
 14 sisaldab kõige olulisemate mõjude ruumilist jaotust riigi, regiooni või linna
 15 tasemel näidates ära mõjutatud rahvastiku, majandustegevuse ja/või
 16 majandusliku väärtuse jaotuse, selleks et eeskätt keskenduda suure
 17 esinemisriskiga ohtudele ja hädaolukordade võimalikkusele riskialadel.
- 18 ■ **21. sajandi tehnoloogilises vastassõltuvustega infoühiskonnas esineb üha**
 19 **rohkem õpitud abitust,** mis võib inimeste loomulikku kohanemisvõimet
 20 pärssida. See on teadlikkuse, käitumise, harjumuste ja kogemuse, ka eetika
 21 küsimus. Ka Eestis on probleemiks tõusmas ülereguleeritus, sõltumata
 22 praktilistest põhjustest ja pragmaatilistest lahendustest. Ka kliimakohanemisel
 23 nagu üldse inimese-looduse suhetes töötab kõige tõhusamalt nn talupojatarkus.
- 24 ■ **Kohanemisvõimekus on kõrge teadaolevate ja kogetud riskide puhul,**
 25 **kuid madal kaudsetes ja komplekssetes mõjuahelates.** Kindlalt saab
 26 kohanemistegevusi planeerida ja rakendada hiljutiste kliimasündmuste
 27 kogemuse ja õppetundide varal. Kuivõrd kasvab teadmus (aga ka asjaliste
 28 teadlikkus) kliimakohanemisest, on võimalik ka täpsemalt suunata ja läbi viia
 29 sihtuuringuid. Eelkõige on vajalikud valdkonnaülesed sidusuuringud (näiteks
 30 üleujutuste või kuumalainete mõjust), kuid ka üksikteemad iseäranis
 31 tervisevaldkonnas. Tulevikuriskide hindamine ja puhverdamine, teaduslikkuse
 32 tõstmine ja ennetustöö täna säästab raha ja ressursse tulevikus.

33

34

1 **2. METOODIKA**2 **2.1. Kliimamuutused**

3

Kliimamuutus	Esinemise tõenäosus	Määramatus	Mõju
Õhutemperatuuri ja sademete üldine tõus	Väga suur	Madal	
Õhutemperatuuri järsk tõus talvel	Väga suur	Madal	Kütteperioodi lühenemine, paremad võimalused siirutajate ellujäämisele.
Lumepäevade arv väheneb; sagenevad ilma lumeta talved	Väga suur	Madal	Vähenevad kulud lumekoristamisele, paremad võimalused siirutajate ellujäämisele, „pimeda aja“ pikenemine suurendab depressiooni, öietolmu allergia hooaeg pikeneb, pikeneb metsatulekahjude ohuga periood, suureneb kevadise põua tekkimise oht, tekib põldude niisutamise vajadus.
Sajupäevade arv ja sajuhulk tõuseb talvel	Suur	Keskmine	Suureneb surve kuivendus- ja kanalisatsioonisüsteemidele, soe ja niiske talv jätab haigusetekitajad ja edasikandjad ellu, suureneb maalihete oht.
Maapinnani jõudva päikesekiirguse hulk väheneb, eriti talvel	Suur	Keskmine	Päikesepaiste vähenemine suurendab depressiooni, linnades suurenevad kulud lisavalgustusele.
Jääpäevade arv ja jää ulatus vähenevad Läänemere ja siseveekogudel	Väga suur	Madal	Talviste tormidega muutuvad rannikualad erosiooniprotsessidele haavatavaks, väheneb jääummistuste risk jõgedel.
Tormide sagenemine ja tugevnemine talvel	Suur	Suur	Talviste tormidega muutuvad rannikualad erosiooniprotsessidele haavatavaks, üleujutusohu risk suureneb, talvised tulvad jõgedel, üleujutusrisk siseveekogudel, suureneb erakordsetest ilmastikutingimustest tulenevate terviseriskide (traumad) oht.
Tuule kiirus ilmselt suureneb, eriti talvel ja kevadel	Suur	Väga suur	
Talviste padusadude sagenemine	Keskmine	Väga suur	Suureneb traumade risk, potentsiaalne väljakutse päästevõimekusele.
0 °C päevade (jäätapäevade) arvu kasv külmal poolaastal	Suur	Suur	Libedal kukumisega seotud traumade kasv, kulud teede korrashoiule ja liivatamisele.
Pakasepäevade arv väheneb	Suur	Keskmine	Vähenevad kulud küttele, vähenevad külmaga seotud terviseriskid.
Siseveekogude veetase on talvel praegusest kõrgem	Suur	Keskmine	Kaldaäärsete alade üleujutuse risk ootamatute tulvade poolt suureneb, potentsiaalne linnaplaneerimise probleem.
Väheneb jõgede kevadiste üleujutuste ulatus; esinevad aastad, mil kevadine suurvesi jääb ära	Keskmine	Keskmine	Väheneb surve kuivendus-süsteemidele, veega seotud terviseriskid, üleujutusega seotud päästevõimekuse riskid, potentsiaalne linnaplaneerimise probleem.

4

Kliimamuutus	Esinemise tõenäosus	Määramatus	Mõju
Vegetatsiooniperiood pikeneb kuni kaks kuud	Väga suur	Madal	Paremad elutingimused haigustekitajatele, uute liikide sissetung, põllumajanduse võimalikust intensiivistumisest suurenev surve maaparandus-süsteemidele, nii niisutus-, kui ka kuivendusvajaduse kasv, metsatulekahjude hooaja pikenedamine.
Suvel muutuvad ohtlikud kuumalained tavaliseks	Väga suur	Madal	Suurenevad kulud siseruumide jahutamisele, suureneb suremus riskirühmades, suureneb metsatulekahjude ja põuarisk, potentsiaalne linnaplaneerimise probleem.
Paduvihmad suvel sagenevad ja muutuvad veerikkamaks	Väga suur	Keskmine	Suurenevad üleujutustega seotud tervise ja päästevõimekuse riskid, suureneb surve kanalisatsioonile ja kuivendus-süsteemidele, väljakutse linnaplaneerimisele.
Jõgedel suureneb suviste tulvade oht	Suur	Keskmine	Suurenevad üleujutustega seotud tervise ja päästevõimekuse riskid, surve kuivendussüsteemidele, potentsiaalne linnaplaneerimise probleem.
Merevee ja siseveekogude suhteline temperatuur tõuseb, eriti Soome lahes ja järvedes	Suur	Madal	Terviserisk uute haigustekitajate ilmumisest ja sinivetikate vohamise sagenemisest, mõnedes linnades potentsiaalne linnaplaneerimise probleem kuna jää puudumise tõttu tekib surve kaldakaitse võõndi vähendamisele.
Merevee tase tõuseb	Keskmine	Keskmine	Suureneb ranniku erosioonirisk, suurenevad üleujutustega seotud tervise ja päästevõimekuse riskid.
Siseveekogude veetase suviti väheneb	Keskmine	Keskmine	Veega seotud terviseriskid, potentsiaalselt vähendab päästevõimekust metsatulekahjude ja põua leevendamisel.

1

2 Kliimamuutuste mõjude hindamise aluseks on teadmine, kuidas kliima tegelikult
3 tulevikus muutub. Kliimamuutused on teaduse ja ühiskonna tulipunktis olnud juba
4 alates 1972. ja 1974. aastal ilmunud „Rooma klubi aruannetest“ (Meadows *et al.*,
5 1972; Mesarovic & Pestel, 1974), milles arutleti antropogeense CO₂ võimaliku mõju
6 üle kliimale. 1979. aastal Genfis toimunud Esimese Ülemaailmse Kliimakonverentsi
7 deklaratsioonis kutsuti riike ülesse ettevaatusele ja välja töötama meetmeid, et vältida
8 võimalikke inimtekkelisi kliimamuutusi (WCC, 1979). Mainitud deklaratsiooni
9 vaimus loodi Üleilmne Kliimauurimise Programm² ja 1988. aastal Valitsustevaheline
10 Kliimamuutuste Nõukogu (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC³).
11 Viimasest on kujunenud väga mõjuvõimas ja äärmiselt kõrge teadusliku
12 potentsiaaliga organisatsioon, mille raportid (IPCC 1990, 1995, 2001b, 2007, 2014)
13 väga täpselt peegeldavad teaduse antud hetke teadmisi kliimasüsteemist tervikuna,
14 süsteemi elementide vastastikust mõjust, muutustest süsteemis, võimalikest
15 tulevikustsenaariumitest ja muutuste võimalikest mõjudest globaalsele majandusele ja
16 inimühiskonnale. IPCC eeskujul on Läänemere piirkonnas loodud programmi
17 „Läänemere Eksperiment“ (BALTEX) võrgustiku alusel „Läänemere piirkonna
18 kliimamuutuste hinnang“ (BALTEX Assessment of Climate Change for the Baltic

² [WCRP – World Climate Research Programme](#)

³ [IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change](#)

1 Sea basin; <http://www.baltex-research.eu/BACC2/index.html>), mis on seni ilmutanud
 2 ühe aruande raamatu kujul (BACC, 2008) ja avaldamas peatselt uut ülevaadet
 3 kliimamuutustest siinses piirkonnas ([http://www.baltex-](http://www.baltex-research.eu/BACC2/structure.html)
 4 [research.eu/BACC2/structure.html](http://www.baltex-research.eu/BACC2/structure.html)).

5 Alates 1979. aastast on teadmised kliimasüsteemi toimimisest hüppeliselt kasvanud.
 6 IPCC viimase aruande järgi (vt IPCC, 2014, joonis SPM5) on praegusel ajal väga
 7 kõrge teadmiste tase CO₂ ja N₂O kliimat kujundava mõju osas. Viidatud joonisel
 8 paistab ka, et paraku on tänapäeva teadusel suhteliselt vähesed teadmised aerosoolide
 9 ja lühiealiste gaaside rollist kliimasüsteemis. Seega on ka tulevikus ees väga palju
 10 teadustööd mõistmaks kliimaprotsesside toimemehhanisme ning vaatamata viimase
 11 aja teadussaavutustele, peame tunnistama oma suhtelist jõuetust paljude
 12 kliimaprotsesside mõistmisel. Seetõttu on ka tänapäeval kliimasüsteemi hindamisel
 13 väga suur osatähtsus määramatusel, kuna paljud protsessid sisaldavad väga suurt osa
 14 juhuslikkust ehk kaootilisust.

15 Tänapäeva teadusfilosoofiast lähtuvalt on kliimaprotsesside lahtimõtestamise
 16 peamisteks tööriistadeks kliimamudelid. 1960-ndatel globaalse tuumasõja
 17 kliimamõjude modelleerimisest alanud teadustöö on jõudnud tasemele, kus me
 18 mudelite alusel võime küllaltki usaldusväärselt ilma mõneks päevaks kuni nädalaks
 19 ette ennustada ning lähtuvalt erinevatest sotsiaal-majanduslikest stsenaariumitest
 20 saame prognoosida globaalses mastaabis tulevikukliimat (Edwards, 2011).

21 Siiski tuleb ka kliimamuutuste modelleerimisse realistlikult suhtuda ning nende
 22 võimekust õigesti hinnata. See tähendab, et praegusel tasemel ei maksa oodata, et
 23 mõni mudel ütleks väikseimagi usaldusväärsusega, milline ilm tuleb näiteks 2099.
 24 aasta aastavahetusel. Küll aga võib usaldada näiteks võimalikke temperatuurimuutusi
 25 2070.–2100. aasta keskmise perspektiivis. Kuid ka antud juhul tuleb tõsiselt silmas
 26 pidada temperatuurimuutuste prognoosiga seotud määramatust ja juhuslikkust.

27 Kliimamuutuste mõjude hindamisel on väga oluline mõista, kuidas kliima on seni
 28 muutunud. Eestis on viimastel kümnenditel kliima ajaloolisi muutusi väga põhjalikult
 29 uuritud. Selles osas võiks eraldi välja tuua kaht raamatut: „Eesti kliima minevikus ja
 30 tänapäeval“ (Tarand jt, 2013) ja „Eesti ilma riskid“ (Tammets, 2012), mis praegusel
 31 ajal on Eesti kliimauurimise *state of the art*.

32 Eestikeelse teaduskirjanduse hulgas võiks teiste hulgast välja tuua Tartu Ülikooli
 33 geograafia osakonna traditsioonilist artiklikogumike seeriat, millest mitmed on
 34 pühendatud Eesti kliima küsimustele (Ahas, 2001; Jaagus, 1999, 2003, 2005, 2007,
 35 2012).

36 Tuleviku kliimale Eestis on seni suhteliselt vähe tähelepanu pööratud. Viimase aja
 37 tähtsaimaks tööks võib ses osas pidada Jaak Jaaguse ja Kaupo Mändla (2014) poolt
 38 avaldatud artiklit, milles analüüsitakse IPCC neljanda raporti kliimamuutuse
 39 stsenaariumite rakendumise mõjusid Eesti kliimale 21. sajandi lõpul. Tuleviku
 40 kliimamuutuste mõju hindamine pole siiski Eesti teadlaskonnale võõras teema, kuigi
 41 seniste projektide peatähelepanu on peamiselt koondunud kliima soojenemise
 42 tagajärgedele looduskeskkonnas (nt Kallaste & Kuldna, 1998; Kont & Tõnisson,
 43 2009; Punning, 1996). Ka praegu on käigus mitmed uurimisprojektid, mille üks
 44 eesmärkidest on kliimamuutuste analüüs ja nende mõjude hindamine
 45 looduskeskkonnale (nt Eesti kliima ja keskkonnaseisundi võimalike muutuste
 46 hindamine atmosfääri-, mere- ja jõgede äravoolu dünaamiliste mudelite tulemuste

1 põhjal (EstKliima), Keskkonnamuutustele kohanemise tippkeskus ENVIRON⁴).
 2 Kliimamuutuste võimalikku mõju inimühiskonnale, majandusele, tervishoiule jne on
 3 seni suhteliselt tagasihoidlikult uuritud.

4 Järgnevas osas on Euroopa Komisjoni dokumentide (SWD(2013) 132 final ja
 5 SWD(2013) 134 final põhimõtetest kantuna püütud eelkõige nendest probleemidest ja
 6 määramatusest, mis tulenevad kliimamuutuste tulevikustsenaariumite (Luhamaa jt,
 7 2015) olemusest. Teatavasti on mudelarvutuste väljunditel detailsuse osas omad piirid
 8 ning praktiliseks kasutamiseks, näiteks mõjude täpsemaks tuvastamiseks ning
 9 meetmete välja töötamiseks, on väljundandmed sageli nii-öelda „toored“. Sellest
 10 tulenevalt on järgnevalt käsitletud kliimamuutuste stsenaariumite
 11 interpreteerimismeetodeid ja vastavalt tõlgendatud võimalikke õhutemperatuuri ja
 12 sademete muutusi perioodil 2040–2070 ja 2070–2100.

13 2.1.1. Tõlgendamine

14 Kliimamuutustest tulenevate riskide hindamisel on üks olulisemaid küsimusi see,
 15 kuidas tulevikustsenaariumite poolt ennustatud õhutemperatuuri, sademete ja kiirguse
 16 hulki interpreteerida. Probleem on selles, et näiteks aasta või kuu keskmistel
 17 õhutemperatuuridel on väike rakenduslik väärtus, kuna neid tavaliselt mõjude
 18 hindamisel ei kasutata. Nii on taimekasvatuses oluline vegetatsiooniperioodi ja
 19 öökülmavaba perioodi pikkus. Nende näitajate puhul on seos kuu keskmiste
 20 temperatuuridega küll olemas, kuid see on nõrk ja praktikas kasutu.

21 Seetõttu on **rakenduslikust aspektist oluline kuu keskmistest andmetest tuletada**
 22 **nii-öelda teisesed (sekundaarsed) ilmaandmed**. Antud juhul võib lähtuda kahest
 23 mõtteviisist.

24 Esiteks võime eeldada, et ennustatavas tulevikus säilib samasugune ilmade struktuur
 25 ja muster nagu kontrollperioodil (1971–2000). See tähendab, et perioodil 2040–2070
 26 ja 2070–2100 esineb sama palju arktilise õhu sissetunge või suviseid kuumalaineid
 27 kui kontrollperioodil, kuid kliima üldise soojenemise tõttu ei ole õhutemperatuur
 28 Eestis külmalaine puhul mitte -30 °C, vaid -26 °C.

29 Seega võib võtta kontrollperioodi ööpäeva õhutemperatuuri andmed ja neile liita
 30 tulevikustsenaariumis esitatud vastava kuu soojenemise koefitsient. Nende
 31 liitmistehte alusel nihkunud temperatuuride alusel saab leida mitmeid
 32 rakendusülesannetes vajalikke õhutemperatuuri indekseid, 30-aastase perioodi
 33 keskmisi sesoonide algus- ja lõpukuupäevi, vegetatsiooni- jt vastavate perioodide
 34 pikkusi. 30-aastase perioodi keskmiste tasemel on tulemused suhteliselt
 35 usaldusväärsed ja võimalik viga väike.

36 Siiski tuleb tähele panna, et selline mehaaniline liitmine ei tööta talve ja külma
 37 poolaasta puhul. Probleem on selles, et külmal poolaastal (klimatoloogias
 38 traditsiooniliselt viis kuud ehk NDJVM, mil sademed tulevad tahkel kujul) on
 39 ööpäevaste temperatuuride esinemissageduste jaotuses väga kõrge piik 0 °C ümber.
 40 See tähendab, et kontrollperioodil valitses ligi neljandikul külma poolaasta päevadest
 41 õhutemperatuur vahemikus -1 kuni +1 °C. Liitmistehtega nihkub see piik *ca* +4 °C
 42 kanti ja võime näiteks teha jämeda, ent vale järelduse: tulevikus jäiteoht Eesti teedel
 43 väheneb või isegi kaob. Jäiteoht on väidetavalt suurim, kui ööpäeva
 44 miinimumtemperatuur on 0 ja -3 °C ning maksimumtemperatuur 0 ja +3 °C vahel.

⁴ [ENVIRON: Keskkonnamuutustele kohanemise tippkeskus](#)

1 Seetõttu võib tulevikustsenaariumite interpreteerimisel aluseks võtta **teise mõtteviisi,**
 2 **mille järgi tulevikus süvenevad need tendentsid, mis on praegu juba**
 3 **klimatoloogiliselt märgatavad ja ennast väljendanud.**

4 Kui võrrelda Türi külma poolaasta temperatuurimuutusi perioodil 1952–1981 ja
 5 1981–2010, siis esimese perioodi keskmine on -7 °C ja teisel $-5,4\text{ °C}$. Seostades seda
 6 soojenemist muutustega ööpäeva õhutemperatuuri jaotuses, siis tuleb tõdeda, et
 7 soojenemine pole tingitud niivõrd soojemate, üle 0 °C olevate päevade arvust,
 8 kuivõrd 0 °C lähedase temperatuuriga päevade arvu silmatorkavast suurenemisest.
 9 Kui esimesel perioodil oli -1 kuni $+1\text{ °C}$ vahemikku jääva õhutemperatuuriga päevi
 10 23%, siis teisel perioodil oluliselt rohkem ehk 29%.

11 Kui eeldada, et stsenaariumi RCP8.5 järgi on perioodil 2070–2100 külma poolaasta
 12 keskmine temperatuur $-0,9\text{ °C}$, siis võib seniste muutuste alusel koostada
 13 matemaatilise mudeli ja hinnata, kui suureks muutub null kraadiga päevade arv
 14 tulevikus (ca 50%).

15 Tuleb siiski silmas pidada, et sellised **matemaatilised mudelid on vaid teoreetilise**
 16 **väärtusega ning nende alusel tendentside süvendamisel on väga suur**
 17 **ebamäärasuse osakaal.** Siiski tuleb jaotussageduste küsimust senisest tõsisemalt
 18 võtta (eriti sademete puhul), kuna suur osa kliimamuutuste mõjust on ära määratud
 19 mitte keskmiste, vaid teatud, iseäranis erakorraliste sündmuste esinemissageduse
 20 muutustest.

21 **2.1.2. Kliimanormide ja stsenaariumite kasutamine kliimamuutuste** 22 **mõjude hindamisel**

23 Järgnevalt antakse näitlikustatud ülevaade muutustest õhutemperatuuris, sademetes ja
 24 ekstreemsademetes, mis võrdluses kontrollperioodiga 1971–2000 võivad perioodil
 25 2040–2070 ja 2070–2100 Eestis toimuda.

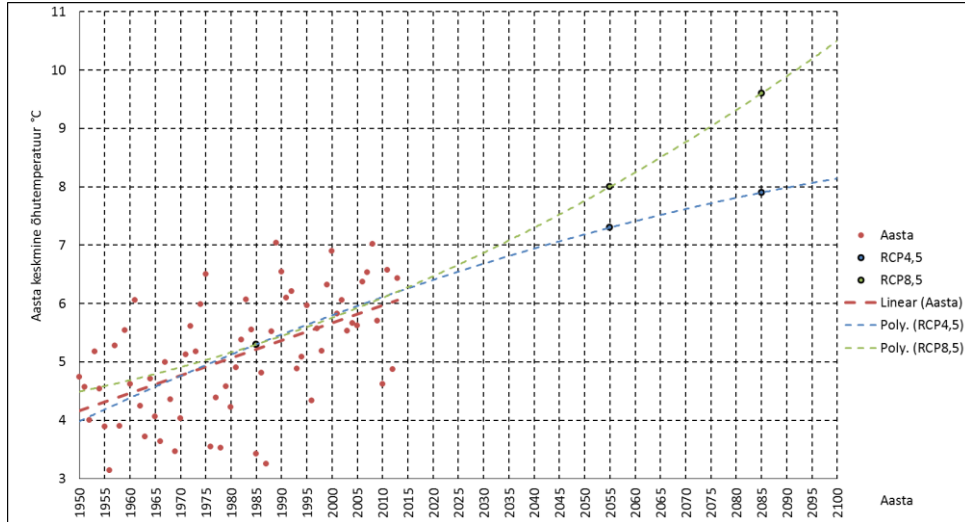
26 Kontrollperioodi andmed pärinevad projekti „EstKliima“ käigus kogutud Riigi
 27 Ilmateenistuse andmebaasist. Mitme ilmastikunäitaja puhul on muutuste
 28 iseloomustamiseks lisaks kontrollperioodile kasutatud erinevaid ajavahemikke.
 29 Näiteks EstKliima projektis tehtud töödest tulenevalt on kasutatud perioodi 1950–
 30 2013 ja raamatus „Eesti kliima minevikus ja tänapäeval“ (Tarand jt, 2013) on
 31 kasutatud perioodi 1966–2010. Kuna EstKliima käigus kogutud andmed pole alati ühe
 32 pikkused, siis esineb võrdlusperioodides mõneaastaseid erinevusi. Võrdluseks on
 33 valitud Türi meteoroloogiajaama andmed. Türi andmed on valitud seetõttu, et jaam
 34 asub Eesti mandriosa keskel, iseloomustab õhutemperatuuri osas küllaltki suurt ala
 35 Eesti mandriosast ning seostub hästi suure osa Eesti meteoroloogiajaamadega
 36 (Kadaja, 1999). Ka pole selles jaamas teadaolevalt toimunud olulisi asukoha jms
 37 muutusi, mis võiksid jaama mõõtmisandmeid oluliselt moonutada.

38 **Õhutemperatuur tõuseb.** Õhutemperatuuril on Eestis väga suur ruumiline
 39 varieeruvus. Üsna selgelt eristuvad rannikualad ja Eesti idaosa. Näiteks Vilsandi ja
 40 Väike-Maarja aasta keskmiste õhutemperatuuride pikaajaline keskmine erineb
 41 teineteisest $2,2\text{ °C}$ (vastavalt $6,8\text{ °C}$ ja $4,6\text{ °C}$; Tarand jt, 2013) Aastaaegade lõikes on
 42 temperatuuride erinevused veelgi suuremad. Ööpäevased erinevused Eesti erinevates
 43 osades võivad ulatuda >15 kraadini.

44 Õhutemperatuuri tulevikuprojektsioonides on lähtutud Luhamaa jt (2015) tabelis 7
 45 esitatud mudelarvutustest tulenevatest prognoosidest. KAUR-i töös on
 46 õhutemperatuurid toodud erinevustena perioodi 1971–2000 keskmistest. Selleks, et

1 teada saada, milline keskmine õhutemperatuur valitseb perioodil 2040–2070 ja 2070–
 2 2100 on Türi meteojaama andmetest arvatud perioodi 1971–2000 vastavad
 3 keskmised ja neile liidetud eespool mainitud tabelis esitatud erinevatele
 4 kliimamuutuste stsenaariumitele vastavad muutused (Joonis 2.1.2.1).

5



6

7 **Joonis 2.1.2.1.** Aasta keskmise õhutemperatuuri muutused kahe erineva
 8 kliimamuutuse stsenaariumi alusel⁵

9 Erinevate tulevikustsenaariumite (Luhamaa jt, 2015) rakendumisel ennustatavate
 10 temperatuuritasemete näitlikustamiseks on Lisa 1. "Õhutemperatuuri muutused"
 11 esitatud mõned keskmise õhutemperatuuri (aasta, talve ja suve keskmised
 12 temperatuurid) tasemed kontroll- ja võrdlusperioodidel ning perioodil 2040–2070 ja
 13 2070–2100. Lisaks on leitud pakasepäevade ja -ööde, kuumade päevade ja ööde arv
 14 eespool mainitud perioodidel.

15 **Sademe hulk tõuseb.** Sademete hulga muutustest tulenevate võimalike mõjude
 16 hindamisel tuleb silmas pidada, et sademed on kompleksne kliimategur, mis on
 17 klimatoloogiliselt üsnagi raskesti käsitletav. Sademete puhul tuleb arvestada sageli
 18 suure ruumilise varieeruvuse ja juhuslikkuse osakaaluga. Piltlikult öeldes, tuleb
 19 arvestada näiteks sellega, kas hoogvihma andev äikesepilv läheb üle ilmajaama või
 20 selle kõrvalt. Üksikud, väga intensiivseid sadusid andvad pilvemoodustised võivad
 21 liikuda üsnagi piiratud alal, kuid siiski jätta mõne ilmajaama kuu sademete summasse
 22 väga selge jälje. Näiteks 2003. aasta 5.–6. augustil Kirde-Eestit tabanud hoogsadu
 23 tõstis Jõhvi meteoroloogiajaamas antud kuu summa 265 mm peale (pikaajaline
 24 augusti keskmine Jõhvis 88 mm).

25 Eestis iseloomustab sademeid ka väga suur ajaline varieeruvus. Nii erineb Türi
 26 perioodil 1966–2013 mõõdetud aasta sademete summa miinimum (464 mm, 2006) ja
 27 maksimum (1042 mm, 1981) üle kahe korra. Sesonide ja kuude lõikes on vastavad
 28 erinevused veelgi suuremad, ulatudes kuni kümne korrani.

⁵ Joonisel on toodud Türi meteojaama andmetel arvatud aasta keskmised õhutemperatuurid ja trendijoon ning stsenaariumide RCP4.5 ja RCP8.5 alusel arvatud aasta keskmisi ühendavad polünoomid.

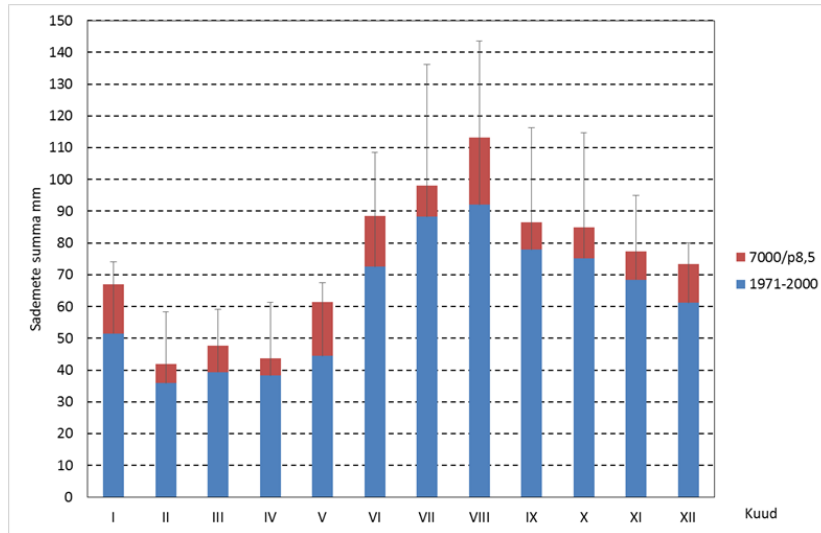
1 Sademete muutuste mõju arvestamisel tekitab lisaraskusi ka see, et külmal poolaastal
 2 (NDJVM) tulevad sademed tahkel kujul. See muudab keeruliseks näiteks sademe
 3 hulkade mõju arvestamise äravoolule, kuna lumena akumulieritud sademete vesi
 4 vallandub kevadel soojade ilmadega suurveena jõgedes. Samas pole seos talve
 5 sademete hulga ja jõgede äravoolu vahel sageli lineaarne.

6 Kliimamuutuse mõju arvestamisel oleks äärmiselt oluline hinnata ka sademete
 7 intensiivsust. Näiteks ööpäeva sademete summa 30 mm võib tähistada vägagi
 8 erinevaid mõjusid. Kui need millimeetrid langevad ühtlaselt 24 h jooksul, siis võib
 9 öelda, et oli äärmiselt vihmane päev, millega ei kaasne siiski kuigi palju negatiivseid
 10 mõjusid. Kui aga need 30 mm sajavad maha hoovihmana ühe tunni jooksul, siis
 11 kaasnevad sellega märkimisväärsed majanduslikud kahjud ja potentsiaalne oht
 12 inimestele: tekivad kohalikud üleujutused, teetammid uhutakse minema, tekivad
 13 uhtorud, hävib saak jne. Paraku ei ole sademete intensiivsust ja selle muutusi
 14 käesoleva projekti käsutuses olevate andmete põhjal võimalik hinnata.

15 Siinjuures tuleb tähelepanu pöörata segadusele, mis on eestikeelses kliimakirjanduses
 16 levimas. Nimelt on raamatus „Eesti ilma riskid“ (Tammets, 2012) defineeritud „eriti
 17 ohtliku sademete hulganähtus“ olukord, kui 1 tunni, või lühema aja jooksul sajab 30 mm.
 18 See vastab saju intensiivsusele 0,5 mm/min. Sama ohtliku sademete hulga
 19 definitsioon on aluseks võetud ka Päästeameti poolt koostatud dokumendis
 20 „Hädaolukorra riskianalüüs, raskete tagajärgedega torm“ (Päästeamet, 2013c). Antud
 21 definitsioon on paraku mitmeti mõistetav, kuna tegelikult ei määratle see saju hulka
 22 vaid intensiivsust. 30 mm/h on tõesti katastroofiliste tagajärgedega paduvihm.
 23 Küsimus tekib aga sellest, kas paduvihma juhtumi sademete summa peab olema 30
 24 mm või peab olema sajujuhtumi vihma intensiivsus 0,5 mm/min. Väga intensiivsed
 25 sajud on tavaliselt küllaltki lühiajalised (2–10 min) ega anna summana kokku 30 mm.
 26 T. Tammets ja O. Jakovleva (2001) uuringu järgi oli perioodil 1966–2000
 27 pluviograafilise mõõtmise alusel otsustades vaid üks sajujuhtum, mida saaks „eriti
 28 ohtlikuks“ klassifitseerida: Sõrves 4. augustil 1977 mõõdetud paduvihm.

29 Segadus tekib aga sellest, et enamasti (sh Tammets, 2012 ja käesolevas töös)
 30 kalkuleeritakse sademete ööpäeva summadega. Ka käesoleva töö aluseks olevas
 31 uuringus (Luhamaa jt, 2015) on sademete hulga ühikuks mm/ööpäevas ja harva
 32 vihmajuhtumi piirtasemeks võetud 30 mm ööpäevas. Ehk siis, ühelt poolt on ohu
 33 definitsiooni aluseks võetud sademete intensiivsus, kuid klimatoloogilises analüüsis
 34 kasutatakse sademete summat.

35 Sademete muutuste analüüsil on väga olulisel kohal eespool kirjeldatud nii-öelda
 36 jaotuste probleem. Küsimus on selles, millisesse jaotuse ossa tulevikustsenaariumite
 37 järgi ennustatakse lisamillimeetrid lähevad. Piltlikult öeldes on küsimus selles, et kui
 38 tulevikustsenaariumi RCP8.5 järgi ennustatakse sajandi lõpuks kontrollperioodiga
 39 võrreldes aasta sademete summa tõusu 19% võrra, siis millise sademete jaotuse osas
 40 need täiendavad 142 mm Türi maapinnale sajavad (Joonis 2.1.2.2). Variante on
 41 mitmeid ning erinevate versioonide realiseerumisel on muutuste mõju erinev.

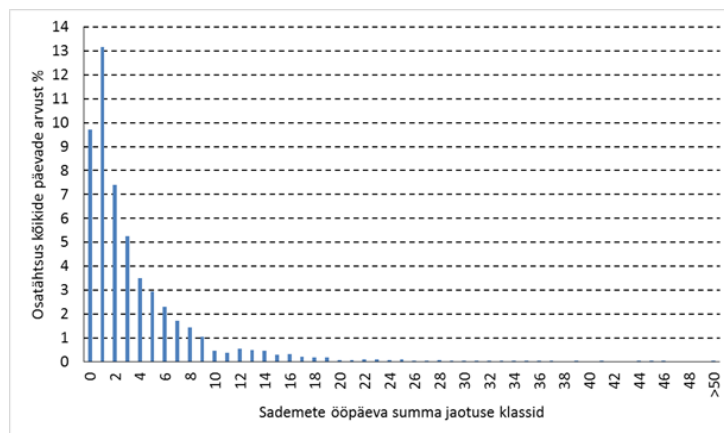


1

2 **Joonis 2.1.2.2.** Türi kuusademetesumma kontrollperioodil ja RCP8.5 stsenaariumi
 3 järgi perioodil 2700–2100 lisanduv sademete hulk. Joonisele on lisatud perioodi
 4 1971–2000 vastavate kuude sademete summade standardhälbed

5 Joonis 2.1.2.2.3 on esitatud sademete ööpäeva summade jaotus kontrollperioodil 1
 6 mm jaotusvahemikes. 0 mm ei tähenda antud juhul sajuvaba päeva, vaid ööpäeva
 7 sademete summat alla 0,5 mm. Sademeteta päevade osakaal aastast on 47,1%.
 8 Jooniselt on näha, et enamikul sajupäevadest jääb sademete ööpäeva summad
 9 vahemikku 0,1–2,5 mm: klassidesse 2, 1 ja 0 kuulub kokku 57,3% kõikidest
 10 sajupäevadest.

11



12

13 **Joonis 2.1.2.2.3.** Kontrollperioodi ööpäeva sademete summa jaotus esinemissageduse
 14 järgi

15 Kui eeldada, et lisamillimeetrid jaotuvad kõikide jaotusklasside (Joonis 2.1.2.2.3)
 16 vahel ühtlaselt, siis ei teki ühegi tulevikustsenaariumi rakendumisel mingeid olulisi
 17 probleeme. Nagu eespool mainitud, on sademetele iseloomulik väga suur ajaline
 18 varieeruvus (Joonis 2.1.2.1), mistõttu lisamillimeetrid jäävad varieeruvuspiiride sisse
 19 ning reaalses elus praktiliselt märkamatuks. Sellisel juhul jääb sademete kasv pigem
 20 klimatoloogiliseks fenomeniks kui tõsiseks kliimarisikiks.

1 Oluline mõju lisandub sademete summa suurenemisel siis, kui see tõus realiseerub
 2 läbi sajupäevade arvu tõusu. Ehk siis vihmavabade päevade arvelt lisandub päevi, mil
 3 ei saja koguseliselt ehk kuigi palju, kuid päev on pilves ja röske. Maapinnale jõudva
 4 lühilainelise kiirguse andmete alusel (vt Luhamaa jt, 2015, tabel 8) otsustades, on
 5 sellist sajupäevade lisa oodata talvel ja laiemalt külmal poolaastal.

6 Kui vaadata seni toimunud protsesse, siis tõesti on Türi sademete andmetel
 7 sajupäevade arv talvel (DJV) tõusnud – kui perioodil 1951–1980 oli sajupäevi 90-st
 8 talvepäevast keskmiselt 52, siis perioodil 1981–2000 oli neid 57. Sagedamaks on
 9 muutunud 3–8 mm sademetega päevad. Siin paraku tuleb arvestada, et andmetele
 10 enne 1966. aastat ei ole lisatud märgamisparandit, mis tähendab, et esimese perioodi
 11 sademete hulk on kunstlikult *ca* 16% võrra madalam. Sajupäevade arvu see siiski ei
 12 mõjuta.

13 Tulevased muutused sademete jaotuses vajavad veel eraldi matemaatilist
 14 modelleerimist, kuid kui arvestada seniseid protsesse ja talvede prognoositavat
 15 soojenemist, mis realiseerub läbi 0 °C lähedase temperatuuriga päevade kasvu, siis
 16 võib eeldada, et sajandi lõpus on talvel umbes 2/3 päevadest pilves ja sajused.

17 Arvestades talvise õhutemperatuuri drastilist kasvu (RCP8.5 alusel), võib eeldada, et
 18 enamik sademetest hakkab talvel maha jõudma vihmana. See vesi jõuab omakorda
 19 üsna kiiresti jõgedesse, mis tähendab, et talvist vee vähesust jõgedes ei teki, kuid ka
 20 kevadine suurvesi võib enamikul aastatest ära jääda.

21 Pidev niiskus ja asjaolu, et pinnas ei külmu läbi (või tekivad tihedad, kuid lühiajalised
 22 jäätumis-sulamistsükliid) võib tekitada lisaprobleeme põllumajanduses ja metsanduses
 23 ning liiklusolusid keerulisemaks muuta.

24 Vaatamata sademete hulga suurenemisele võib süveneda ka praegu täheldatav
 25 kevadise põua tendents. See tuleneb püsiva lumekattega päevade järsust
 26 vähenemisest. Kuna lumi sulab aina varem ära, siis pikeneb kevadine veevaene
 27 periood – ajavahemik, mis jääb lumesulamise ja esimeste kevadsuviste vihmade
 28 vahele. Aprillis-mais püsivate päikesepaisteliste ja suhteliselt soojade ilmadega põllud
 29 küll tahenevad, kuid kui lumi sulab varem või lumikatet ei teki, siis venib vihmade-
 30 eelne periood sedavõrd pikaks, et on reaalne oht kevadise põua kujunemiseks
 31 (Tammets & Jaagus, 2007; 2013).

32 **Äärmuslikud sademed.** Kuigi sademete hulga suurenemisel on erinevaid
 33 realiseerumisvõimalusi, peljatakse eelkõige äärmuslike sademejuhtumite intensiivsuse
 34 ja esinemissageduse tõusu. Sellise ettevaatlikkuse põhjuseid on kaks. Ühelt poolt on
 35 füüsikaliselt üsna hästi mõistetav, et atmosfääri lisandunud soojus leiab suures osas
 36 kasutamist vee aurustamisel. Seeläbi tekib õhku rohkem veeauru, mis omakorda
 37 suurendab sademete hulka. Kuna selline aurustumise protsess on eriti intensiivne
 38 suvel, siis eeldatakse, et tekib senisest rohkem kohapealseid äikesepilvi, mis annavad
 39 lühiajalist, kuid hästi intensiivset paduvihma. Teiseks põhjuseks on see, et väga
 40 intensiivsed sademed ja nendega kaasnevad üleujutused, tulvad jne tekitavad reaalset
 41 majanduslikku kahju.

42 Äärmuslike sademete puhul on tulevikustsenaariumites (Luhamaa jt, 2015) võetud
 43 piirväärtusteks 30 ja 50 mm ööpäevas. Nagu mainitud, on sajud, mis ületavad 30 mm
 44 ööpäevas, väga tugevad ning võivad halbade asjaolude kokkulangemisel tõesti olulist
 45 kahju tekitada. Samas pole need iseenesest väga harvad juhtumid – kontrollperioodil
 46 esines statistilises mõttes igal aastal mõni päev (kokku 33 juhtumit), mille ööpäeva
 47 summa oli 30 või enam mm.

1 Sademed üle 50 mm/ööpäevas tekitavad aga kindlasti olulisi kahjusid. Näiteks 2003.
 2 aasta Kirde-Eesti augustiuputuse otseseks ja kaudseks kahjuks hinnati kokku üle 800
 3 tuhat euro (Sepp, 2006). Selliste **paduvihmade puhul tuleb arvestada:**

- 4 1) tavaliselt juhtuvad need ainult suvel, sageli just augustis,
- 5 2) need juhtuvad väga harva; kontrollperioodi 30 aasta jooksul toimus Türil
 6 kokku viis ≥ 50 mm sajujuhtumit (maksimaalne 77,8 mm, 1. august 1973);
- 7 3) need on äärmiselt kohaliku esinemisega, ehk siis kannatada saavad mõned
 8 üksikud linnad, vallad.

9 Kui lähtuda tulevikukliima stsenaariumites esitatud suurvihmade sagenemise
 10 prognoosist (vt Luhamaa jt, 2015, tabel 13), siis mudelarvutuste järgi ennustatakse
 11 ekstreemsademetes esinemissageduse tõusu kordades – juhuste arv, kui ööpäeva
 12 sademete summa talvel on 30 mm või suurem, suureneb sajandi lõpus stsenaariumi
 13 RCP8.5 järgi üle nelja korra. Viidatud tabeli protsentide tõlgendamisel tuleb silmas
 14 pidada kahte asjaolu: esiteks puudutab suhteline suurenemine äärmiselt harva
 15 toimuvaid sündmusi. Nii on talviste suursademetes esinemise tõenäosus ligikaudu üks
 16 kord 111 aasta jooksul (Luhamaa jt, 2015, tabel 13). Viiekordne tõus tähendab antud
 17 juhul seda, et selline sündmus hakkab toimuma üks kord 22 aasta jooksul.

18 Teiseks tuleb silmas pidada, et need tõenäosused on arvatud mudelarvutuses
 19 kasutatud domeeni keskmisena. See tähendab, et arvesse on võetud ka merealad, kus
 20 suursadade tõenäosus on väike. Seega võib oletada, et maismaal, nii-öelda
 21 inimasustuse lähedal on suurvihmade tõenäosus suurem. Kui palju täpsemalt, on
 22 eraldi analüüsi ja modelleerimise küsimus.

23 Eelnevat silmas pidades ja võttes aluseks kontrollperioodil toimunud sajujuhtumeid
 24 Türil, on Tabel 2.1.2.1 esitatud suursademetes tõenäosuste muutused erinevate
 25 stsenaariumite korral.

26 **Tabel 2.1.2.1.** Ööpäevas 30 mm ületavate sademete esinemissagedus
 27 kontrollperioodil kogu Eesti ulatuses (1. veerg) ja Türil ning suursaju juhuste
 28 koguarvu muutused vastavalt Tabel 13 (Luhamaa jt, 2015) toodud muutuse
 29 protsentidele⁶

Periood	Kontrollperioodi tõenäosused 1 juhuse/aastate kohta	Türi kontrollperioodil toimunud juhuste arv	Juhuste koguarv			
			2040– 2070	2070– 2100	2040– 2070	2070– 2100
Stsenaarium			RCP4.5		RCP8.5	
SON	1/7	2	4	4	4	5
DJV	1/111	0	0*	0*	0*	0*
MAM	1/14	3	5	6	6	7
JJA	1/2	28	35	38	39	46

30 *sündmuse toimumine ei ole välistatud.

31 Tabel 2.1.2.1 on selgelt näha, et Luhamaa jt (2015) arvatud kontrollperioodi
 32 suursademetes tõenäosus suvel on poole väiksem kui Türil fikseeritud (vastavalt 14 ja
 33 28 juhust 30 aasta jooksul). Siin väljendubki kahest erinevast territoriaalsest
 34 lähenemisest tulenev väga oluline vahe. Merealadega arvestamine viib suviste
 35 paduvihmade territoriaalse keskmise alla. Igal juhul on oluline arvestada, et tulevikus

⁶ Koguarvu muutuste aluseks on Türil kontrollperioodil fikseeritud suursajujuhtumid. Kõik arvud on ümardatud täisarvuks.

1 suureneb suviste paduvihmade esinemissagedus oluliselt ja praktiliselt igal aastal
2 esineb kuni kaks sellist sajujuhtumit, mille korral ööpäeva sademete summa ületab 30
3 mm.

4 Kuna aga kõrgemate õhutemperatuuride tõttu soojeneb ka Läänemeri suvel oluliselt
5 rohkem, siis võib eeldada, et Läänemeri muutub senisest tähtsamaks kohalike sadude
6 tekkeallikaks. See tähendab, et konvektiivsete sademete tekkimise tõenäosus suureneb
7 oluliselt, kuna soojemast Läänemerest on aurumine palju suurem. On üsna tõenäone,
8 et praegused kliimamudelid alahindavad sellist võimalust, kuna globaalsete
9 tsirkulatsioonimudelite mastaabist vaadatuna on Läänemere mõõtmised väga väikesed.
10 Seega võib kliima soojenemine tuua kaasa suviste sademete hulga ja erakordsete
11 sademete esinemissageduse veelgi suurema tõusu.

12 Seejuures ei saa alahinnata ka kohalike sademete osakaalu tõusu külmal poolaastal.
13 Suhteliselt sooja ja jäävaba Läänemere tõttu võivad võimsad konvektiivsed
14 pilvemoodustised tekkida ka sügisel ning talvel. Mandrile, palju jahedama aluspinna
15 kohale jõudes vallanduvad neist tugevad lume või hooglörtsi valingud. Selliste
16 lumesajuhoogude mõju on küll väga lokaalne, kuid need võivad tekitada olulisi
17 probleeme näiteks liikluses. Eesti meteoroloogiajaamade võrgustiku hõreduse tõttu on
18 selliseid üksikuid „hulkuvaid“ pilvi väga raske tabada, kuid ilmaradari peal on need
19 hästi märgatavad. Üks selline ohtralt lund andnud kohaliku tekkega pilv riivas 26.
20 detsembril 2014 Lahemaad.

21 **2.1.3. Tulevikukliima regioonid**

22 **Metoodika**

23 Keskkonnaagentuuri tulevikukliima aruanne esitab õhutemperatuuri, sademete ja
24 mõnede teiste meteoroloogiliste näitajate muutusi perioodil 2040–2070 ja 2070–2100,
25 võrreldes normkliima perioodi 1971–2000 vastavate näitajatega modelleerimisest
26 (Luhamaa jt, 2014). Mainitud töös on tuleviku perioodide 30-aastased keskmised
27 arvutatud kuude ja sesoonide lõikes (nt tabel 7 ja 10 Luhamaa jt, 2014), väljendades
28 kogu modelleerimiseks kasutatud domeeni keskmist. Domeeni ehk modelleeritava ala
29 suurus ja asetus on *a priori* määratud kasutatud mudelite tehnilistest parameetritest.
30 Eesti sotsiaalmajanduslike jm näitajatega seostamiseks kohandati tulevikukliima
31 andmekihid KATI projektile sobivateks ruumiantmeteks. Andmete kontrollimisel
32 tuvastati, et KAUR-i ning KATI GIS-i vähendatud ja pööratud domeeni alusel
33 arvutatud keskmised väärtused ei erine oluliselt.

34 Järgmisena lahendati absoluutväärtuste küsimus, ehk mida tähendavad
35 kliimamuutused õhutemperatuuri või sademete hulganäitajate kohta. KAUR-i aruandes (2014) on
36 esitatud vaid meteoroloogiliste näitajate suhtelised muutused normkliima perioodi
37 suhtes. Tulevikukliima absoluutväärtuste kättesaamiseks liideti 11 ilmajaama
38 normkliima andmetele tulevikukliima muutuse arvud.

39 Kliimamuutuste analüüsiks on mitmeid valikuid. Esimene võimalus on lähtuda ainult
40 KAUR-i mudelarvutuste algandmetest ja näidata eraldi kaardikihtidena iga kuu kohta
41 meteoroloogiliste näitajate muutusi 10 × 10 km võrgustikus. Saadud kuunäitajate
42 kaardid on oluliselt detailsemad kui tulevikukliima aruandes avaldatud joonised 9–11,
43 15–17. Mainitud joonised on lahtusega 12 × 12 km ja (v.a joonis 17) kujutavad
44 sesooni keskmisi. Samas on detailsus sellise lähenemise nõrkus. Eriti sademete puhul
45 on muutuste ruumiline jaotus äärmiselt varieeruv (joonis 2.1.3.5–2.1.3.9), mistõttu
46 tekivad liigselt detailidesse laskudes valed järeldused.

1 Teiseks, absoluutväärtuste arvutamiseks liideti igale 11 normkliima meteojaama
 2 andmetele juurde n-õ Eesti soojenemiskoeffitsient. Nii tehti eespool Türi näites.
 3 Arvestades Eesti territooriumi suhtelist väiksust võib eeldada, et kogu domeeni
 4 iseloomustavate muutuste kasutamine riigi erinevate osade kohta pädeb. Viga ei
 5 tarvitse olla kuigi oluline, kuna Eesti piirkondlikud kliimaerinevused on esinduslikult
 6 kajastatud normkliima andmetes, seda eeldusel, et kliimamuutused ei muuda
 7 kardinaalselt Eesti kliimarajoone.

8 Kolmandaks, kõige täpsemaks lähenemiseks, mida järgnevalt ka Eesti kliimamuutuste
 9 regionaalsete erinevuste hindamiseks kasutatakse, on normkliima ja kliimaprognooosi
 10 andmekihtide 10×10 km võrgustiku pikslite omavaheline liitmine. Selleks on 11
 11 normkliima jaama andmetest interpoleeritud samasugused kogu Eestit hõlmavad
 12 meteoandmete kaardikihid nagu koostati KAUR-i mudelandmetest (Luhamaa jt,
 13 2014). Seejärel on igale kaardikihi pikslile liidetud vastava prognoosikaardi vastava
 14 piksli väärtus. Antud meetod võimaldab maksimaalselt ära kasutada KAUR-i
 15 modelleerimise väljundeid. Samuti võimaldab see osaliselt vastata küsimusele, kas
 16 tulevikus muutub kliima sedavõrd, et toimuvad olulised muutused Eesti-sisestes
 17 kliimaregioonides. Kindlasti nõuab esitatud küsimusele ammendav vastamine
 18 spetsiaalseid teadusuuringuid. Samuti tuleb suurendada ilmajaamade arvu, sest
 19 lähteandmetega on katmata mõned olulised piirkonnad nagu Lahemaa ja Otepää
 20 kõrgustik. Eriti halvas seisus on Kagu-Eesti kõrgustike ala, kuna seda väga
 21 vaheldusrikast ja kliimaatilises mõttes kindlasti eristuvat piirkonda esindab vaid Võru
 22 ilmajaam. Nii nüüdiskliima vaatlusteks kui ka tulevikukliima prognooside
 23 täpsustamiseks soovitame kindlasti rajada täisprogrammiga ilmajaam Otepää
 24 kõrgustikule ja Lahemaale.

25 Paraku on andmete detailsus ka pikslite liitmise üheks nõrkuseks. Vältimaks
 26 võimalikke valejärelusi, mis tulenevad tulevikukliima kaartide veidratest ja
 27 ebaloogilistest sopistustest, ning eesmärgiga suurendada tulevikuprognoside
 28 usaldusväärsust, tuleb liidetud pikslite tulemusi geograafiliselt või ajasammus
 29 üldistada. Esimene võimalus on väljendada tulevikukliimat mitte kuu vaid sesoonide
 30 tasemel. Kolme kuu andmete keskmistamine taandab välja suure osa kuusisestest
 31 juhuslikest kõikumistest.

32 Seejärel saab regioonide täpsemaks piiritlemiseks kasutada erinevaid
 33 klassifitseerimismeetodeid. Optimaalseima analüüsivahendi ja lähtetingimuste valik
 34 võib osutada kliimaregioonidele pühendunud teadustööks, kuid mõistlikum on
 35 aluseks võtta Eesti looduslikud kliimarajoonid (nt Jaagus & Truu, 2004).
 36 Tulevikukliima regioonide eristamiseks kasutati programmi ArcGIS 10.2 töövahendit
 37 *Iso Cluster Unsupervised Classification*.

38 Klassifitseerimisülesande põhiküsimuseks on klasside arvu valimine. Klasse peab
 39 olema nii palju, et need seletaksid ära kõik peamised regionaalsed erinevused, kuid
 40 piisavalt vähe, et klasside vahel oleks mõistlik erinevus. Samuti ei tohi olla klasse
 41 liiga palju, kuna siis kaob ära üldistatus (Linoff & Berry, 2011). Samuti võiks klasside
 42 arv üldistuse saavutamiseks kõikide arvutuste juures sama olla ning tekkinud klastrite
 43 ruumiline struktuur peaks üldjoontes vastama Jaaguse ja Truu (2004) eristatud
 44 regioonidele.

45 Tulenevalt eelnevate tööde (sh Jaagus & Truu, 2004) kogemusest ja käesoleva
 46 strateegia üldistuste ja meetmete kavandamise praktilistest vajadustest otsustati
 47 analüüsida vaid keskmise õhutemperatuuri ja sademete andmeid. Tuule kiiruse,
 48 maksimum ja miinimum õhutemperatuuri jt Luhamaa jt (2015) poolt modelleeritud

1 kliimaandmete regionaliseerimine oleks tulevikus eraldi teadusuuringu teema. Parema
 2 võrreldavuse huvides toimus kliimaandmete regionaliseerimine kolme klassi kaupa.
 3 See on kompromiss, kuna klasside arv võib tegelikkuses erineda. Näiteks normkliima
 4 perioodil eristub suve keskmise õhutemperatuuri osas sisuliselt vaid kaks klassi:
 5 soojem Lõuna- ja jahedam Põhja-Eesti. Kuid tulevikustsenaariumite puhul eristuvad
 6 suvel kolmanda klassina selgelt ka Lääne-Eesti merealad.

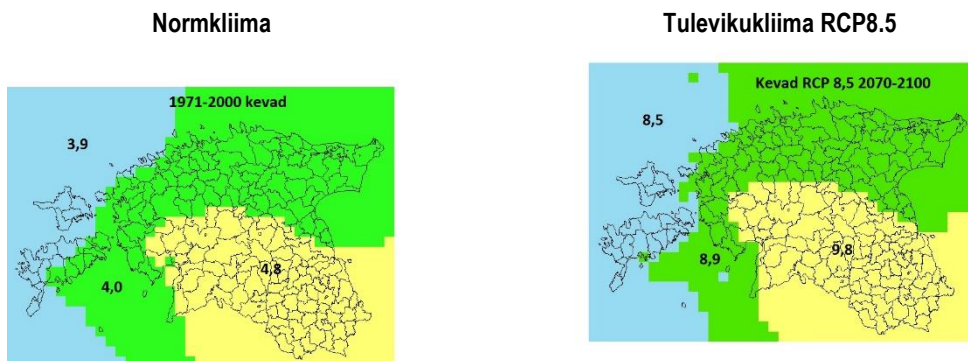
7 Sademete ja õhutemperatuuri kolme klassi ajalised ja ruumilised muutused vajavad
 8 eraldi uurimist, kuid üldistatult võib öelda, et põhimõtteliselt säilivad ka tulevikus
 9 normkliimale omased ning ka näiteks Jaaguse ja Truu (2004) eristatud regioonide
 10 mustrid. Olulisemad muutused hakkavad avalduma „mustema“ stsenaariumi RCP8.5
 11 realiseerumisel perioodil 2070–2100.

12 Järgnevalt kirjeldatakse lühidalt tulevikukliima regionaalseid muutusi
 13 õhutemperatuuri ja sademete osas.

14

15 Õhutemperatuur

16 *Kevad.* Kevad saabub Eestisse tüüpiliselt Lõuna- ja Kagu-Eestist (Tarand, Jaagus ja
 17 Kallis, 2014), mis soojenevad Põhja-Eestist, saartest ja merealadest suhteliselt
 18 kiiremini. Temperatuurikontrast Lõuna-Eesti ja saarte vahel on väga terav. Selline
 19 ruumiline jaotus, mere-ranniku-sisemaa kontrast säilib ühtlaselt ka kõikide
 20 vaadeldavate tulevikustsenaariumite ja perioodide lõikes, kuigi 21. sajandi lõpus
 21 laieneb kevade saabumise areaal Lõuna-Eestist loode ja lääne suunas.



22 Joonis 2.1.3.1. Kevadised temperatuuriregioonid normkliima ja RCP8.5 kohaselt

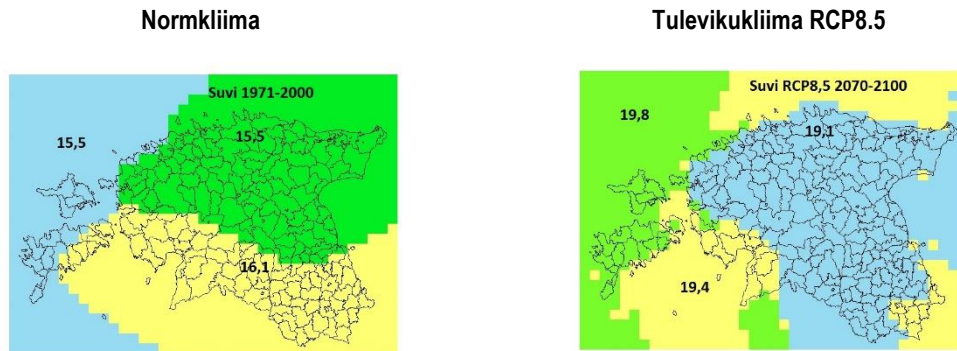
23 *Suvi.* Normkliima perioodi iseloomustab suve selge Põhja- ja Lõuna-Eesti
 24 temperatuurikontrast. Tulevikukliimas muutuvad klastrite piirid ja sisu oluliselt.
 25 Praktiliselt kogu Mandri-Eesti temperatuurierinevused tasanduvad ning eristuvad vaid
 26 väga soe Kagu-Eesti koos Liivi lahe piirkonnaga ning suhteliselt soojem mereala koos
 27 Lääne-Eesti saartega. Miks meri on tulevikus keskmiselt soojem kui maismaa, vajab
 28 eraldi põhjalikku uurimist, kas on tegemist veaga või mudeli eripäraga. Võimalik, et
 29 tulevikus hakkavadki Eestis suvel domineerima kõrgrõhkonnad selge ja
 30 päikesepaistelise ilmaga, mistõttu kuumenevad merealad ja maismaa kiiresti, kuid
 31 öösiti jahtub maismaa kiiremini kui termiliselt inertne meri.

32

33

1

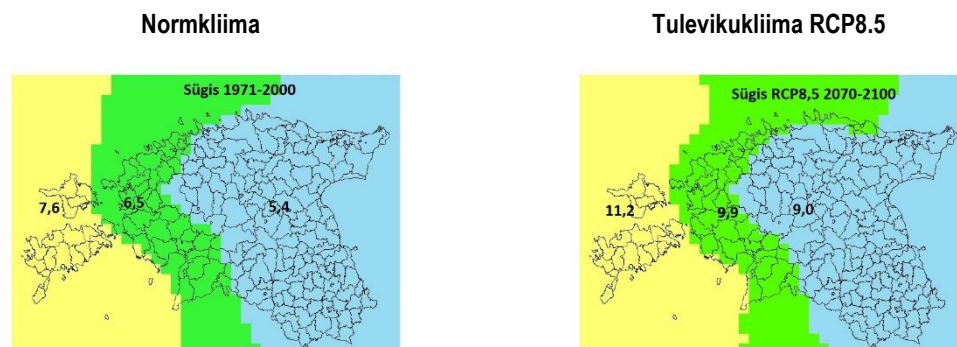
2



3 **Joonis 2.1.3.2.** Suvised temperatuuriregioonid normkliima ja RCP8.5 kohaselt

4 Lääne-Eesti saarte suhteliselt suurem keskmine temperatuur on vastuolus näiteks
 5 inimtervise kuumalainete uuringute järeldusega: tulevikus on Saaremaal ja Hiiumaal
 6 võrreldes Mandri-Eestiga suhteliselt vähem probleeme kuumalainete negatiivsete
 7 mõjudega. Mis on oluline – kuumalainete mõju hinnangu aluseks on
 8 maksimumtemperatuurid ja kuumapäevade esinemissagedus. Viimased esinevad
 9 tõenäoliselt siiski sagedasemini just Ida- ja Kagu-Eestis, kuna ka tulevikus tasandab
 10 mere mõju Lääne-Eestis ekstreemseid temperatuuriväärtusi.

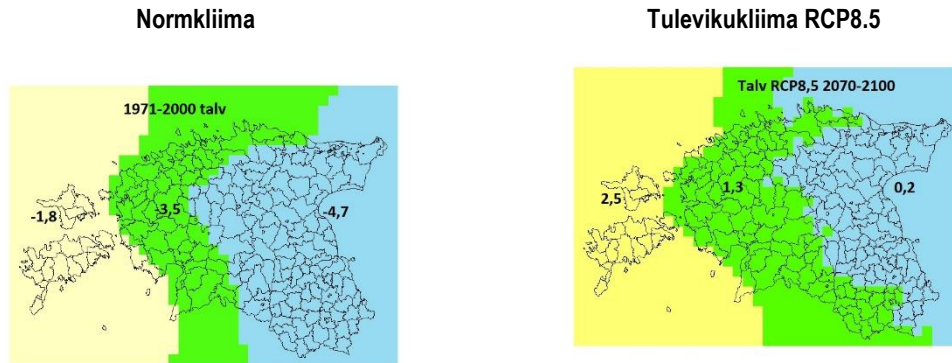
11 *Sügis.* Sügis saabub Eestisse idast ja kirdest. Süveneb temperatuurikontrast mere,
 12 rannikuala ja sisemaa vahel, kuna meri on termilise inertsuse tõttu pikka aega
 13 suhteliselt soojem kui maismaa (Tarand, Jaagus & Kallis, 2014). Selline jaotus püsib
 14 ka tulevikus kõikide stsenaariumite realiseerumisel. Lääne-Eesti saarte ja suhteliselt
 15 jaheda Ida-Eesti vahel säilib ca 2,2-kraadine temperatuurierinevus.



16 **Joonis 2.1.3.3.** Sügisesed temperatuuriregioonid normkliima ja RCP8.5 kohaselt

17 *Talv.* Talvel on temperatuurijaotus Eestis sarnane sügise omaga. S.t mida kaugemale
 18 merest, seda madalam on keskmine temperatuur. Ka tulevikus on Ida- ja Kirde-Eestis
 19 suhteliselt külmem kui Lääne-Eestis ja eriti saartel. Tuleb aga tähele panna, et kui
 20 normkliima perioodil on kõigi kolme klasteri keskmised temperatuurid alla 0-kraadi,
 21 siis ka juba suhteliselt väike muutus RCP4.5 rakendumisel tähendab perioodil 2040–
 22 2070 keskmise õhutemperatuuri tõusu Lääne-Eesti saartel püsivalt plusskraadidesse.

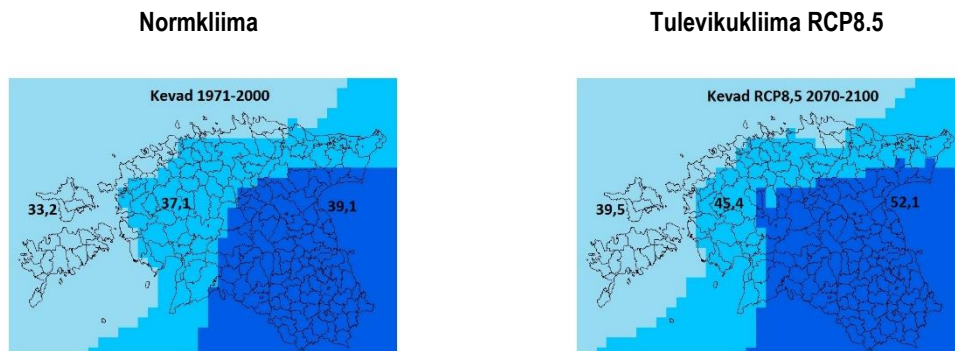
1 Edasisel soojenemisel laieneb peamiselt keskmine, rannikuklaster, kuid mitte sugugi
 2 kõige soojem mere klastrite ala. Ilmastikus suureneb Lääne- ja Ida-Eesti kontrast, kuna
 3 rannikualadel võib olla suhteliselt soe ja lumeta talv, Ida- aga eriti Kirde-Eestis võib
 4 samal ajal olla lumine ja miinustemperatuuridega ilm. Antud juhul võivad teravneda
 5 ka Kagu-Eesti kõrgustike ja näiteks Tartu ümbruse suhteliselt tasase maastiku
 6 vahelised kontrastid (mis on juba pehmetel talvedel esinemas). Antud analüüsis seda
 7 aga andmete vähesuse tõttu eraldi käsitleda ei saa.



8 **Joonis 2.1.3.4.** Talvised temperatuuriregioonid normkliima ja RCP8.5 kohaselt

9 **Sademed**

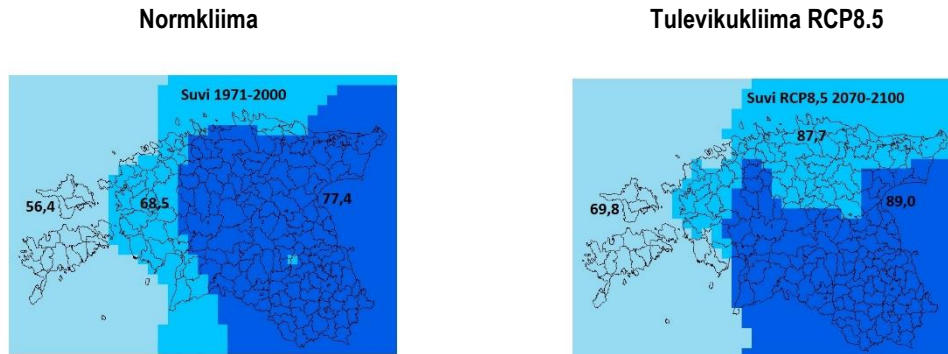
10 *Kevad.* Kuna kevadel on meri suhteliselt jahedam kui kiiresti soojenev maismaa, siis
 11 on kevadine sademete jaotus ka vastav – Ida- ja Kagu-Eestis sajab rohkem kui Lääne-
 12 Eesti saartel ja rannikul. Tulevikus selline muster säilib. Sademete hulga suurenemine
 13 toimub kõigis kolmes klassis, kuid Ida-Eesti sademeterikkamas piirkonnas suureneb
 14 saju hulk pisut järsumalt. Võiks öelda, et saarte ja sisemaa sademete kontrast
 15 suureneb, kuid normkliimaga võrreldes võib kontrasti kirjeldada nii, et saartel sajab
 16 palju ja Kagu-Eestis väga palju.



17 **Joonis 2.1.3.5.** Kevadised sademeterioonid normkliima ja RCP8.5 kohaselt

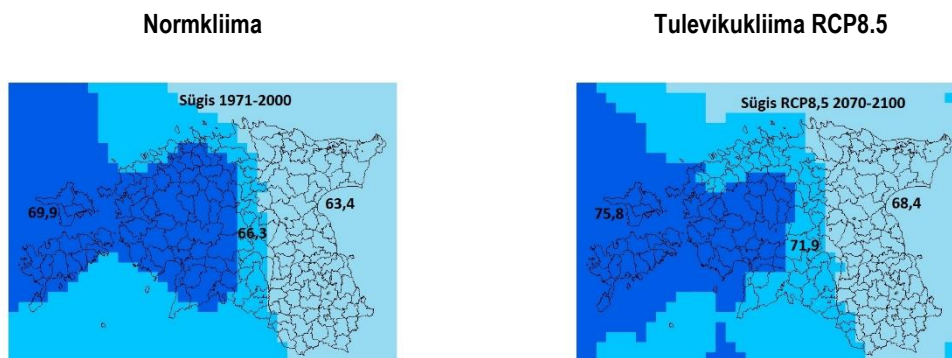
18 *Suvi.* Ka suvel kehtivad üldjoontes sarnased seaduspärasused kui kevadel – rannikul
 19 ning saartel sajab suhteliselt vähem kui Mandri-Eestis. Siiski on ranniku
 20 sademetevaesem piirkond palju kitsam kui kevadel. Selline jaotus kehtib ka tulevikus;
 21 ranniku sademetevaene piirkond väheneb veelgi. Oluline muutus võib toimuda 21.
 22 sajandi lõpus, mil nii stsenaariumi RCP4.5 kui ka RCP8.5 realiseerumisel muutub

1 Lääne-Eesti saarte ja Mandri-Eesti vaheline kontrast sedavõrd tugevaks, et sisuliselt
 2 saabki rääkida kahest sademete regioonist – saared ja manner. Mandri-Eesti jaguneb
 3 sel juhul jällegi mitte rannikuks ja sisemaaks, vaid Põhja- ja Lõuna-Eestiks. Mis
 4 protsessid sellise jaotuse taga võivad olla, vajab eraldi analüüsi. Siiski ei tohi antud
 5 muutusest teha järeldust, nagu ähvardaks Lääne-Eesti saari tulevikus veepuudus.
 6 Võrreldes normkliima perioodiga sajab tulevikus saartel rohkem ja mandril oluliselt
 7 rohkem.



8 **Joonis 2.1.3.6.** Suvised sademeteregioonid normkliima ja RCP8.5 kohaselt

9 *Sügis.* Sügisel pöörduvad sademete jaotuse geograafia vastupidiseks: rannikul sajab
 10 rohkem kui Ida-Eestis. Mandri-Eestis tuleb selgelt välja Lääne-Eesti sademetehari ehk
 11 rannikujoonega enam-vähem paralleelne suurem sademetevöönd Mandri-Eesti
 12 lääneosas (Tarand, Jaagus & Kallis, 2014). Tulevikus selline jaotus säilib, kuigi
 13 kohati saab Lääne-Eesti sademetehari olema veelgi teravam.



14 **Joonis 2.1.3.7.** Sügisese sademeteregioonid normkliima ja RCP8.5 kohaselt

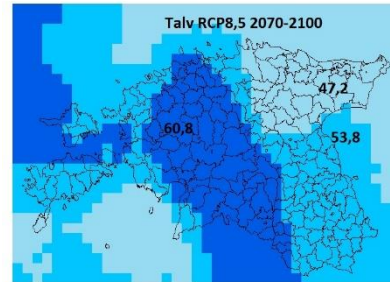
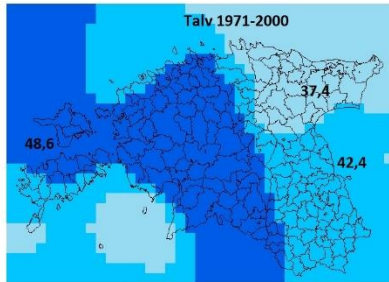
15 *Talv.* Talviste sademete jaotuse muster sarnaneb sügisega, kuigi Lääne-Eesti
 16 sademetehari tuleb veelgi selgemalt välja. Suhteliselt vähem sajab Kirde-Eestis ja
 17 Liivi lähel. Üldiselt sarnaneb kaardipilt Tarand, Jaagus ja Kallis (2014) joonisega
 18 5.3.6, millel on kujutatud talviste sademete hulga jaotus perioodil 1966–2010.

19 Tõenäoliselt tekib tulevikutalvedes selgem kontrast Kirde-Eesti ja ülejäänud Eesti
 20 vahel. Oletatavasti sajab 21. sajandi lõpus Kirde-Eestis lund sagedamini kui mujal
 21 Eestis. Lumesadu aga annab alati vihmast suhteliselt vähem vett (mm). Lumikatte
 22 püsimine võiks tulevikus tähendada sedagi, et Kirde-Eesti jõgedel säilib

- 1 tõenäolisemalt kevadise suurveeoh, seevastu Lääne-Eestis muutub see äärmiselt
- 2 harvaesinevaks.

Normkliima

Tulevikukliima RCP8.5



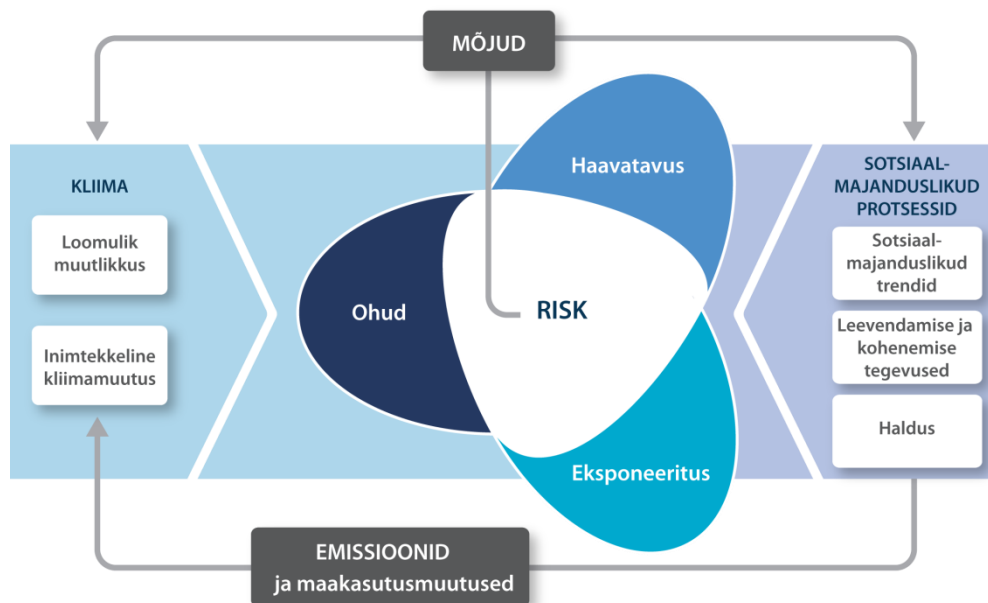
3 **Joonis 2.1.3.8.** Talvised sademeteregioonid normkliima ja RCP8.5 kohaselt

4 Toodud kaardivõrdlustest ja tulevikukliima klassifitseerimismudelitest saab teha kaks
5 laiematähenduslikku üldistust.

- 6 ■ Vastandmäärgilist muutust ei ilmne kusagil – kogu Eesti alal jätkub
- 7 õhutemperatuuri ja sademete hulga tõus, kuigi piirkonniti võib tõus olla
- 8 suurem kui domeeni keskmine.
- 9 ■ Mõnes piirkonnas tähendab see kliimamuutustest tingitud probleemide
- 10 võimendumist ning osaliselt tähendab see ka Eesti-siseste kontrastide
- 11 suurenemist, ent antud juhul tähendab see normkliimaga võrreldes siiski
- 12 kriitilist muutust skaala ülemises lõigus „palju vs väga palju.“

13 **2.2. Kliimamuutuse mõju ja haavatavuse hindamine**

14 Uuring lähtub IPCC riskihindamise metodoloogiast (joonis 2.2.1).



1 **Joonis 2.2.1** IPCC kliimariskide, mõjude ja ühiskonnaseoste põhimõttejoonis (IPCC
2 SREX, 2012)

3

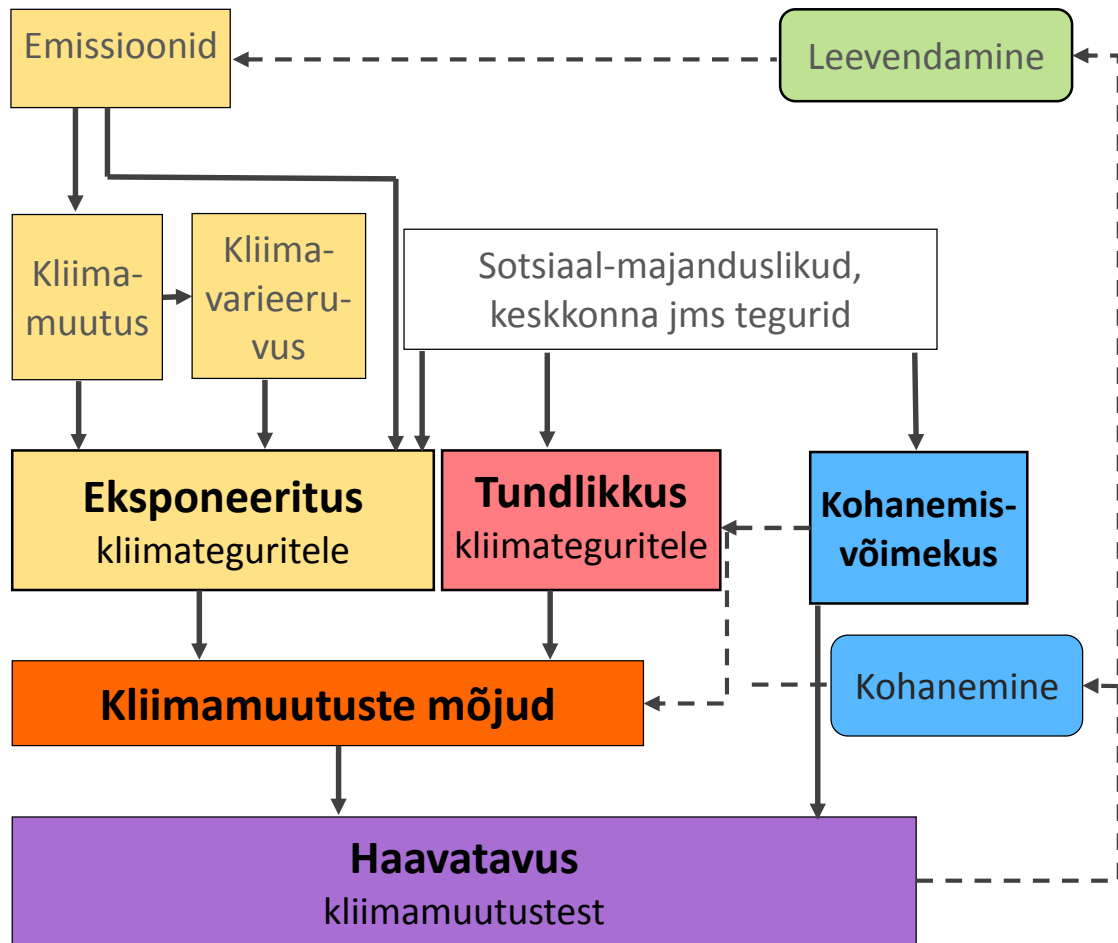
4 Antud uuringus tuginetakse päevakohastele teadusallikatele, mis seostavad
5 kliimamuutusi, erakorralisi ilmastikuolusid ja kliimaekstreemumeid
6 ühiskonnaarengutega. Hindamise metodoloogia seostab **kliima-, keskkonna- ja**
7 **inimtegevuse/olemise tegureid**, mis väljenduvad kliimamuutuste mõjudes. Samuti
8 käsitleb uuring riskide hindamist ja juhtimist, milles hakkavad mängima võrdlemisi
9 kaalukat rolli mitte-klimatoloogilised tegurid. Mõjude teravus ei sõltu ainult
10 kliimateguri ja selle mõju erakorralisusest, vaid mõju eksponeeritusest ja
11 haavatavusest. Seejuures tuleb võrdtähtsalt silmas pidada nii kliima loomulikku
12 muutlikkust, kliima inimtekkelist muutust kui ka sotsiaalmajanduslikke protsesse.

13 Kliimamuutustega kohanemine sõltub suuresti vaadeldava süsteemi – näiteks linna
14 kui kompleksse süsteemi – haavatavusest. IPCC neljas hindamisraport defineerib
15 haavatavust, tuues välja selle kolm põhikomponenti: „Haavatavus on süsteemi
16 tundlikkuse määr ja suutlikkus tulla toime ebasoodsate kliimamuutuste mõjuga,
17 sealhulgas kliima varieerumise ja äärmustega. Haavatavus on süsteemile mõjuva
18 **kliimamuutuse** ja kliima muutlikkuse iseloomu, ulatuse ja kiiruse funktsioon, selle
19 süsteemi **tundlikkus** ja **kohanemisvõime**“ (IPCC, 2007).

20 Antud definitsioon põhineb raamistikul, mis on kliimamuutuse ja selle mõju uurijate
21 seas laialdast kasutamist leidnud (Joonis 2.2.2) (Füssel & Klien, 2006; Füssel, 2009;
22 Hinkel, 2011; Preston *et al.*, 2011). Selle raamistiku kohaselt soodustab inimeste
23 tekitatud kasvuhoonegaaside hulga suurenemine kliimamuutust, mis toimub
24 paralleelselt kliima loodusliku varieerumisega. Haavatavuse abil kirjeldatakse määra,
25 mille ulatuses vaadeldav süsteem on kliimamuutuste tagajärgedele vastuvõtlik,
26 suutmata nendega toime tulla. Haavatavus sõltub eksponeeritusest, tundlikkusest ja
27 kohanemisvõimekusest, kus eksponeeritus on viis, ulatus ja sagedus, kuidas süsteem
28 puutub kokku kliimateguritega, tundlikkus on määr, kui palju kliimastressorid
29 vaadeldavat süsteemi mõjutavad ning kohanemisvõimekus on süsteemi potentsiaal
30 kliimamuutustega toimetulekuks. Tundlikkuse all mõistakse siin inimesi, inimloodud
31 vara ehk ehitisi ja infrastruktuure, bioloogilisi liike ja ökosüsteeme (IPCC-AR5-
32 WGII⁷). Kokkupuude või ka eksponeeritus ja tundlikkus üheskoos määravad ära
33 kliimamuutuse võimaliku mõju süsteemile. Piirkonna või riigi potentsiaali
34 kliimamuutuse mõjuga toimetulekuks kirjeldab selle kohanemisvõime. Kõik
35 eelnimetatud tegurid kokku määravad haavatavuse kliimamuutuste suhtes.
36 Leevendamise meetmed mõjutavad kliimatilisi tegureid, kohanemismeetmed aga
37 tundlikkust.

38

⁷ [Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability.](#)



1

2 **Joonis 2.2.2.** Haavatavuse ja kliimamuutuste mõjude hindamise kontseptuaalne
 3 raamistik (Füssel & Klein (2006) järgi)

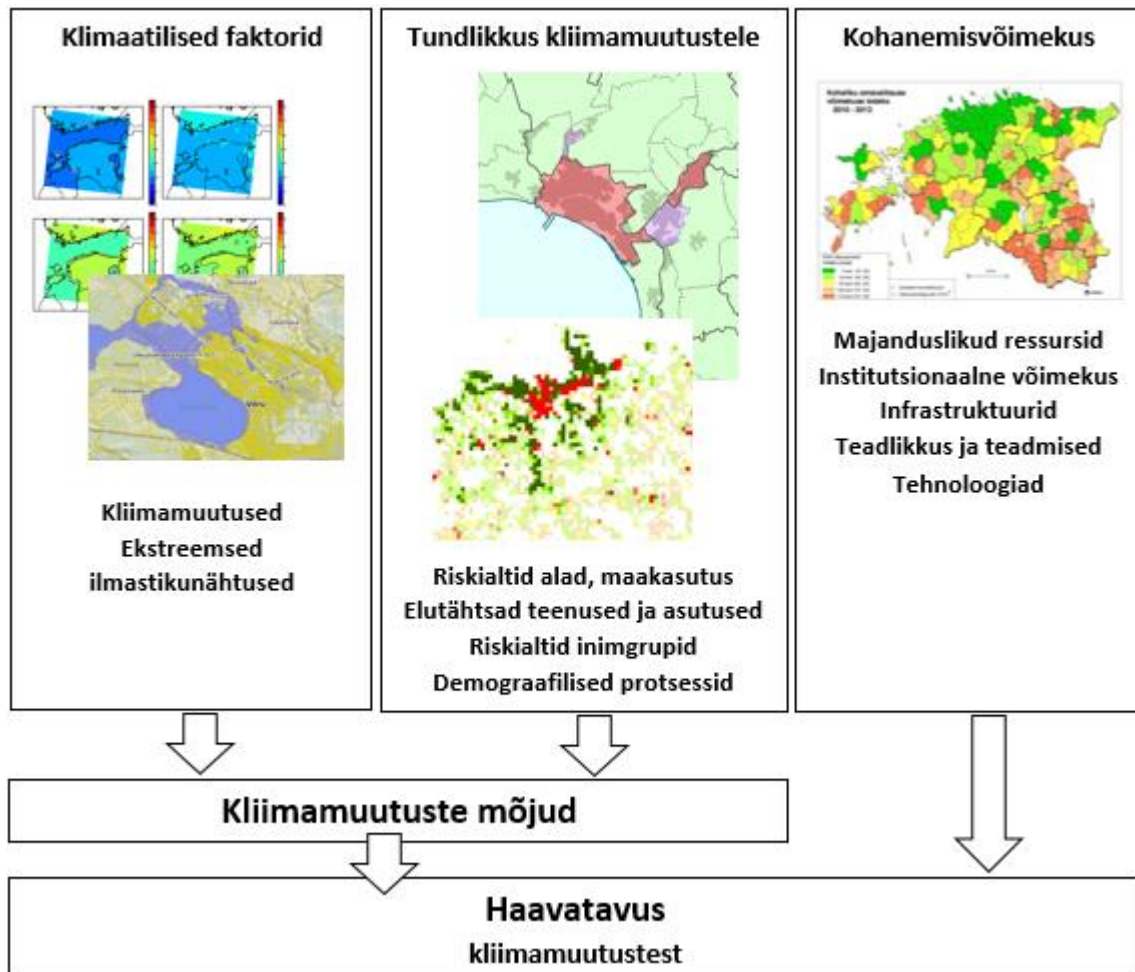
4 Kliimamuutuste võimalik mõju ja haavatavus erineb piirkonniti väga palju. Peale
 5 selle, et kliimamuutused ise on erinevates kohtades väga erinevad (vt ptk 2.1) ja selle
 6 tõttu, et eksponeeritus on mõnes piirkonnas suurem kui teises, on ka igal piirkonnal
 7 oma selgelt eristuvad keskkondlikud, sotsiaalsed ja majanduslikud eripärad, mis on
 8 kliimamuutuse suhtes kas rohkem või vähem tundlikud. Sellepärast rõhutab Euroopa
 9 Liidu juhend riiklike strateegiade väljatöötamiseks⁸ punktis 2b, et haavatavuse
 10 hinnang peab sisaldama kõige olulisemate mõjude ruumilist joatust riigi, regiooni või
 11 linna tasemel, näidates ära mõjutatud rahvastiku, majandustegevuse ja/või
 12 majandusliku väärtuse jaotuse.

13 Kliimamuutustest tuleneva haavatavuse kaardistamine on üks lähenemisviisidest, mis
 14 võimaldab läbi ruumilise visualiseerimise ja analüüsi kokku viia geograafiliselt
 15 heterogeenseid haavatavust määravaid tegureid ja näidata nende vastastikust mõju
 16 (Preston *et al.*, 2011). Säärane analüüs võib teenida erinevaid eesmärke: eelkõige
 17 suurendada teaduslikku arusaama ilmastikutundlikest süsteemidest, seada poliitilisi ja
 18 teaduslikke prioriteete ning mis kõige tähtsam, luua ruumiline alus kohanemise ja
 19 leevendamise strateegiade välja töötamiseks.

⁸ [SWD \(2013\) 134 – „Guidelines on developing adaptation strategies“.](#)

1 Nagu seda soovib suunisdokument, tuleb esimese sammuna koguda ja analüüsida
 2 olemasolevat kättesaadavat teavet (Joonis 2.2.3). Seal, kus võimalik, kogutakse ja
 3 esitatakse informatsiooni ruumiandmete näol. Alavaldkonnaspetsiifilises tundlikkuse
 4 analüüsis käsitletakse kliimatilisi tegureid regionaalse varieeruvuse kontekstis (vt ptk
 5 2.1), mis on aluseks põhjalikule alavaldkondlikule kliimamuutuste mõjuanalüüsile.
 6 Piirkondlik võimekus kliimamuutustega toime tulla ja muutuste mõjud integreeritakse
 7 selleks, et hinnata haavatavust kliimamuutuste suhtes. Selle taga on põhimõte, et
 8 piirkond, kus on suur kliimamuutuste mõju, võib siiski olla mõõdukalt haavatav, kui
 9 see on hästi kohanenud eeldatavate kliimamuutustega. Teisalt, kõrge mõju tagajärjel
 10 on oodata kõrgemat haavatavust, kui piirkonnas on madal kohanemisvõime.

11



12

13 **Joonis 2.2.3.** Haavatavuse kaardistamine14 **2.2.1. Paduvihmade üleujutuste modelleerimine**

15 Paduvihmade üleujutust simuleeriti Pärnu linna näitel. Simulatsiooni aluseks on
 16 Exeteri ülikooli [CADDIES](#) tööühma poolt välja töötatud 2D pinnavoolu/äravoolu
 17 rakk-automaat (*Cellular automata*) mudel (Ghimire *et al.*, 2013; Guidolin *et al.*, in
 18 review). Mudel arvutab lihtsustatud kujul vooluhulki naaberpikslitesse (von-Neumann
 19 naabrid 4 tk) piksel piksli kaupa. Mudel lähtub järgmistest eeldustest:

20

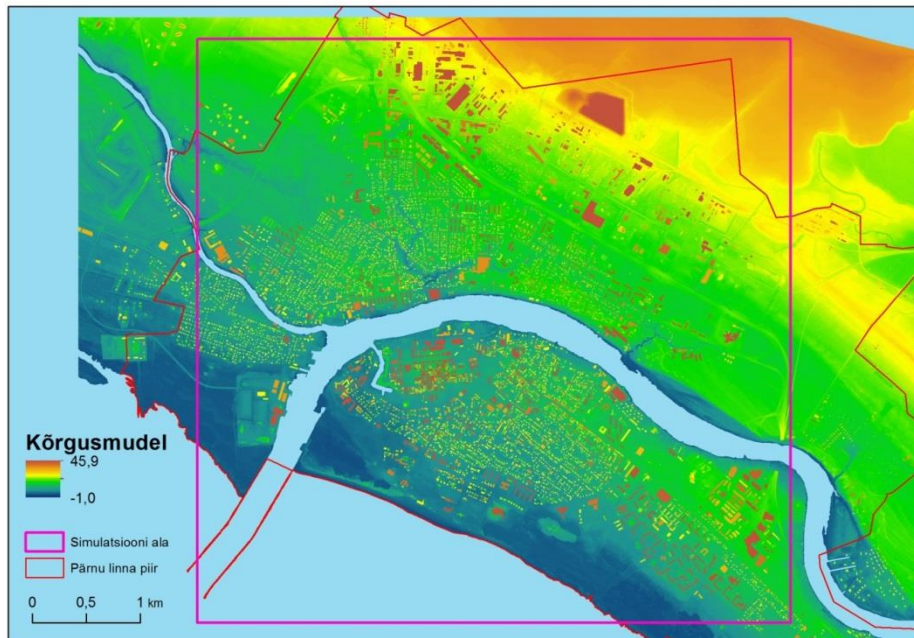
- kehtib üks globaalne voolukiirust aeglustav kareduskonstant;

- 1 ▪ infiltratsioon puudub;
- 2 ▪ sademevee kanalisatsioon puudub.

3

4 Paduvihma simulatsiooni lähteandmed olid:

- 5 ▪ 30 mm sademeid ühe tunni jooksul;
- 6 ▪ Maa-ameti LIDAR mõõtmistel põhinev 1×1 m lahutusega maapinna ja
- 7 hoonete kõrgusmudel $5,5 \times 5,4$ km alal (Joonis 2.2.1.1);
- 8 ▪ 100×100 m lahutusega äravoolu andmestik, mis põhines SCS *runoff curve*
- 9 *number* (CN) meetodil ning kasutas Eesti topograafia andmekogu (ETAK)
- 10 1:10 000 maakatte andmestikku Zhan & Pan (2014), USDA (1986) (Joonis
- 11 2.2.1.2);
- 12 ▪ simulatsiooni kestvus kokku 5 h.

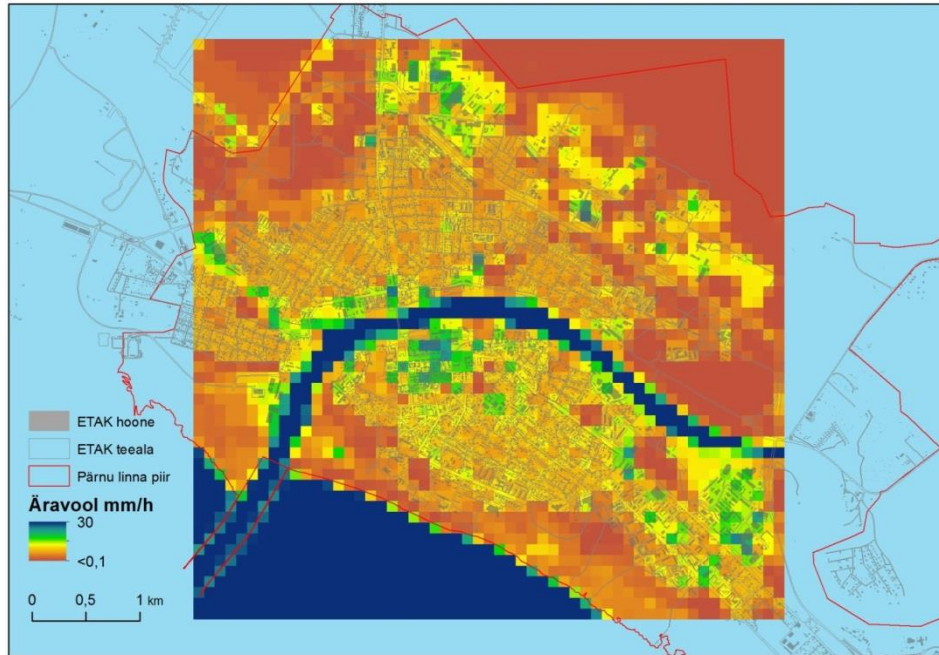


13

14 **Joonis 2.2.1.1.** LIDAR mõõdistustel põhinev maapinna kõrgusmudel ETAK

15 hoonetega

16



1

2 **Joonis 2.2.1.2.** LIDAR mõõdistustel põhinev maapinna kõrgusmudel ETAK
3 hoonetega

4

2.2.2. Kuumapäevade haavatavuse hindamine linnades

5 Maapinna temperatuur määrati Landsat 8 TIRS satelliitpiltide abil, mida on võimalik
6 vabalt alla laadida USGS pildiarhiivist⁹. Piltide spektraalsed väärtused arvutati ümber
7 temperatuuriks, kasutades Split-Window algoritmi (Jimenez-Munoz & Sobrino, 2008;
8 Skoković jt., 2014).

9 Ruumilised andmed linnade rahvastiku kohta 100×100 m ruuduna on saadud
10 Statistikaametist. Mõjude kaardistamise ja haavatavuse hindamise metoodika on välja
11 töötatud ESPON Climate projektis (2013).

12

2.3. Rannikualad

13 Rannikualade alavaldkondade defineerimise aluseks on Euroopa Liidu strateegia
14 kliimamuutustega kohanemiseks (COM 216, 2013) ning Euroopa Komisjoni
15 töödokumendid „Commission Staff Working Document. Climate change adaptation,
16 coastal and marine issues“ SWD (2013) 133 final (SWD 133, 2013) ja „Commission
17 Staff Working Document. Adapting infrastructure to climate change“, SWD (2013)
18 137 final (SWD 137, 2013).

19 Kliimamuutustega kohanemist käsitlevas EL-i strateegias on rannikud määratud eriti
20 ohustatud aladeks (COM 216, 2013). Nimetatud dokumendi lisa „Climate change
21 adaptation, coastal and marine issues“ (SWD 133, 2013) toob välja kliimamuutustest
22 põhjustatud keskkonnamõjud rannikualadel, millest on Eestis olulised meretaseme
23 tõus ja randade erosioon. Samas välja toodud mõjud nagu rannikumärgalade olukord,

⁹ [USGS Earth Explorer](#)

1 loodusliku mitmekesisuse või merevee keemilised-bioloogilised muutused ei ole
2 KATI eesmärkidest lähtuvalt olulised.

3 EL-i Läänemere strateegia juhib tähelepanu vajadusele valmistuda rohkemateks
4 ekstreemseteks ilmastikunähtusteks (European Commission, 2009). Eesti rannikutel
5 avalduvad need a) rannikualade üleujutuste ning b) randade erosiooni ja muude
6 intensiivsete rannajoone muutustena. Samad nähtused on kliimamuutuste peamiste
7 mõjudena rannikualade puhul välja toodud ka viiendas rahvusvahelise kliimapaneeeli
8 raportis (Wong *et al.*, 2014).

9 Tuginedes eelnevale, jagati rannikute valdkond kaheks alavaldkonnaks:

10 **1) üleujutused,**

11 **2) erosioon ja maalihked.**

12 Alajaotuses lähtuti lisaks EL-i strateegiadokumentides väljatoodud alajaotuste
13 aktuaalsusele ka teiste Läänemeremaade ja Suurbritannia kliimakohanemise aruannete
14 ja strateegiate ülesehitusest, kus sageli käsitletakse neid alavaldkondi läbipõimunult,
15 kuid kaheks eraldi alavaldkonnaks jagamine võimaldab selgemalt välja tuua just
16 Eestis oluliselt eristuvaid nähtuseid, mõjusid ja probleeme, mis rannikualadel
17 seostuvad kas erosiooni või üleujutustega.

18 Meretaseme prognooskaartide koostamise meetodika

19 **Keskmise meretaseme** modelleerimisel lähtuti IPCC kliimamuutuste
20 stsenaariumitest RCP8.5 ja RCP4.5 ning arvestati maakerget. Arvutati meretaseme
21 muutus 2000. aasta keskmise meretaseme suhtes.

- 22 ■ Jätkuva maakerke arvutamisel võeti aluseks uusim Rootsi Maa-ameti poolt
23 koostatud Skandinaavia piirkonna absoluutse glatsioisostaatilise maakerke
24 mudel (Ågren, Svensson, 2007), mille järgi tänapäeval kerkib maakoore Eesti
25 alal 0,8 kuni 3,3 mm aastas (joonis 3.1.1.2). Eeldati, et maakerke kiirus jääb
26 21. sajandi jooksul muutumatuks. Arvutati summaarne maapinna tõus 2000.
27 aasta maapinna kõrguse suhtes.
- 28 ■ Absoluutsed meretaseme väärtused võeti IPCC 2013. aasta kliimamuutuste
29 raportist jooniselt 13.11, kus on esitatud meretaseme tõusu prognoos aastail
30 1986–2005 esinenud keskmise meretaseme suhtes.
- 31 ■ Suhteline meretaseme muutus Eesti alal 2000. aasta meretaseme suhtes leiti,
32 lahutades vaadeldavaks aastaks prognoositavast absoluutse meretaseme
33 väärtusest vaadeldavaks aastaks aset leidnud summaarse maapinna tõusu. Vt
34 joonis 3.1.1.3.

35 **2.4. Maaparandus**

36 Maaparanduse alavaldkondade defineerimise **kuivenduseks ja niisutuseks** aluseks on
37 nende sisuline seotus lahendamist vajava probleemi ja selle tehnilise lahendusega
38 Eestis. Enamus FAO või Euroopa Komisjoni suunda andvaid dokumente käsitleb
39 pigem põuaohu suurenemist (seoses toidu tagamisega) kui liigniiskusest tulenevaid
40 riske ja mõjusid (nt KOM, 2009).

41 Eesti oludes jaguneb maaparanduse valdkond alavaldkondadeks veerohkuse
42 suurenemisega seotud taristu, s.o kuivendussüsteemide ja põuaohu suurenemisel

1 niisutussüsteemide põhjal. Tulenevalt Eesti muldade ja pinnavormide iseärasustest ei
 2 ole segasüsteemid (s.o altniisutamist võimaldavad kuivendussüsteemid) praktikas
 3 laialdast kasutust leidnud (hetkel registris 3625 ha).

4 Alavaldkondasid ei liigendata omakorda alamvaldkondadeks vastavalt teenuse saajate
 5 põhjal (nt põllumajandus, metsandus jms), sest tehnilised lahendused, rakendatavad
 6 leevendusmeetmed jms on samad või väga sarnased.

7 **2.5. Linnad**

8 Linnade alavaldkondade määramise aluseks on EL strateegia kliimamuutustega
 9 kohanemiseks (COM 216, 2013) ning Euroopa Komisjoni töödokumendid „Impact
 10 Assessment – Part 1“, SWD (2013) 132 final (SWD 132, 2013) ja „Adapting
 11 infrastructure to climate change“ ja SWD (2013) 137 final (SWD 137, 2013). Ühtlasi
 12 on kasutatud linnateema ülesehituses Euroopa linnade kliimamuutustega kohanemise
 13 strateegiate uuringut (Ricardo-AEA, 2013).

14 EL-i kliimamuutustega kohanemise strateegias käsitletakse linnu **eriti tundlike**
 15 **aladena** (COM 216, 2013). Euroopa linnade kliimamuutustega kohanemise
 16 strateegiate uuring täpsustab, et kliimamuutustest on nii otseselt kui kaudselt
 17 mõjutatud eelkõige just suuremad keskused ja nende eeslinnavööd, kuhu on
 18 koondunud suurem osa rahvastikust, majandustegevusest, kapitalist ja
 19 kultuuriväärtustest, kuid kus sotsiaalselt, majanduslikult ning keskkondlikult väga
 20 mitmekesised, füüsiliselt läbitungimatud (loe: asfalteeritud ja betoneeritud) ja suure
 21 asustustihedusega ehitatud keskkonnad ei suuda mõjusid piisavalt kiiresti puhverdada
 22 ja sageli kiireloomuliste muutuste puhul hoopis võimendavad neid (Ricardo-AEA,
 23 2013). EL-i kliimamuutustega kohanemise strateegia lisa „Adapting infrastructure to
 24 climate change“ SWD (2013) 137 final (SWD 137, 2013) rõhutab eelkõige
 25 erakordsete ilmastikunähtuste nagu tormide, üleujutuste ja kuumalainete mõju
 26 linnadele. Samad erakordsed nähtused, mis on aegruumis juhuslikud ja olemuselt
 27 äkilised, on kliimamuutuste peamiste mõjudena linnade puhul välja toodud ka
 28 viiendas Rahvusvahelise kliimapaneeli raportis (Wong *et al.*, 2014), ESPON-i
 29 kliimauuringus (ESPON, 2011) ning Maailmapanga juhendmaterjalis „Guide to
 30 climate change adaptation in cities“ (The World Bank, 2011).

31 **Tuginedes eelnevale, jagati linnade valdkond kliimaatiliste tegurite alusel**
 32 **kolmeks alavaldkonnaks:**

- 33 **1) tormid,**
- 34 **2) üleujutused,**
- 35 **3) kuumalained.**

36 Alavaldkondade defineerimisel lähtuti lisaks EL-i strateegiadokumentides
 37 väljatoodud alajaotustele kliimakohanemisel esirinnas ja uuenduslike linnade nagu
 38 Kopenhaageni, Londoni ja Rotterdami strateegiate ülesehitusest.

39 **2.6. Tervis**

40 Tervise alavaldkondade defineerimiseks tehti esimeses järjekorras otsing Euroopa
 41 Komisjoni dokumentidest, mis tagab kõige harmoneerituma ja ühtsema valiku.

1 Leitud dokumentidest valiti otseselt tervise, kliimamuutuste ja kohanemisega seotud
2 töödokument: „Commission Staff Working Document. Adaptation to climate change
3 impacts on human, animal and plant health“, SWD (2013) 136 final, Brüssel,
4 16.04.2013 (SWD 136, 2013). Saadud dokument töötati läbi ekspertgrupi poolt ning
5 kohandati seda vastavalt Eesti keskkonnatervise prioriteetide ning Põhjamaade
6 kohanemiskavadele. Alavaldkondade täpne defineerimine on toodud ptk-is 3.5.

7 Järgnevalt otsiti iga tervise alavaldkonna ohtude, riskide ja näidete kohta kirjandust.
8 Otsinguks kasutati Tartu Ülikoolis kasutatavat EBSCO teaduskirjanduse otsingu
9 haldurit (sisaldab nii MEDLINE kui mitmeid loodusteaduslikke andmebaase),
10 raportite ja poliitikadokumentide leidmiseks kasutati nii Google Scholarit kui ka
11 Maailma Terviseorganisatsiooni, Ühinenud Rahvaste Organisatsiooni jt
12 rahvusvaheliste organisatsioonide kodulehti. Teaduskirjanduse otsing viidi läbi
13 järgmiste otsisõnadega: „*Climate change*“ ja „*Health*“ ja „*Extreme weather events*“
14 või „*Heat*“ või „*Cold spells*“ või „*Flooding*“ või „*Air pollution*“ või „*Food security*“
15 või „*Vector born diseases*“ või „*UV-radiation*“ või „*Inequality*“ või „*Migration*“.
16 Leitud allikate hulgast valiti enam viidatud ning Eesti konteksti sobivaimad. Eesti
17 uuringute leidmiseks korrati sama protseduuri eesti keeles.

18 Seni Eestis kasutatud meetmete leidmiseks analüüsiti arengukavasid ja strateegiaid,
19 „Rahvastiku tervise arengukava 2009–2020“, „Eesti Keskkonnastrateegia aastani
20 2030“, „Eesti Keskkonnategevuskava aastateks 2007–2013“, „Siseministeriumi
21 valitsemisala arengukava 2013–2016“ jt. Lisaks tehti otsing erinevate seotud
22 ministeriumide (Keskkonnaministerium, Sotsiaalministerium, Siseministerium,
23 Põllumajandusministerium) ja nende allasutuste nagu Terviseamet, Tervise Arengu
24 Instituut, Keskkonnaagentuur, Päästeamet, Veterinaar- ja Toiduamet jt kodulehtedelt.

3. VALDKONDLIKUD ÜLEVAATED

Valdkond	Alavaldkonnad	Aktuaalsus EL-is ja Eestis	Uuritus ja reguleeritus Eestis	Peamised kliimarisikid
Planeerimine ja maakasutus				
Rannikualad	Üleujutused	Aktuaalne EL-is, Eestis aktuaalne 2005. jaanuaritormi üleujutuse aladel	Maa-ameti süsteemis loodud üleujutusohu kaardid, meretaseme muutuste operatiivsed prognoosimudelid	Ekstreemsed tormid, püsiva jääkate kadumine Läänemeresel, üleujutusosalade ulatuse suurenemine
	Erosioon ja maalihked	EL-is väga aktuaalne; Eestis vähese levikuga Pärnu lähikonnas	Rannikuprotsessid on põhjaliku uurimise all	Ekstreemsed tormid, püsiva jääkate kadumine Läänemeresel, suurenevad sajuhulgad
Teised üleujutusohuga alad	-	EL-is ja Eestis väga aktuaalne, üleujutusohuga alade riske maandavad veemajanduskavad. Eestis pinnaseriskiga alasid vähe.	2015. aastal rakenduvad Veemajanduskavade üleujutusriskide maandamiskavad	Suurenevad sajuhulgad, sagenevad paduvihmad
Maaparandus	Kuivendus	EL-is ja Eestis väheaktuaalne	Seoses põllumajandusreformidega jäänud tähelepanuta	Otsest kliimarisiki ei ole; probleem on maaparandusobjektide füüsiline vananemine, mis võib kliimarisikide (lokaalsete üleujutuste) mõju suurendada
	Niisutus	EL-is aktuaalne, Eestis vähene huvi	Aianduses	Põua sagenemisel osutub intensiivpõllumajanduses kriitiliseks
Linnad	Tormid	EL-is väga aktuaalne, kuna enamik EL elanikkonnast elab linnades. Eestis pigem üksikujuhtumid, rakendamine formaalne ja reageeriv	Eestis pole linnakliimat ja kliimamuutuste mõjusid linnades uuritud, linnade mikroklimatoloogia puudub	Ekstreemsed tormid, paduvihma riski suurenemine
	Üleujutused	Aktuaalne EL-is, Eestis aktuaalne 2005. jaanuaritormi üleujutuse aladel Pärnus ning Tallinnas, Tartus, Võrus jm	Maa-ameti süsteemis loodud üleujutusohu kaardid, veetaseme muutuste operatiivsed prognoosimudelid	Ekstreemsed tormid, paduvihma riski suurenemine, suvised tulvad, üleujutusosalade ulatuse suurenemine, lokaalsed tulvade ohualad
	Kuumalained	EL-is aktuaalne, Eestis üksikud päevad	Vajab sotsiaalse turvalisuse tugisüsteemi.	Suvede soojenemine, linnade soojasaarte võimendumine; vaesed, lapsed, vanurid, puuetega inimesed on tundlikumad

Valdkond	Alavaldkonnad	Aktuaalsus EL-is ja Eestis	Uuritus ja reguleeritus Eestis	Peamised kliimarisikid
Tervis ja päästevõimekus				
Tervis	Äärmuslikud ilmastikunähtused	EL-is suure tähelepanu all ja põhjalikult reguleeritud, Eestis seadusandlikult reguleeritud	Uuritud ja leitud kuumalainete mõju suuremusele	Äärmuslikud kuuma- ja külmalained, paduvihmad ja nendega kaasnevad tulvad, äärmuslikud tormid, tornaadod, võimsad äikesetormid
	Õhukvaliteet ja allergiad	EL-is suure tähelepanu all ja põhjalikult reguleeritud, Eestis seadusandlikult reguleeritud	Õhukvaliteeti seiratakse regulaarselt, õietolmu seire katkendlik ja reguleerimata	Õhutemperatuuri tõus, linnade soojussaarte võimendumine, lumekattega päevade vähenemine, kevade pikenedamine
	Veega seotud probleemid	EL-is viimaste kümnendite suurülejutuste tõttu väga aktuaalne, Eestis seadusandlikult reguleeritud	Eestis väheuuritud, kuna ülejutustega seotud juhtumeid vähe	Erakordsed tormid, äärmuslikud paduvihmad, pikaajalised vihmaperioodid, tulvade sagenemine
	Toiduohutus	Üldiselt väga hästi reguleeritud valdkond, kuid potentsiaalne kahju ülimalt suur	Uute, toidu kaudu levivate haigustekitajate levikuvõimaluse ohtu on käsitletud vaid teoreetilisena	Kliima üldine soojenemine ja niiskemaks muutumine
	Siirujate kaudu levivad haigused	Puukide, sääskede jt siirujatega levivate haiguste leviku pärast ollakse EL-is mures, Eestis on suhteliselt aktuaalne probleem puukidega levivad haigused	Eestis hästi uuritud; puukidega levivate haigusjuhtumite arvu tõusu taga osaliselt diagnoosi paranemine; uute haiguste leviku võimalus	Pehmete ja niiskete talvede esinemissageduse tõus, kliima üldine soojenemine ja niiskemaks muutumine
	Ultraviolettkiirgus ja päikesevalgus	EL-is nahavähi üldise kasvu tõttu väga aktuaalne, Eestis pole ohtu veel täielikult teadvustatud	Uuringud, mis näitavad nahavähi esinemissageduse tõusu; ultraviolettkiirgust seiratakse regulaarselt; kliimamuutustest tingitud depressiooni pole uuritud	Kliima üldine soojenemine, kuumade ja päikesepaisteliste suvede sagenemine; püsiva lumekattega perioodi lühenemisest tulenev „pimeda aja“ pikenedamine
	Ebavõrdsus ja keskkonnamuutustest põhjustatud migratsioon	EL-is süvenev probleem, Eestis pole probleemi veel teadvustatud	Eestis tervishoiusüsteemi võimekuse aspektist käsitlemata risk	Kliima üldine soojenemine, ekstreemsed ilmastikunähtused, looduskatastroofid, joogivee regionaalne puudus
Päästevõimekus	Ülejutused	EL-is väga terav probleem, päästevõimekus EL-is üldiselt põhjalikult reguleeritud	Eestis hästi teadvustatud ja reguleeritud valdkond	Erakordsed tormid, paduvihmade sagenemine, tulvad
	Metsatulekahjud	EL-i lõunapoolsetes riikides väga terav probleem, Eestis põua-aastatel	Klimatoloogiliselt halvasti uuritud	Kliima üldine soojenemine, pikaajaline kuuma- ja põuaperiood, lumikatte kadumine

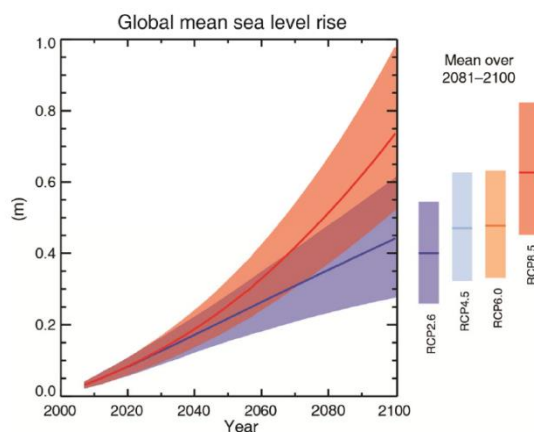
I Planeerimine ja maakasutus

3.1. Rannikualad

3.1.1. Üleujutused rannikualadel

Probleemid

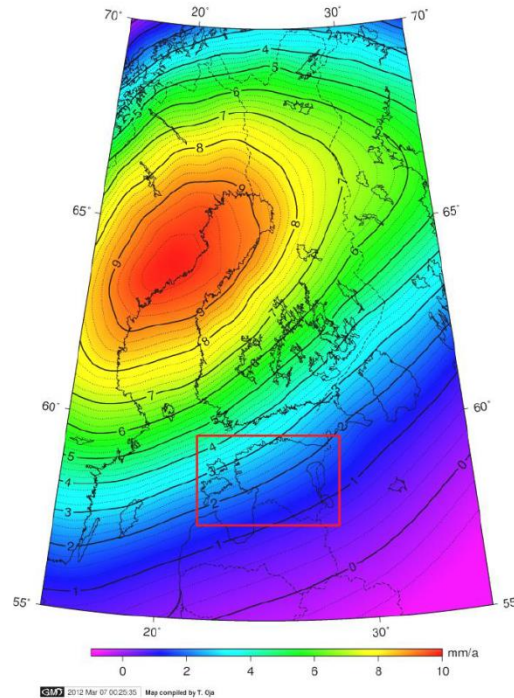
Tormide põhjustatud veetõusud ja sellest tingitud rannikualade üleujutused on globaalne probleem ning kliimamuutused, eelkõige meretaseme tõus ja tormide sagedenemine, süvendavad probleeme tulevikus. Mandriliustike sulamise ja ookeanide soojusliku paisumise tulemusena on maailmamere tase hakanud varasemast kiiremini tõusma ning prognoosid näitavad, et see tõus intensiivistub 21. sajandi jooksul veelgi. Viimaste aastate uurimistulemused näitavad selgesti, et nii Gröönimaa kui ka Antarktika teatud piirkondade liustikud sulavad intensiivselt ning on aastatel 1992–2011 panustanud maailmamere taseme tõusu keskmiselt $0,59 \pm 0,2$ mm aastas (Shepherd *et al.*, 2012). Aastatel 1901–2010 on globaalne meretaseme tõusnud keskmiselt 0,19 m (IPCC, 2013a) ning uusimate uurimistulemuste järgi on meretaseme tõus viimase kahekümne aasta jooksul kiirenenud (Watson *et al.*, 2015). Globaalse meretaseme tõusuks on aastateks 2081–2100 IPCC (2013a) kliimastenaariumi RCP4.5 alusel prognoositud keskmiselt 0,47 m ja stsenaariumi RCP8.5 alusel keskmiselt 0,63 m (Joonis 3.1), mis toob suure tõenäosusega endaga kaasa üleujutusala laienemise paljudel rannikualadel kogu maailmas. Suured üleujutused on sagedased näiteks Bangladeshis, kus miljonid inimesed elavad vaid paar meetrit üle meretaseme tõusu maksimumi ning kus (troopilised) tsüklonid on toonud kaasa väga kõrgeid (5–6 m üle tõusu maksimumi) veetasemeid ja põhjustanud sadade tuhandete inimeste hukkumist (Soomere, 2005).



Joonis 3.1.1.1. Globaalse meretaseme tõusu prognoosid erinevate kliimastenaariumite alusel aastateks 2081–2100 võrrelduna kontrollperioodiga 1986–2005 (IPCC, 2013a)

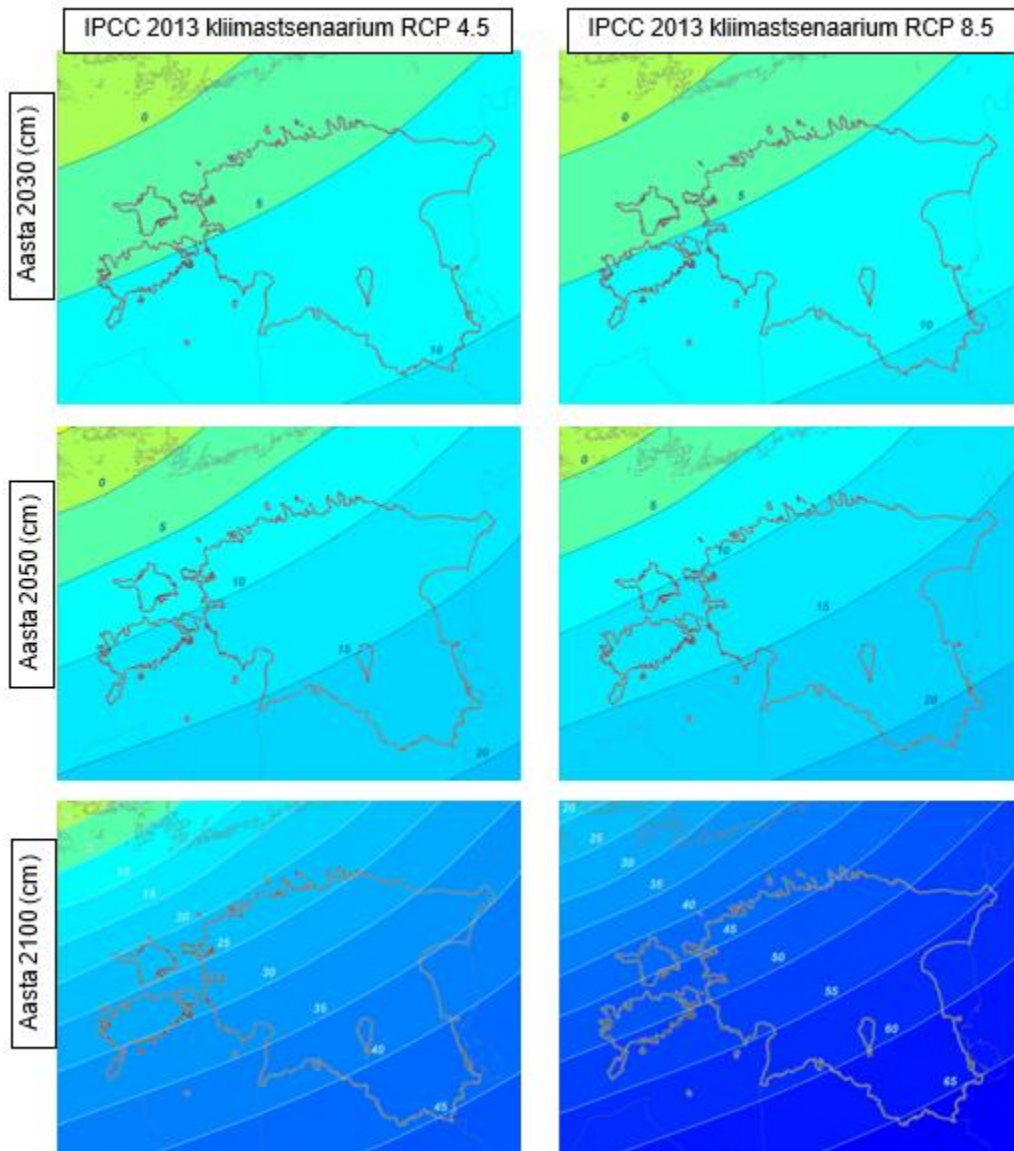
Eesti alal on meretaseme tõusu senini suuresti kompenseerinud isostaatiline maakerge, mille intensiivsus on suurem Loode-Eestis. Geoloogilised andmed näitavad seejuures, et viimase ligi 7 500 aasta vältel on maakerke kiirused Eesti alal ületanud

meretaseme tõusu, mistõttu paiknevad vanad rannamoodustised tänapäeval sisemaal. Pärnu ning Narva piirkonna ligi 7 500 aastat vanad rannamoodustised paiknevad ligi 10–8 m kõrgemal tänapäevasest meretasemest ning nooremad järk-järgult madalamatel absoluutkõrgustel. Maakerke kiirus ulatub Loode-Eestis ligi 3,5 mm/a (Joonis 3.1.1.2).



Joonis 3.1.1.2. Absoluutse maatõusu kiirused Fennoskandias ja Eesti alal, mm/a (Ågren & Svensson (2007) alusel)

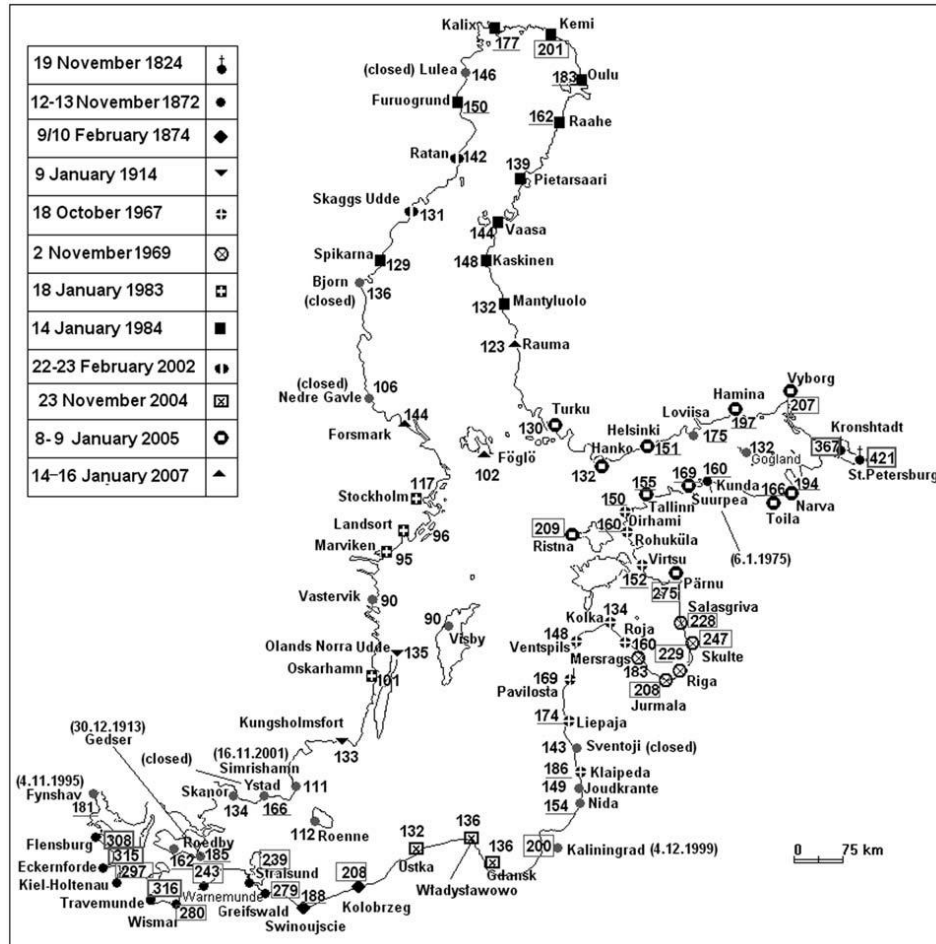
Arvestades maailmamere taseme tõusu prognoose, mõõdukat RCP4.5 ja äärmuslikku RCP8.5 asendub pikaajaline suhteline meretaseme languse trend tõusutrendiga (Joonis 3.1.1.3). See omakorda võib avaldada mõju kuhje- ja kulutusprotsessidele Eesti rannikul. Isostaatilise maakerke ja maailmamere taseme tõusu koosmõju tulemusena võib Pärnu ning Narva-Jõesuu piirkonnas meretase aastaks 2100 tõusta tänapäevasega võrreldes mõõduka tulevikukliima stsenaariumi RCP4.5 kohaselt *ca* 35 cm, äärmusliku RCP8.5 puhul aga juba *ca* 55 cm (Joonis 3.1.1.3). Merevee taseme tõus jääb Eesti rannikul RCP4.5 stsenaariumis hinnanguliselt vahemikku 20–35 cm, RCP8.5 korral aga 40–60 cm.



Joonis 3.1.1.3. Prognoositav merevee taseme tõus sentimeetrites Eesti aladel 21. sajandil erinevate kliimatsenaariumite põhjal, võrreldes keskmise meretasemega aastal 2000

Eesti rannikualadel, nagu ka mujal Läänemere idaosas (Joonis 3.1.1.4), on oluliseks probleemiks tugevatest edela- ja läänetormidest põhjustatud veetõusud ehk tormiajud, mis on järsud, lühiajalised (1–2 ööpäeva) ja lokaalsed. Väga kõrge veetaseme tekkimiseks on tuule tugevuse kõrval oluline ka tsükloni trajektoori, s.o tsükloni kese peab mööduma Eestist paarsada kilomeetrit põhja poolt. Otse üle Eesti või Eestist lõuna poolt mööduvad tsüklonid veetaset märkimisväärselt ei kergita. Seega peab kokku langema mitu ebasoodsat tingimust, mille tõenäosus tsüklonite sageduse suurenedes kasvab (Keskkonnaministeerium, 2013). Prognoosid näitavad, et 21. sajandil sageduvad talvised valdavalt läänekaarest tulevad tormid. Läänekaarte tormide sagenemisel on otsene mõju Lääne-Eesti rannikualadele, eriti Pärnu lahe piirkonna kõrgele veetasemele. 2005. aasta jaanuaritormi ajal tõusis meretase Pärnu lahes 2,75 m kõrguseni, mis oli tingitud läänetormist ajendatud veetõusust (1,7–2,2 m) ning varasematest tormidest põhjustatud keskmisest kõrgema veeseisu (0,7–0,8 m)

koosmõjust, põhjustades üleujutusi Pärnu linnas ja mujal Lääne-Eestis (Soomere, 2005). Soodsate tingimuste koosmõjul võib veetõus Pärnus ulatuda kuni 350 cm (Suursaar *et al.*, 2006) või isegi pea 4 meetrini (Soomere, 2005). Veetõusu maksimumsetele väärtustele lisandub tulevikus omakorda maailmamere taseme tõusust tingitud veetõus (Joonis 3.1.1.3).



Joonis 3.1.1.4. Ajaloolised suurimad dokumenteeritud üleujutused Läänemeresaad. Kõrgused riiklikes kõrgussüsteemides sentimeetrites (Averkiev & Klevanny, 2010)

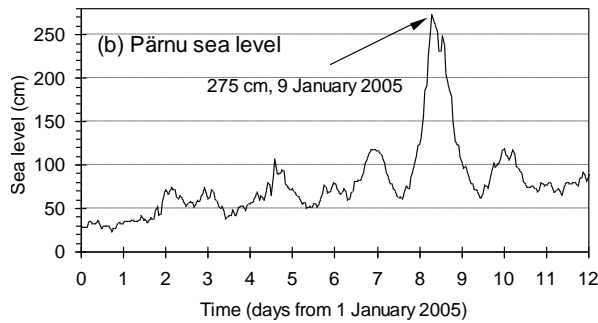
Ajaloolised üleujutused Pärnus

Meretaseme instrumentaalne mõõtmine on Pärnus toimunud alates 1924. aastast. Vanade ajaleheartiklite põhjal leiab infot varasemate ekstreemsete ilmastikunähtuste kohta (Tarand *et al.*, 2014). Suured üleujutused Pärnus on kirja pandud 1801., 1824., 1863., 1864. ja 1898. aastal. 1824. aasta üleujutus seostub Peterburis mõõdetud veetasemega 4 m üle keskmise meretaseme, mis on teadaolevalt kõrgeim mõõdetud meretase Läänemeres (vt joonis 3.1.1.4). Instrumentaalse mõõtmise perioodil on esinenud erakordselt kõrge meretase ja suur üleujutus 1967. aasta oktoobris ja 2005. aasta jaanuaris.

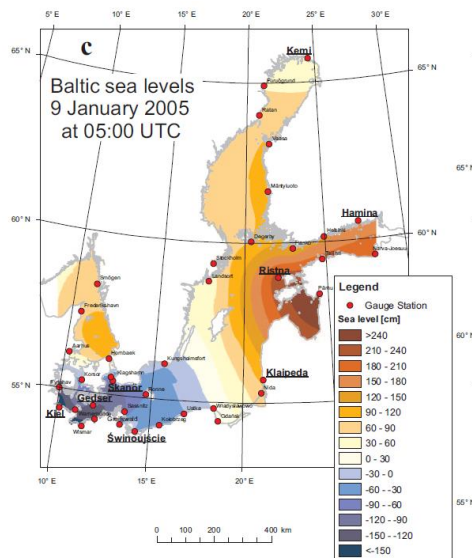
Mõõdetud üleujutusi Pärnus: 2,95 m (jaanuar 2005), 2,53 m (oktoober 1967), 1,84 m (veebruar 1990), 1,81 m (september 1978), 1,80 m (november 1923), 1,79 m (aprill 1932).



Üleujutus 1923. ja 2005. aastal Pärnus Supeluse tänaval (Looring & Pede, 2013)



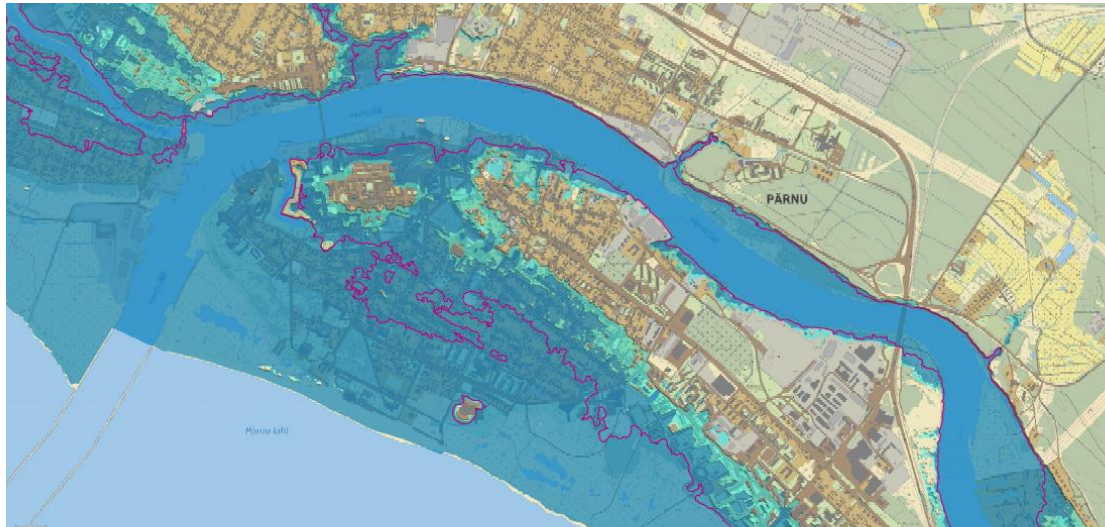
Merevee tase Pärnus nn. jaanuaritormi ajal ja sellele eelnenuud nädalal (Suursaar *et al.*, 2006).



Tsükloni Gudrun poolt põhjustatud muutused Läänemere veetasemes 09.01.2005 (Wolski *et al.*, 2014).

Tuleviku üleujutused Pärnus

Jaanuaritormile sarnane üleujutus saab leida aset Pärnus aset siis, kui langevad kokku mitmed ilmastikuolud. Suurim võimalik üleujutus toimub, kui tuule suund on 220 kraadi, üle mere puhuvad pikka aega samast suunast tuuled, mis kuhjavad vett lahte ning üldine kõrge veetase Läänemeres. Püsiv 20 m/s tuul võiks tekitada sobivast suunast puhudes püsiva veepinna kalde ja umbes 92 cm stationaarse veeseisu lahe päras, kui 30 m/s puhuv tuul võiks tõsta veetaset Pärnus juba põhjustab 240 cm. Läänemere üldise kõrgema veeseisuga kuni 100 cm üle pikaajalise keskmise võiks prognoosiv „ideaaltormi“ ulatus Pärnus aastal 2100 – ajuveetõus 400 cm (helesinine) või 350 cm (tumesinine) – võrrelduna tänapäevase 3 m ü.m.p. samakõrgusjoonega (punane). Maakerget arvestatakse Skandinaavia piirkonna mudeli järgi (Ågren & Svensson, 2007) ja keskmist meretaseme tõusu IPCC 2013 raporti RCP8.5 kliimastenaariumi järgi.



Mõjuhinnangute kokkuvõtteks, maailmamere taseme tõusu, länetormide sagenemise ja talvise jääkate vähenemise koosmõjus võivad maksimaalsed veetasemed ja üleujutusala territoriaalne ulatus Eesti rannikualadel tulevikus suureneva (Kont *et al.*, 2003). Tormide tugevnedes ning tsüklonite sageduse suurenemisel külmal poolaastal kasvab tõenäosus, et soodsate kombinatsioonide tulemusena võivad maksimaalsed tormidest põhjustatud veetõusud olla seni teadaolevatest ja kogetutest suuremad (Keskkonnaministeerium, 2013). Maksimaalne teadaolev tormiüleujutus Eesti alal on seotud tsükloni Gudrun tegevusega, kus 2005. aasta jaanuaritormi ajal tõusis Pärnus veetase 275 cm keskmisest kõrgemale (varasem Pärnu maksimum pärineb 1967. aasta oktoobrist – 253 cm) ning rannajoon nihkus ligi 1 km sisemaa suunas (Tõnisson *et al.*, 2008). 2005. aasta jaanuaritorm tõestas, et kõrge veetase võib püsida ka suhteliselt pikka aega, ligi pool päeva, kus üleujutusala jäänud inimeste suurim oht võib olla alajahtumine (Soomere, 2005).

Hoonetele, elamutele ja rajatistele on suurimaks kliimamuutuste mõjaks meretasemetõus koos tormide sagenemise ja intensiivistumise ning sademetemustri muutumisega (BACC, 2015). Puhtalt meretaseme tõusust tulenev risk on suures osas maandatud ehituskeeluvööndiga. Üleujutusriskiga aladel paiknevad hooned satuvad Pärnus ohtu ainult meretaseme tõusu ja tormi kombineerumise puhul. Ohtudele elamutele ja inimestele on täpsemalt juttu linna-valdkonnas. Primaarne tootmisektor (põllumajandus, kalandus, metsandus, kaevandamine) rannikul pole oluliselt mõjutatud, tööstussektoris on mõjutatud rannikul paiknevad tootmisüksused (BACC, 2015), näiteks Sillamäe endine uraanirikastamisjaam (Kont *et al.*, 2003).

Rannikute muutustel on otsene mõju turismisektorile (Patterson *et al.*, 2006; Moreno & Amelung, 2009). Kliima muutumine soojemaks Eestis ja liiga soojaks Lõuna-Euroopas võib tuua meie rannikutele suurema turismikoormuse. Samal ajal demograafiline olukord suurendab vanemaealiste ehk ilmastikutundlikemate turistide arvu suurenemist (Coombes *et al.*, 2009). Rohkem turiste on positiivne mõju. Seega võiks turismi planeerimisel vaadata kaugemale tulevikku koos regionaalplaneerimise, rannikute kaitse, looduskaitse ja muu sellisega (Schumacher & Stybel, 2009).

IPCC 2007. aasta raporti põhjal toovad üleujutused kaasa suurimat rahalist kahju transpordivaldkonnas. Kuigi ka kõrgeima meretaseme tõusu prognoosi puhul jäävad Eesti linnades enamus teid ja transpordisõlmi mõjutamata (Klein & Staudt, 2006), võivad juba sajandi lõpuks rannaäärsed teed Tallinnas ja Pärnus ning samuti sadamad saada mõjutatud meretaseme tõusust (Kont *et al.*, 2008). Transpordisektor on rohkem mõjutatud ekstreemsetest ilmastikunähtustest kui pidevast temperatuuri või meretaseme tõusust (Love *et al.*, 2010; Klein & Staudt, 2006; Schmidt-Thome *et al.*, 2006).

Lisaks võivad rannikualade üleujutused põhjustada soolase merevee sissetungi rannikuäärsesse, eriti maapinnalähedasse surveta põhjaveekihti, ning ohustada seeläbi põhjavee kvaliteeti. Meretaseme tõus ja üleujutused nihutavad soolase ja mageda põhjavee piiri rannikult sisemaa suunas, mis toob kaasa põhjavee sooldumise rannikualadel (Loáiciga, Pingel & Garcia, 2012; Nicholls *et al.*, 2011; Werner & Simmons, 2009). Lääne-Eesti rannikuvööndis on vabapinnalises põhjavees täheldatud kloori ja naatriumi sisalduse tõusu ning põhjavee mineraalsuse tõusu 0,5–1,3 mg liitri kohta aastas (Petersell, 2013). Meretaseme tõusust ja üleujutustest põhjustatud veekvaliteedi muutus võib mõjutada rannikul paiknevaid väiketarbijaid, kes saavad oma joogi- ja tarbevee salvkaevudest ja madalatest puurkaevudest. Enamus asulates paiknevatest tarbijatest aga saab oma vee tsentraalse veevõrgu kaudu sügavamal lasuvatest veekompleksidest ning ei ole ohustatud võimalikest merevee mõjudest. Rannikualal paiknevate suurtarbijate puhul tuleb arvestada tõsiasjaga, et põhjavee intensiivne väljapumpamine, mis toob kaasa olulisi muudatusi põhjavee dünaamikas, suurendab oluliselt soolase vee sissetungi võimalust põhjaveekihti ning on määravama tähtsusega kui kliimamuutustest tingitud mageda ja soolase vee vahelise piiri nihkumine.

Uuritus Eestis

Meretaseme mõõtmisi Eesti rannikualal (ca 12 seirejaamas) teostab Keskkonnaagentuuri koosseisus töötav Riigi Ilmateenistus (Ilmateenistus, 2015). Tallinna veemõõdujaamas alustati mõõtmistega 1842, Narva-Jõesuus 1899, Pärnus 1923 ja Ristnas 1950. Meretaseme muutuste ja pärastjääaegse maatõusu koosmõju on analüüsitud merevaatlusjaamade (Suursaar *et al.*, 2006) ja geoloogiliste andmete alusel (Rosentau *et al.*, 2012). Maatõusu regionaalset dünaamikat analüüsitakse Põhjamaade Geodeesiamisjoni (NKG) geodünaamika töögrupis (Oja & Märdla, 2014). Eesti alal on pärastjääaegset maatõusu hinnatud kordusnivelleerimise (Kall *et al.*, 2014) ning GPS-püsijaamade mõõtmistulemusi kasutades (Oja *et al.*, 2015). Modelleeritud on teadaolevalt suurimaid üleujutusi põhjustanud 2005. aasta jaanuaritormi Gudrun hüdrodünaamikat (Wolski *et al.*, 2014).

Rakendatud meetmed

Eestis on kaardistatud olulisemad üleujutusohuga piirkonnad ning antud hinnang erineva ulatusega üleujutuste esinemise tõenäosuse osas, arvestades varasemaid üleujutusi¹⁰. Üleujutusriskialad on määratud ja kaardistatud Keskkonnaagentuuri hüdroloogia osakonna (tõenäosusstsenaariumite arvutamine) ja veeosakonna (üleujutusohuga seotud riskipiirkonna kaardikihi moodustamine); Maa-ameti fotogramm-meetria osakonna (üleujutusohupiirkonna kaardikihi moodustamine) ja geoinformaatika osakonna geoinfosüsteemide büroo (üleujutuse rakenduse loomine); Statistikaameti statistika levi osakonna (elanike arvu leidmine) ning andmetöötluse ja registrite osakonna (majandusüksuste leidmine); Tallinna Tehnikaülikooli Meresüsteemide Instituudi (Kakumäe, Kopli ja Paljassaare lahe veetasemete modelleerimine ja tõenäosusstsenaariumite arvutamine) koostöös.

Määratud ja kaardistatud on üleujutusala prognoositav ulatus (üleujutusala esinemistõenäosuse järgi – 1 x 10, 50, 1000 ja 1000 aasta jooksul), üleujutusala jäävad hooned, supluskohad, kompleksloakäitised, pinnaveehaarded, reoveekäitised ning riskipiirkonnad. Üleujutusohupiirkonna ja üleujutusohuga seotud riskipiirkonna kaartide koostamiseks arvutati veetasemete aegriidade põhjal tõenäosusstsenaariumid, koguti kahjulike tagajärgi näitavad andmed ja moodustati kaardikihid (Keskkonnaministeerium 2014).

Koostamise lõppetapis, avalikustamisel on üleujutusohuga seotud riskide maandamiskava koos selle juurde kuuluva meetmeprogrammiga, mis hõlmab potentsiaalseid üleujutusalasid nii rannikul kui sisemaal (Keskkonnaministeerium, 2015). Eesti rannikuala osas on olemas meretaseme muutuste mudelprognoos, mis võimaldab merevee taseme võimalikku muutumise suunda ja amplituudi ligi kaks päeva ette prognoosida.

Lähiriikides, näiteks Soomes, võetakse planeeringute koostamisel ja uute ehitusnõuete kehtestamisel arvesse eeldatavaid tulevasi kliimamuutusi (Ministry of Agriculture and Forestry of Finland, 2005). Rootsisis on seatud nõue üleujutuse, maalihete ja erosiooni riskipiirkonda jäävate oluliste objektide (taristu, keskkonnakahjulikud objektid, saastunud alad) detailseks identifitseerimiseks (Sweden's Fifth nc, 2009).

Pärast 2005. aasta jaanuaritormi Gudrun on mitmed omavalitsused kehtestanud või kehtestamas uusi üldplaneeringuid, osaüldplaneeringuid ja teemaplaneeringuid, milles käsitletakse hoonestamistingimusi üleujutusohuga aladel.

Vastavalt Pärnu linna teemaplaneeringule (Pärnu linna ja lähiümbruse võrgustikke siduv teemaplaneering) tuleb maa-aladel, mille kõrgus on vähem kui 3 m üle merepinna, arvestada üleujutusriskiga ja asjaoluga, et projekteeritud hoonete ja rajatiste osad võidakse üle ujutada, mistõttu on soovitatav vastavad konstruktsioonid rajada veekindlatena või hingavatena ning arvestada üleujutuse mõju ehitusmaterjalidele ja konstruktsioonidele (Ramboll Eesti AS, 2012).

Vähendamaks üleujutusest põhjustatud võimalikke kahjulikke tagajärgi inimeste tervisele, keskkonnale, kultuuripärandile ja majandustegevusele, seavad Häädemeeste valla üldplaneering ja Häädemeeste valla rannaalade osaüldplaneering tingimused hoonestuse, tehnovõrkude, reoveesüsteemide jm arendamiseks. Uute elamute rajamine korduva üleujutusega alale ei ole lubatud. Korduva üleujutusega ala piir on määratud 1 m kõrgusjoonega. 3 m samakõrgusjoonest mere poole jääval alal

¹⁰ [Maa-amet](#)

paiknevate hoonete, rajatiste, sh tehnovõrkude projekteerimisel on soovitatav arvestada võimaliku üleujutusohuga. Üleujutusohu leevendab kaitsetammide rajamine, mille asukoha valikuks ja projekteerimiseks on vajalikud eelnevad rakendusuuringud. (Häädemeeste Vallavalitsus, 2013; 2015).

Haapsalu linna üldplaneeringu kohaselt esineb Haapsalus üldise Läänemere kõrge veetaseme ja läänetormide korral üleujutusi, maksimaalselt on veetase ulatunud 2 meetrini üle merepinna. Vältimaks võimalike üleujutustega kaasnevaid kahjusid, ei tohiks üleujutavatel rannaaladel uute elamute esimese korruse põrand olla madalamal kui 2,2 m merepinnast. Ranna lähedal asuvatele kruntidele kõrgvee kogunemise ennetamiseks ei tohiks kvartalit ümbritsevate tänavate pind olla kõrgem kvartali sisse jäävate kruntide pinnast või tuleb tänavatele ette näha piisavalt liigvee eemaldamiseks vajalikke truupe (Haapsalu Linnavalitsus, 2006).

Noarootsi valla rannaalade teemaplaneering sätestab, et piirkonnad, kus maapinna absoluutkõrgus on alla 1,5 m ei sobi ehitusaladeks. Elamutel ja suvemajadel on soovitatav puhta põranda pinda tõsta vähemalt 2,2 meetrini üle merepinna ja hoone vundament on soovitatav rajada postidele või tuulutusavadega. Kui üleujutusohutlikul rannaalal on juurdepääsuteede pind kõrgem maismaapoolsete kruntide pinnast, on kruntidele tulvava merevee kiire tagasivoolu tagamiseks soovitatav paigaldada truubid (Noarootsi Vallavalitsus, 2005).

3.1.2. Randade erosioon ja maalihked jõgede suudmealadel

Probleemid

Randade erosiooni sagedus suureneb meretaseme tõusu, tormide intensiivistumise ja talvise jääkatte puudumise tõttu. Ulatuslikku rannikute erosiooni on täheldatud Läänemere lõunarannikul, kus suhteline meretase tõuseb (HELCOM, 2007). Oluliselt mõjutab erosioon Saksamaa, Poola ja Leedu rannikuid, tingides vajaduse randade kindlustamise, tagasitäitmise ja teiste kaitsemeetmete järele (German federal cabinet, 2008; Poland nc6, 2013; Lithuania nc6, 2014). Viimastel aastakümnetel on täheldatud rannaprotsesside aktiveerumist ka Eestis, seostades seda suurenenud tormilisuse ja lühenenud jääkatteperioodiga (Orviku *et al.*, 2003; Kont *et al.*, 2008). Rannikute erosiooni on Eestis täheldatud nii pankrannikul kui ka liivarandades, kuid võrreldes Läänemere lõunarannikuga, on selle mõju ulatus oluliselt tagasihoidlikum (Miidel & Raukas, 2005; Orviku *et al.*, 2003; Kont *et al.*, 2003). Mererannikute erosiooni intensiivsuse ja ranniku taandumise kiiruse (Tabel 3.1.2.1.) määravad eelkõige piirkonna geoloogiline ehitus ehk kivimiline koostis ning ekspositsioon lainetusele (Orviku *et al.*, 2013). Kliimamuutustega seoses, eelkõige meretaseme tõusu, tormide intensiivistumise ja talvise jääkatte puudumise tõttu, võib randade erosioon 21. sajandil muutuda Eesti jaoks senisest suuremaks probleemiks (Kont *et al.*, 2003; Orviku, 1992), mõjutades eriti ulatuslikult just Edela- ja Kirde-Eesti liivarandu (Kont *et al.*, 2003; Kont *et al.*, 2008). Tuginedes Eesti mererannikute seire tulemustele ning illustreerimaks nimetatud probleemi tõsidust, on allpool esitatud mõned näited mererannikutel toimuvatest kulutus- ja kuhjeprotsessidest, mis on viimaste aastakümnete jooksul oluliselt mõjutanud randade morfoloogiat.

Tabel 3.1.2.1. Rannikute taandumiskiirused Eesti eri piirkondades (Orviku *et al.* (2013) põhjal)

Uuringuala (kivim/sete)	Ranniku taandumiskiirus (m/a)	Rannikuastangu kõrgus (m)	Pinnase ärakanne (m ³ /a) ühe meetri kaldajoone kohta
Osmussaar (lubjakivi)	0,07	5,0	0,5
Pakri (liivakivi, lubjakivi)	0,25	25,0	6,0
Kakumäe (liivakivi)	0,60	10,0	6,0
Järve (liiv)	0,50	3,5	2,0
Harilaiu (moreen, liiv)	7,00	2,5	17,0

Erosiooniprotsessid Eesti mererannikutel (Tõnisson jt (2009) ja Kask jt (2014) põhjal)**Klindiasangu taandumine Kakumäel**

Seireala rajati 1996. aastal ning 2005. aasta jaanuaritormi järgselt esitati ettepanek Kakumäe seireala lisamiseks riikliku seirealade nimekirja. Kakumäe seirealal liigub Alam-Kambriumi Tiskre kihistu liivakivist koosnev ligi 10 m kõrguse klindiasangu serv (Joonis 3.1.2.1.) maa suunas ning suurim on astangu kulutus olnud Kakumäe tee läänepoolseimas osas, kus tee merepoolse servani on astangu servast veel ligikaudu 10 meetrit. Kakumäe poolsaare tipp hoiab oma käes Balti klindi astangute taandumiskiiruse rekordit – astang on u 50 aastaga taandunud kuni 20 m. Taandumine ei ole olnud ühtlane, suurem osa sellest on realiseerunud tugevamate tormidega. 2005. aasta jaanuaritormiga taandus astang selle üksikutes lõikudes kuni 2 m (Suuroja, 2008).

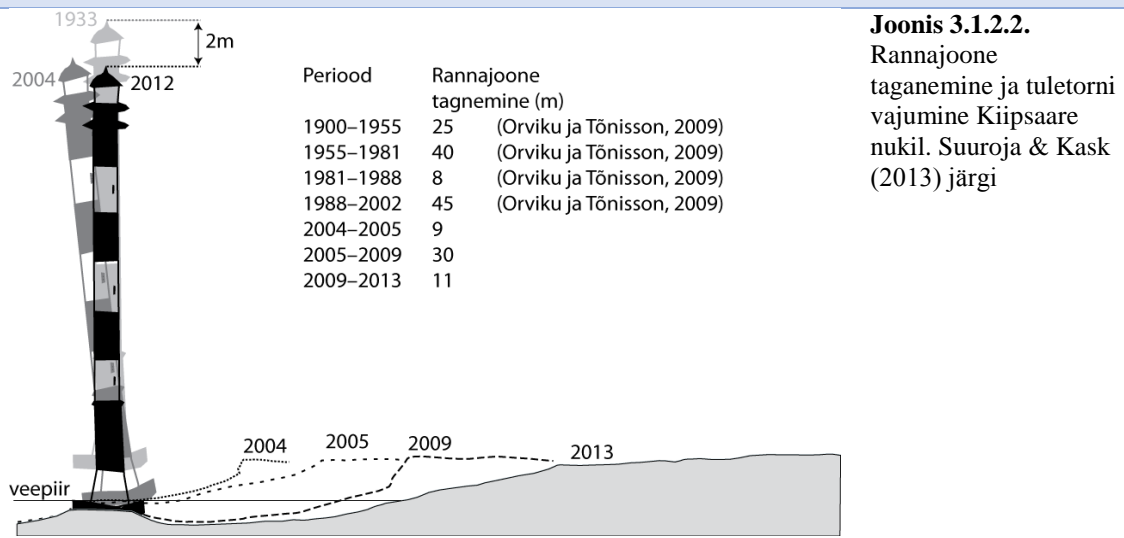
Ka 2010. aasta ja 2013. aasta mõõdistamistulemuste võrdlus näitas, et klindiasangu serv oli sel ajavahemikul taganenud kuni 2 meetrit. Astangu taganemist kiirendas ka 2013 aasta 13. detsembri torm ja marutuul ning kõrge veetase. Arvestades klindiasangu keskmist taganemise kiirust, võib astangu serv jõuda Kakumäe teeni aastaks 2025 ja majadeni aastaks 2035 (Kask jt, 2014).

**Joonis 3.1.2.1.** Kakumäe seireala 2013. aastal (Kask jt, 2014)

Rannajoone taganemine Harilaiul

Harilaiu poolsaare Kiipsaare neeme rannik on Eesti üks kiiremini muutuvaid ja ka põhjalikumalt uuritud alasid. Siinse rannanõlva kallakus on väike, jäädes valdavalt alla 1 kraadi. Poolsaare randu, rannaprotsesse, rannajoone asendit ja ristiprofilide muutusi on eri meetoditega jälgitud peaaegu kogu 20. sajandi vältel. Rannaprotsesside tulemusena viimase sajandi kestel on Kiipsaare neem „nihkunud” loodesse ja veninud pikemaks ja kitsamaks (Orviku *et al.*, 2003). See ala on kuulunud ka oma viltuvajunud tuletorni poolest.

Kiipsaare tuletorn ehitati 1933. aastal Kiipsaare nuki kohale 150 m kaugusele tollasest rannajoonest (Luige, 1974). 2012. aastaks oli rannajoon intensiivse rannakulutuse tulemusena taandunud tuletornist 150 meetri kaugusele ehk tuletorn asub pooleteise meetri sügavusel meres 38 meetri kaugusel praegusest rannajoonest. 2013. aastaks oli tuletorni ja rannajoone vaheline kaugus 40 m. Seega on rannajoon siin 80 aastaga liikunud 170 meetrit ida suunas ehk keskmiselt enam kui 2 m aastas. Taandumise kiirus on muutuv ja see on otseselt sõltuv tormituulte tugevusest, sagedusest ja suunast. Mõõdistamisandmete alusel nihkus rannajoon tuletorni kohal 2004. ja 2005. aasta vahelisel ajal 9 meetrit. Selle põhjustajaks oli 2005. aasta jaanuaritorm (Tõnisson *et al.*, 2012; Kask jt, 2014). Tormilained on ka tuletorni alust pinnast pidevalt erodeerinud, mille tagajärjel on tuletorn aastatega enam kui 2 meetrit setetesse vajunud (Joonis 3.1.2.2).



Joonis 3.1.2.2.

Rannajoone taganemine ja tuletorni vajumine Kiipsaare nukil. Suuroja & Kask (2013) järgi

Siinsete rannaprotsesside mõistmiseks peab eeskätt arvestama piirkonna geoloogilist ehitust ja arengut. Pärast mandrijää taandumist umbes 11 000 aasta eest on maapind Harilaiu kandis pidevalt kerkinud. Tänapäeval on kerkimise kiirus umbes 2 mm aastas. Viimasest mandrijääst jäi siinseid aluspõhja kivimeid (Siluri ladestu Jaani lademe savikad lubjakivid ja merglid) katma savikas jämepurdne (liivast rahnudeni) moreenikiht. Ulatuslik veelune moreenseljandik kulgeb 2–5 m sügavuses merepõhjas Kiipsaare neemest kuni 7 km kaugusel loodes. Tormilained kulutavad pidevalt seda seljandikku ja selle tulemusel pestakse moreenist välja peenem materjal nii, et merepõhja jääb alles vaid jämedam materjal (munakad, veerised). Lained ja hoovused kannavad peenemat materjali mööda seljandiku nõlvu edasi sügavamale kuni settimisalani. Aga see ei ole veel lõplik rahu, sest tugevamad tormilained kannavad materjali sealt uuesti randa tagasi. Tormilained purustavad samas ka pidevalt merest kerkivat randa. Seepärast võib ka Kiipsaare neeme kuju muutusi näha mõjutatuna tormilainetest. Lainetuse suund, tugevus ja rannavööndi reljeef on need olulised tegurid, mis määravad, kas antud hetkel on rannas valdav kulutus või kuhjumine. Nende tegurite koosmõju määrab neeme kuju (Kask jt, 2014).

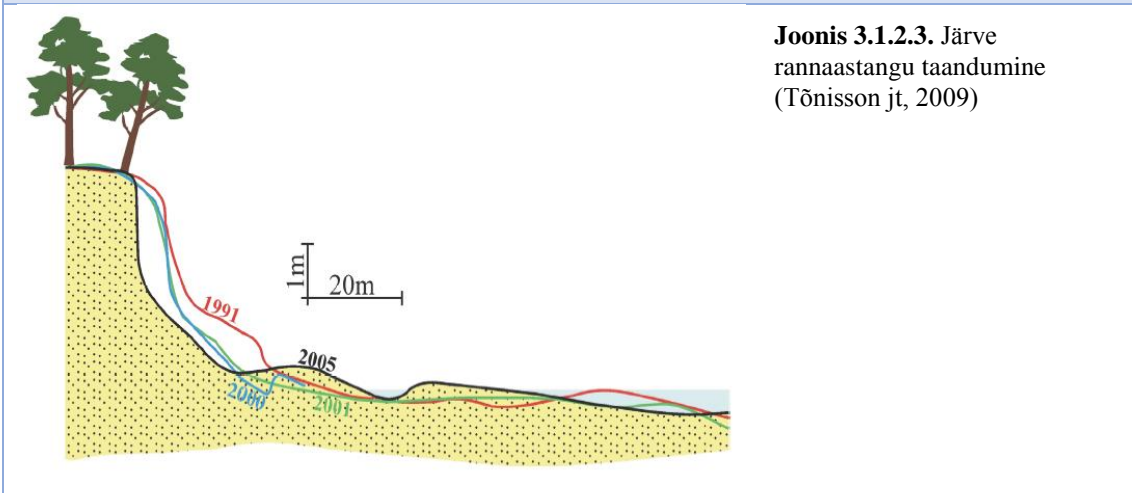
Kiipsaare nuki kujunemise määravad suuresti tuuled, lainetus ja nende muutused. Mõõdukate ja tugevate tuulte seas domineerivad Harilaiu piirkonnas edela- ja põhjatuuled, loodetorme esineb siin palju harvemini ning kirde- ja idatorme väga harva. Aegade jooksul on ka tuulte suunad muutunud (Jaagus, 2009). Talvel on kasvanud edela- ja põhjatuulte osakaal ning kahanenud kagu- ja idatuulte osa. Suvel on kasvanud edelatuulte osa ja vähenenud kirdetuulte osa. Samas on viimastel aastatel kasvanud läänetuultega kaasnevate kõrgeveeliste tormide arv (Suursaar, 2013).

Rannaastangu taandumine Järvel

Järve seireala paikneb Saaremaa lõunaosas Suure Katla lääne- ja looderannikul Tehumardi ja Nasva sadama vahelisel alal, moodustades ühtse litodünaamilise kulutus–kuhjesüsteemi. See on mere murrutusele alluv liivane astangrand vanades Limneamere rannikuluidetes. Liivade kuhjeala, mis algab ligikaudu kilomeetri kaugusel Männikäbi puhkealast, ulatub Nasva sadama ja Loode tammiku lõunapiirini (Orviku *et al.*, 2003; Orviku, 2006). Aegade jooksul on lainetus kulutanud luidettesse astangu, mis aeglaselt maa poole taandub. Uurimisala on avatud lainetusele edelast, lõunast, kagust ja idast.

Järve kesklinna rannaprofiili kordusmõõdistused tõendavad astangu pidevat taandumist (Joonis 3.1.2.3). 1990. aastast kuni 2005. aastani taandus astang kokku u 6 meetrit, millest 2005. aasta jaanuaritorni arvele langeb 4 meetrit. Selline arengdünaamika kinnitab, et ühe väga tugeva tormi mõju just liivarandade dünaamikale võib olla kordades suurem kui paljude tavaliste tormide summaarne mõju kogu eelnevate aastate või isegi aastakümnete jooksul (Tõnisson jt, 2009).

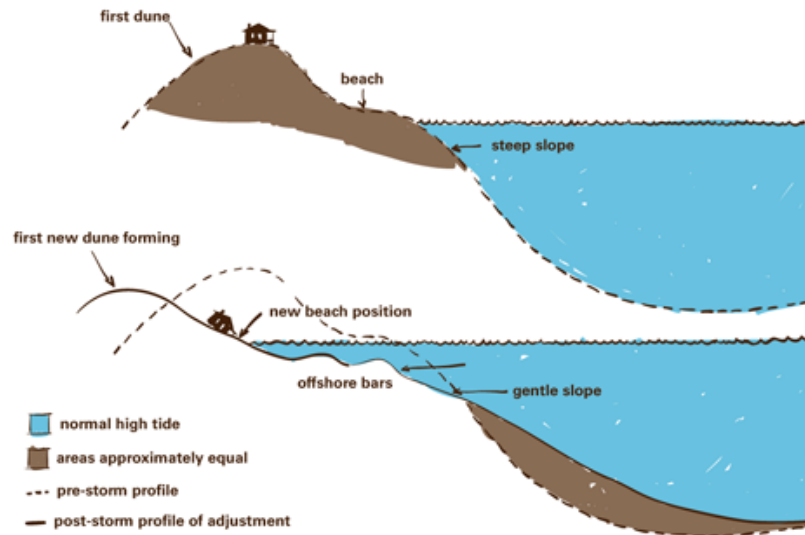
Lisaks rannaastangu taandumisele muutus ka rannalähedase mere põhi oluliselt madalamaks. See tulenes arvatavasti jaanuaritorni lühiajalisest kestusest ja pärast tormi toimunud kiirest meretaseme alanemisest, mistõttu suurem osa astangust murrutatud settematerjalist kuhjus vahetult selle jalami ette. Kauakestvate tormide korral kõrge meretaseme tingimustes kantakse rannaastangutest murrutatud setted pikirändega kulutusala kaugemale eemale. Liivi lahe lääneosa veetasemete modelleerimise andmetel (170 cm) ulatus keskmine meretase jaanuaritorni ajal Järve uurimisalal rannaastangu poole kõrguseni (Tõnisson jt, 2009).



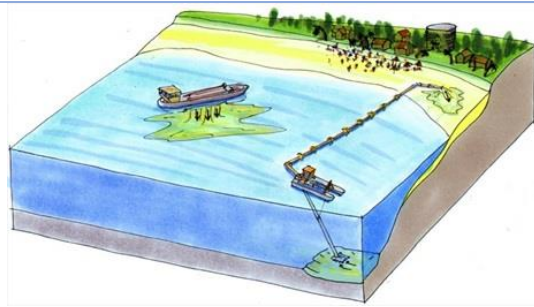
Euroopa Komisjoni rannikute erosiooniga tegelemise ülevaates on hinnatud kliimamuutustest tulenevaid rahalisi kahjusid Tallinnas ja on leitud, et kaasajal suureneva erosiooni tõttu on ohus rekreatsioonialad ja hulk hooneid. Rahaline risk on u 0,4–0,6 miljonit eurot. Kui rannikute erosioon intensiivistub järgmistel dekaadidel suurenenud tormilisuse tõttu, siis suureneb rahaline risk nii erosiooni, üleujutuste kui rüüsi jää tõttu oluliselt. Eriti mõjutab see mitmeid uusi madalatele aladele ehitatud elamualasid ja teid. Võimalikke lahendusi ranniku kaitseks illustreerib järgmine näide.

Randade tagasitõitmine rannakaitse meetmena

Liivarandade erosiooni tagajärjel kannavad lained setteid piki ja/või risti randa. Rannast mere suunas kantud materjal settib eemal merepõhja ja seesama liiv on võimalik eri tehnoloogiaid kasutades rannale tagasi tuua. Olenevalt sellest, kui kaugele merre liiv settib, kasutatakse erinevaid tagasitõitmise meetodeid.



Erosioon muudab rannaprofiili, liiv kantakse merre (Florida Center for Instructional Technology)



Randade tagasitõitmiseks tuuakse laevaga või pumbatakse liiv merest uuesti kaldale. Intensiivne kasutamine muudab liivarannad erosioonihohtlikemaks, kuna luided ei taimestu. Liiva ärakannet on võimalik vähendada luiteliivade kinnistamise ja luidete taimestatamise teel.



Taimedega kinnistunud luidete kaitsmine tallamise eest Nõva rannas (RMK)



Luiteliivade fikseerimine Leedu rannikul (Žilinskas *et al.*,)

Maalihete näol on tegemist ohtlike nähtustega, mis on iseloomulikud eelkõige mägistele piirkondadele ja järsunõlvalistele jõeorgudele (Poland nc6, 2013; German federal cabinet, 2008). Kliimamuutustega seoses leiab aset erinevate nõlvaprotsesside intensiivistumine (Huggel *et al.*, 2010; Stoffel & Huggel, 2012), kuid mitmed uuringud näitavad, et seos ei ole nii ühene või etendavad kliimamuutused hoopis stabiliseerivat mõju (Dixon & Brook, 2007; Jomelli *et al.*, 2007, 2009; Huggel *et al.*, 2012; Melchiorre & Frattini, 2012). Teadusuuringud on näidanud, et tuleviku kliimamuutused, varasem ja soojem kevad ning kiirenenud lumesulamine tõstavad maalihete esinemise tõenäosust Prantsuse Alpides (Lopez Saez *et al.*, 2013), tormide sageduse ja intensiivsuse tõusuga kaasneb Kanada rannikuäärsetes mägistes piirkondades maalihete toimumise oht (Guthrie *et al.*, 2010) ning maailmamere veetaseme tõus ja suurenev talvine sademete hulk koos rannikul toimuvate erosiooniprotsessidega tõstavad maalihete toimumise sagedust Undercliffi piirkonnas Inglismaal (Moore *et al.*, 2010). Samas on nenditud, et muudatused maakasutuses võivad maalihete esinemise tõenäosuse seisukohast osutada olulisemaks teguriks kui kliimaatilised muutused (Polemio & Petrucci, 2010; Wasowski *et al.*, 2010).

Eestis teostatud uuringud viitavad, et põhjavee taseme tõusu korral, näiteks ennustatava sademete hulga kasvu tõttu, väheneb nõlvade stabiilsus, millega kaasneb nii lihete arvu kasv kui ka lihkekomplekside ulatus (Kohv, 2011). Muutusi lihkeohtlike nõlvade stabiilsuses on keeruline prognoosida lihete lokaalse iseloomu, toimumise lühiaegsuse ning nõlvade hüdroloogilistest ja geotehnilistest teguritest tingitud määramatus tõttu, mis on suurem kui kliimamuutustest tulenev määramatus (Melchiorre & Frattini, 2012). Seetõttu ei ole prognoosimudelites maalihete esinemist piisavalt käsitletud (Poland nc6, 2013).

Randade erosiooniga seostuvateks ohtudeks on purustused mereäärsete linnade taristutele ja hoonetele, oht inimestele – tegemist on nii majandusliku, ökoloogilise kui ka sotsiaalse kahjuga. Läänemere veetaseme tõusu kiirenemisega kaasnev randade erosioon ja suurenev maismaa pindala kaotus on väga oluliseks ohuks Leedus, Taanis, Poolas ja Saksamaal (Lithuania nc6, 2014; Denmark nc6, 2013; Poland nc6, 2013; German federal cabinet, 2008).

Sademete hulga kasvu ning üleujutustega suureneb pinnase erosiooni ja maalihete esinemise tõenäosus. Maalihetega seonduvad riskid mõjutavad eelkõige ehitisi ja infrastruktuuriobjekte (maanteed, raudteed, torujuhtmed, elektriliinid jne) (Sweden's Fifth nc, 2009; Finland's Fifth nc, 2009; Latvia's Sixth nc, 2013). Poolas on prognoositud, et rannikuäärsetes piirkondades suureneb kliimamuutustest tingitud kaldaerosioon, mille käigus kantakse pinnas ära 120 km² ulatuses ning klindiastringutel leiavad aset maalihked, mis intensiivistuvad pärast pikka põuaperioodi sademete kiirel infiltratsioonil sügavale pinnasesse (Poland nc6, 2013). Senised Pärnumaa jõgede kallastel läbi viidud uuringud on näidanud, et maalihete tekkele on kaasa aidanud pinnase (eelkõige viirsavide) halvad tugevusomadused, suur oruveerude kallakus, jõgede erosioon nõlva jalamil ning jõe- ja põhjaveetasemete kiired ja ulatuslikud muutused. Inimtegevus ei ole maalihkeid algatanud, küll aga on lisategurina soodustanud mitme lihke teket (Kohv, 2011).

Kui langevad kokku tugev torm, soe talv (jää puudumine, külmumata setted) ja kõrge veetase, toimuvad ekstreemsed rannajoone kuju ja asukoha muutused, mis ei taastu (Kont *et al.*, 2003; Orviku *et al.*, 2003; Tõnisson *et al.*, 2008). Orviku *et al.* (2003) toob välja mitmeid konkreetseid juhtumeid ja aastaid, mil toimusid eriti suured randade kahjustused tõusnud tormilisuse, kõrge veetaseme ja jäävaba mere

tingimustes. Intensiivsed tormid ja kõrgeenenud veetase intensiivistavad pankranniku taandumiskiirust, suurendades paekivi lahtimurdumist, settevaringuid ja ärakannet (Miidel & Raukas, 2005).

Maalihete toimumist vahetult jõe kaldal kontrollib peamiselt jõe poolt pidevalt kulutatava nõlva kallakus, jõe veetase ning põhjavee voolamisest tingitud lisapinge suhteliselt järskudes nõlvades. Nõlvad on kõige ebastabiilsemad vahetult kevadise suurvee järel, kui veetase jõesängis on juba langenud, kuid nõlva sees on veel kõrge. Survelise põhjavee taseme tõusu korral, näiteks ennustatava sademete hulga kasvu tõttu, väheneb ennekõike savinõlvade stabiilsus. Sellise stsenaariumi korral suureneks nii lihete arv kui ka lihkekomplekside ulatus (Kohv, 2011).

Teadaolevad võimalused positiivseteks arenguteks antud randade erosiooni ja lihete temaatikas puuduvad.

Uuritus Eestis

Eesti riikliku keskkonnaseire programmi mereseire allprogrammi raames teostatakse rannikumere seiret, avamere seiret, mererannikute seiret ja kaugseiret. Mererannikute seire teostajaks on OÜ Eesti Geoloogiakeskus¹¹. Mereranniku seirealadid on 33 ja need on määratud keskkonnaministri 30.07.2002 määruses nr 50 §10 (RTL 2002, 91, 1413; RTL 2003, 96, 1439; RTL 2008, 42, 583; RTL 2010, 18, 316). Lisaks määruses nimetatud seirealadele on erinevate huvigruppide ettepanekutest lähtudes rajatud veel täiendavad seirealad järgmistesse asukohtadesse: Toila, Savirand, Rocca al Mare, Kakumäe, Suurupi (Ninamaa) ja Pakri neem. Mererannikute seirealad paiknevad geoloogiliselt ehituselt ja hüdrodünaamiliselt tingimustelt erinevates piirkondades.

Mererannikute seire eesmärgiks on looduslike ja antropogeensete faktorite mõjul toimivate rannaprotsesside (kulutus ja kuhjumine) jälgimine ja arengusuundade selgitamine Eesti rannikul. Seire käigus jälgitakse rannavööndis setete liikumist, litodünaamilisi protsesse ja prognoositakse muutuseid, et seire tulemustest lähtuvalt anda soovitusi ranniku maakasutuse optimaalseks planeerimiseks. Seega selgitatakse seiretöödega erinevate rannaprotsesside senine areng, mis on vajalik sadamate ehitusel, ehitiste ja teede rajamisel ning puhkemajanduse planeerimisel, ja rannaprotsesside prognoos tulevikuks.

Rannikuseire põhineb kohakindlate ja täpsete koordinaatidega määratud reeperitest lähtuvaltel süstemaatilistel kordusmõõdistamistel. Ühest reeperist lähtub üks või mitu (erineva nurga all) seireprofiili. Profiile mõõdistatakse vähemalt iga 5 aasta tagant, visuaalseid vaatlusi Mandri-Eesti seirealadel tehakse igal aastal. Kui visuaalsete vaatlustega täheldatakse seirealal märkimisväärsed muutusi, siis viiakse sealsetel profiilidel läbi geodeetilisi kordusmõõtmisi. Ekstreemsete sündmuste korral (tormid, üleujutused, varingud jne) valitakse erakorralisteks mõõdistamisteks rannalõigud, kus muutused on suurimad. Mererannikute seire käigus on olulisemateks vaadeldavateks parameetriteks rannaprofiilide kõrgussuhted, ranna- ja rannanõlva kallakus ning ranna- ja meresetete lõimis. Seirearuannetes esitatakse lisaks seirealade ja seireprofiilide paiknemist iseloomustavatele kaartidele ning seirealade kirjeldustele ka fotod, mis annavad parema visuaalse pildi jälgitava rannikupiirkonna seisundist.

¹¹ [Eesti Geoloogiakeskus](#)

Üleeuroopalise koostööprojekti „EMODnet Geology 2“ (2013–16, osaleb Eesti Geoloogiakeskus) üheks fookuseks on rannikute dünaamika, selle raames esitatakse rannikualade tüübid ja andmed randade erosiooni ja akumulatsiooni kiiruste kohta¹². Eesti Geoloogiakeskus on olnud seotud ka projektiga „Climate Change: Impacts, Costs and Adaptation in the Baltic Sea Region“¹³ (BaltCICA, 2009–2012) – „Kliimamuutuste mõju, nendega kohanemine ja kaasnevad kulutused Läänemere piirkonnas”. EK „Läänemere programmi” (BSR III) projekt „BaltCICA“ oli 2007. aastal lõppenud projekti „Kliimamuutustega kohanemise strateegia ja tegevuskavade arendamine Läänemere maades (ASTRA)” järg. Uuring keskendus kliimamuutustega kaasneva merevee tõusu mõjule rannikupiirkondades. Eestis oli uuringu objektiks läänerrannik Häädemeestest Haapsaluni. ASTRA raames viidi läbi 2005. aasta jaanuaritormi ja selle tagajärgede põhjalik analüüs. Teiste teemade seas keskenduti Eesti rannikumere hüdrodünaamika (veetaseme tõusev trend) ja rannaprotsesside intensiivsuste (randade erosioon) muutustele (Kont & Tõnisson, 2009).

Eestis on teostatud mitmeid maalihkeid ja neid soodustavate pinnaste omadusi käsitlevaid geoloogilisi ja geotehnilisi uuringuid. Peamised looduslike maalihkeid soodustavad tegurid on nõlvakalle ja selle muutused looduslike protsesside (nt erosioon) tagajärjel ning hüdroloogiliste tingimuste (nt veetaseme kõikumine) muutused. Oluline tegur nõlvaprotsessides on ka nõlva moodustavate pinnaste omadused ja koostis. Lisaks looduslikele protsessidele soodustab maalihete teket inimtegevus, sh veerežiimi muutmine (nt kuivendamine), taimkatte hävitamine, nõlvakallete muutmine, ehitiste rajamine ja ehitustööd). Eestis on maalihkeid enim kirjeldatud Pärnu ümbruses, kus Audru, Pärnu, Sauga ja Reiu jõe nõlvadel lasub moreenil ulatuslik viirsavide kiht, mis oma väikese tugevuse tõttu on väga liihkeotlik (IPT, 2000; Sedman & Talviste, 2002; Kalm jt, 2002; Kalm jt, 2006; Talviste, 2004; Kohv, 2011).

Rakendatud meetmed

Soomes ja Suurbritannias võetakse planeerimisel ja uute ehitusnõuete kehtestamisel arvesse eeldatavaid tulevasi kliimamuutusi (Ministry of Agriculture and Forestry of Finland, 2005; UK Government, 2011). Poolas (ja ka mujal), kus meretaseme tõus juba oluliselt ohustab tihedalt asustatud alade infrastruktuuri, kasutatakse randades tammisid ja kaitseseinu (Pruszek & Zawadzka, 2008).

Mitmete riikide, näiteks Saksamaa, Poola ja Leedu rannikualadel pööratakse erilist tähelepanu rannikualade süsteemsele majandamisele ja kaitsele läbi erinevate majanduskavade, strateegiate ja programmide, rakendatakse süstemaatilist randade tagasitaitmist võitlemaks erosiooniga (German federal cabinet, 2008; Poland nc6, 2013; Blott *et al.*, 2013; Lithuania nc6, 2014; UK Government, 2011) ning rannikuluidete stabiliseerimist aedade ja taimedega, milleks parimad on kohalikule looduslikule kooslusele omased liigid (Scottish Natural Heritage Management, 2000). Lisaks hinnatakse Euroopas meretaseme tõusu tõttu erosioonilõikesse jäävate kultuuripärandi objektide olukorda, mis vastavalt vajadusele kas konserveeritakse, teisaldatakse või teostatakse nende päästekaevamised (Flemming *et al.*, 2014). Samas

¹² [EMODnet-Geology](#)

¹³ [BaltCICA \(2009–2012\)](#)

juhtudel, kui erosioon ei ohusta olulisi infrastruktuure, lepitakse ka randade taandumisega (Poland *nc* 6, 2013; Blott *et al.*, 2013).

Pärnu linna teemaplaneeringus on lisaks üleujutusohuga aladele seatud arendustegevusele kindlad tingimused ka maalihkeohtlikes piirkondades. Audru, Pärnu, Sauga ja Reiu jõgede ääres tuleb ehitustegevuse korral maalihkeohtlikel jõelõikudel arvestada geoloogiliste uuringute (Kalm jt, 2002; IPT, 2000) tulemustega ning üldplaneeringutes sätestatuga (Ramboll Eesti AS, 2012). Parim ning odavaim viis nõlvade stabiliseerimiseks on jõekallaste metsastamine niiskuselembeliste puude ja põõsastega, mille juurestik vähendaks ühelt poolt erosiooni ning teisalt alandaks suurenenud auramise kaudu pinnase poorirõhku (Kohv, 2011).

3.1.3. Uurimisvajadus

Meretaseme prognoossüsteemide arendamine

Arendada edasi operatiivseid meretaseme muutuste prognoossüsteeme, sh jätkata rahvusvahelist koostööd nende arendamisel.

Operatiivne mereinfo saadakse Läänemere rannikul paiknevatest seirejaamadest, kus mõõdetakse meretaset, veetemperatuuri jne. Andmed edastatakse reaajas rahvusvahelisse süsteemi BOOS (*Baltic Operational Oceanographic System*¹⁴), mis on mereprognooside koostamise aluseks mudelsüsteemi HIROMB (*High Resolution Operational Model for the Baltic Sea*) abil. Euroopa tasemel arendab mereprognoose MyOcean projektikonsortsium (<http://www.myocean.eu.org/>), erinevate mudelversioonide baasil on arendatud uue põlvkonna operatiivne prognoosimudel HBM (www.dmi.dk/vejr/). TTÜ Meresüsteemide Instituut (<http://www.ttu.ee/laanemeri>) osaleb aktiivselt BOOS tegevuses, SA KIK finantseeritud projektide toel koostatakse igapäevaselt meretaseme prognoose ja edastatakse need Riigi Ilmateenistusele.

Tänase seisuga saab Riigi Ilmateenistus meretaseme prognoosi HIROMB mudelist TTÜ Meresüsteemide Instituudi kaudu. Kodanikele suunatud info kuvatakse Ilmateenistuse kodulehel kaardina ning potentsiaalse ohuolukorra eel hoiatustena kolmel ohutasemel. Eriti ohtliku (kolmas hoiatuse tase) nähtusega kaasnevad keskkonnakahjustused – rannarajatiste üleujutus, vee tungimine linnatänavaile. Suunatakse Päästeameti kodulehe, kus on juhend tavakodanikule vastavas ohuolukorras käitumiseks.

Merevee taseme puhul loetakse eriti ohtlikuks Pärnus vähemalt 160 cm, Haapsalus 140 cm, Narva-Jõesuus 160 cm, Tallinnas Koplis, Pirital 80 cm, Kesklinna sadamas 120 cm ning Kuressaares 150 cm üle keskmise taseme. Ohtlikult madalaks (esimene hoiatuse tase) merevee tasemeks loetakse vähemalt Rohukülas -50 cm ja Pärnus -70 cm allpool keskmist taset. Planeeringutes ja päästesüsteemide välja töötamisel tuleb arvestada, et tulevikus paiknevad vastavad samakõrgusjooned praegustest sisemaa pool.

Arhiivi- ja teiseste allikate rakendamine üleujutusriskide hindamisel

Üleujutusriskide hindamiseks ja maandamiseks analüüsida aset leidnud üleujutuste ja tormisündmuste dünaamikat (sagedus), kaasates selleks lisaks

¹⁴ [Baltic Operational Oceanographic System](#)

instrumentaalsetele mõõtmistulemustele ka arhiiviandmeid ning settearhiivides talletunud informatsiooni.

Eestis on üleujutuste esinemistõenäosuste (üks kord 10a, 50a, 100a, 1000a) hindamisel kasutatud vaatlusandmeid väga lühikese (19 kuni 144 aastat, valdavalt alla 50 a) perioodi kohta (Keskkonnaministeerium, 2014), mis teeb keerukaks üleujutuste sageduse ja nende ulatuse teaduslikult usaldusväärse hindamise 100 a või pikema perioodi lõikes. Lisainformatsiooni allikatena on oluline analüüsida olemasolevas arhiivimaterjalis (sh perioodika) ja geoloogilises materjalis kajastatud üleujutus- ja tormisündmusi (sh üleujutus- ja tormisetete vanust ja levikut).

Randade seiremetoodikate arendamine

Arendada edasi randade seire meetodikaid, mis võimaldab hinnata/seirata tormide poolt rannast ärakantud materjali ümberpaiknemise dünaamikat, planeerimaks randade tagasitäitmist merepõhja kantud settematerjaliga.

Eesti rannikuseire põhineb kohakindlate ja täpsete koordinaatidega määratud reeperitest lähtuvatel süstemaatilistel kordusmõõdistamistel. Ühest reeperist lähtub üks või mitu seireprofiili, mida mõõdistatakse vähemalt iga 5 aasta tagant. Pikkusest ja reljeefi keerukusest olenevalt on mõõtepunktide arv profiilil 20–80. Valdavalt mõõdistatakse rannas maapinna kõrgused reeperist alates mere suunas absoluutse kõrguseni -0,5 meetrit. Ekstreemsete sündmuste järel teostatakse kohati mõõdistamisi ka rannanõlval kuni -10 meetri sügavuseni (Kask jt, 2014). Pikaajaline Euroopa kogemus randade taastamise ja kaitse osas (Hanson *et al.*, 2012) näitab, et tagasitäimiseks vajaminev settematerjal pumbatakse sageli rannast sadade või tuhandete meetrite kauguselt mere põhjast. See osutab vajadusele tunda rannast erodeeritud setete liikumise ja kuhjumise seaduspärasusi ning seirata veealust rannanõlva. Seega tuleks toetada Eesti Geoloogiakeskus plaani (Eesti Geoloogiakeskus, 2015) laiendada seirealade veealuse rannanõlva uurimist kuni samasügavusjooneni -5 m ja järsema rannanõlva puhul kuni -10 m jooneni.

3.1.4. Mõjude üldistus

Tormide põhjustatud veetõusud ja sellest tingitud rannikualade üleujutused on globaalne probleem ning on väga tõenäoline, et kliimamuutused, eelkõige meretaseme tõus ja tormide sagenemine, süvendavad probleeme tulevikus. Mandriliustike sulamise ja ookeanide soojusliku paisumise tulemusena on maailmamere tase hakanud varasemast kiiremini tõusma ning prognoosid näitavad, et see tõus intensiivistub 21. sajandi jooksul veelgi. On väga tõenäoline, et Eesti rannikul asendub seetõttu pikaajaline pärastjääegsest maadusust tingitud meretaseme alanemise trend käesoleva sajandi jooksul meretaseme tõusuga. Maailmamere taseme tõusu, läänetormide sagenemise ja talvise jääkatte vähenemise koosmõjul on väga tõenäoline, et 21. sajandi jooksul suureneb üleujutusala ulatus ning randade erosioon Eesti rannikualadel (Tabel 3.1.4.1).

Tabel 3.1.4.1. Kliimamuutuste mõjud rannikualadel

Periood	Kliimarisik	Alavaldkond	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund + / 0 / -	Majanduslik mõju	Tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Kuni 2030 – Kehitb senine ilmastik	Ekstreemsed tormid	Üleujutused	Tormide poolt põhjustatud veetõusud ja sellest tingitud rannikualade üleujutused	–	keskmine	keskmine	otsene	Rannikualad
	Jääkatte vähenemine	Üleujutused	Talviste tormide poolt põhjustatud veetõusude ja üleujutuste sagenemine	–	väike	madal	kaudne	Rannikualad
	Üleujutusala suurenemine	Üleujutused	Maailmamere veetaseme tõusu tulemusena üleujutusala ulatuse suurenemine	0	väike	madal	otsene	Rannikualad
	Ekstreemsed tormid	Erosioon	Rannaerosiooni jätkumine	–	väike	madal	otsene	Rannikualad
	Jääkatte vähenemine	Erosioon	Talviste tormide poolt põhjustatud rannikute erosiooni suurenemine	–	väike	madal	kaudne	Rannikualad
	Üleujutusala suurenemine	Erosioon	Maailmamere veetaseme tõusu tulemusena erosioonivööndi nihkumine ja rannaerosiooni jätkumine	0	väike	madal	kaudne	Rannikualad
2030 – 2050 – RCP8.5	Ekstreemsed tormid	Üleujutused	Tormiaju ja sellest tingitud rannikualade üleujutused	–	väike	kõrge	otsene	Rannikualad
	Jääkatte kadumine	Üleujutused	Tormiaju ja üleujutuste sagenemine	–	väike	keskmine	kaudne	Rannikualad
	Üleujutusala suurenemine	Üleujutused	Maailmamere veetaseme tõusu tulemusena üleujutusala ulatuse suurenemine	–	väike	keskmine	otsene	Rannikualad
	Ekstreemsed tormid	Erosioon	Rannaerosiooni jätkumine	–	väike	keskmine	otsene	Rannikualad
	Jääkatte kadumine	Erosioon	Talviste tormide poolt põhjustatud rannikute erosiooni suurenemine	–	väike	keskmine	kaudne	Rannikualad
	Üleujutusala suurenemine	Erosioon	Maailmamere veetaseme tõusu tulemusena erosioonivööndi nihkumine ja rannaerosiooni jätkumine	–	väike	keskmine	kaudne	Rannikualad
2050–2100 – RCP8.5	Ekstreemsed tormid	Üleujutused	Tormiaju ja sellest tingitud rannikualade üleujutused	–	keskmine	kõrge	otsene	Rannikualad
	Jääkatte kadumine	Üleujutused	Tormiaju ja üleujutuste sagenemine	–	keskmine	keskmine	kaudne	Rannikualad
	Üleujutusala suurenemine	Üleujutused	Maailmamere veetaseme tõusu tulemusena üleujutusala ulatuse suurenemine	–	keskmine	kõrge	otsene	Rannikualad
	Ekstreemsed tormid	Erosioon	Rannaerosiooni jätkumine	–	keskmine	kõrge	otsene	Rannikualad
	Jääkatte kadumine	Erosioon	Talviste tormide poolt põhjustatud rannikute erosiooni suurenemine	–	väike	keskmine	kaudne	Rannikualad
	Üleujutusala suurenemine	Erosioon	Maailmamere veetaseme tõusu tulemusena erosioonivööndi nihkumine ja rannaerosiooni jätkumine	–	väike	kõrge	kaudne	Rannikualad

3.2. Teised üleujutusohuga alad

Veemajanduskavade koostamise protsessis on Keskkonnaministeerium 2014. aasta lõpus avalikustanud üleujutusohuga seotud riskide maandamiskavad (Keskkonnaministeerium, 2015). See on Eesti senises riiklikult koordineeritud ja strateegiliselt kavandatud kliimakoostamise tegevuses kõige põhjalikumalt läbi töötatud valdkond. Seetõttu on kavas teha ettepanek tõsta maandamiskava kliimamuutustega kohanemise strateegia rakenduskava autonoomseks osaks. Samuti lähtuda kohanemisstrateegia linnaplaneerimise, rannikualade, maaparanduse, inimtervise ja päästevõimekuse valdkonna eesmärkide püstitamisel veemajanduskavade väljatöötamise tulemustest ja tegevustiku eesmärkidest üleujutusriskide osas.

Üleujutusohuga seotud riskiks on üleujutuse esinemise tõenäosus koos üleujutusest inimese tervisele, varale, keskkonnale, kultuuripärandile ja majandustegevusele põhjustatud võimalike kahjulike tagajärgedega. Maandamiskavade keskseteks eesmärkideks on vähendada üleujutuse esinemise tõenäosust ja/või selle ulatust (kus võimalik ja otstarbekas) ning minimeerida võimalikke negatiivseid tagajärgi olukorras, kus üleujutus siiski aset leiab. Samuti on maandamiskavade eesmärgiks üleujutuseks valmisoleku parandamine (sh teadlikkuse tõstmine) ning uute riskide ilmnemise vältimine.

Meetmeid asutakse rakendada riiklikul, riskipiirkonna omavalitsuste või ka ettevõtete, organisatsioonide ja elanike tasemel. Ohualadele on maandamiskavad koostatud vesikondade kaupa.

Lääne-Eesti vesikonnas on selliseid ohualasid 15:

- Pärnu linn,
- Audru vald, Papsaare küla tiheasustusalad,
- Hanila vald, Virtsu alevik,
- Haapsalu linn,
- Ridala vald, Paralepa ja Uuemõisa alevik,
- Häädemeeste vald, Häädemeeste alevik,
- Tahkuranna vald, Võiste alevik,
- Kuressaare linn,
- Kaarma vald, Nasva alevik,
- Kärkla linn,
- Järvakandi vald, Järvakandi alev,
- Paide linn,
- Saue vald, Maidla tiheasustusala,
- Maardu linn,
- Tallinna linn, Haabersti, Põhja-Tallinn, Kesklinn ja Pirita linnaosa.

Ida-Eesti vesikonnas on üleujutusohualasid 5:

- Tartu linn,
- Haaslava vald, Aardlapalu küla,
- Tähtvere vald, Ilmatsalu alevik,
- Võru linn,

- Kohtla-Järve linn.

Koiva vesikonnas vastavaid üleujutusohualasid määratletud ei ole.

Üleujutusohuga alasid käsitletakse nii rannikute, maaparanduse kui ka linnade planeerimise valdkonnaga seondult.

3.3. Maaparandus

3.3.1. Kuivendus

Probleemid

Kuivendus on tegevusvaldkond, mis vesiehituse valdkonnas hõlmab maa kuivendamist ja äravoolu reguleerimist. Kuivendus, kuivendamine on taimekasvatuse või muust seisukohast liigse vee ärajuhtimine drenide, kraavide, kanalite või muude tehisveejuhtmete kaudu. Kuivendussüsteemid loovad eelduse põllu- ja metsmajandusmaa kasutamiseks, sh leevendades põllumajandustootmisel kahjulikult toimivaid ilmastikunähtusi – liigseid sademeid, mis võivad põhjustada üleujutusi, erosiooni, raskusi maaharimisel, saagikoristusel ja transpordil ning ohtu ehitistele ja rajatistele (Joonis 3.3.1.1). Kliimastenaariumid ennustavad sademetehulga suurenemist ja ekstreemsete ilmastikuolude sagenemist ja tugevnemist, sh suure intensiivsuse ja sademetehulgaga vihmasadude esinemise võimaluse suurenemist.



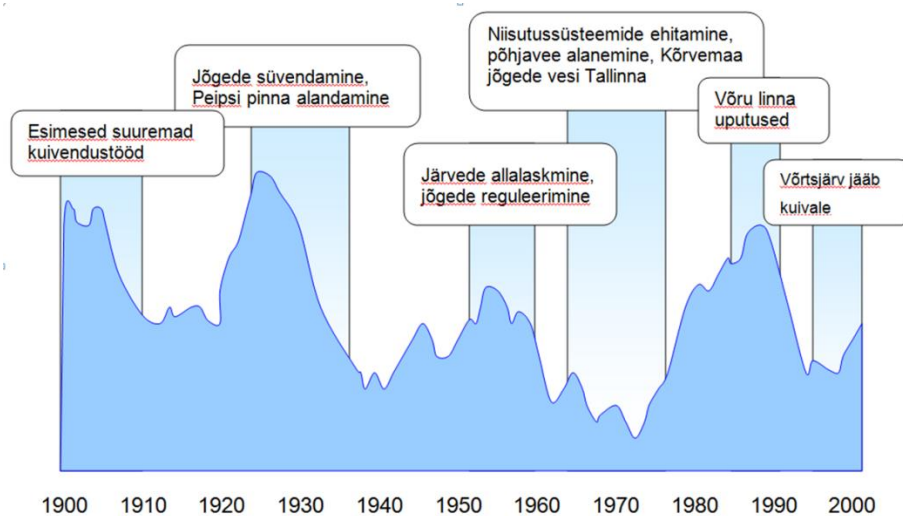
Joonis 3.3.1.1. Lumesulaveest tingitud kevadine üleujutus (Foto T. Tamm)

Ajalooline ülevaade kuivenduse ja niisutuse arengust Eestis näitab, et kliimaatiline varieeruvus on põhjustanud olulisi nihkeid maaparandusalastes tegevustes, st teatud ajaperioodidel on prevaleerinud kuivendussüsteemide rajamine ja veevaesel perioodil niisutussüsteemide rajamine, viimased näiteks 1970-ndatel (Joonis 3.3.1.2).

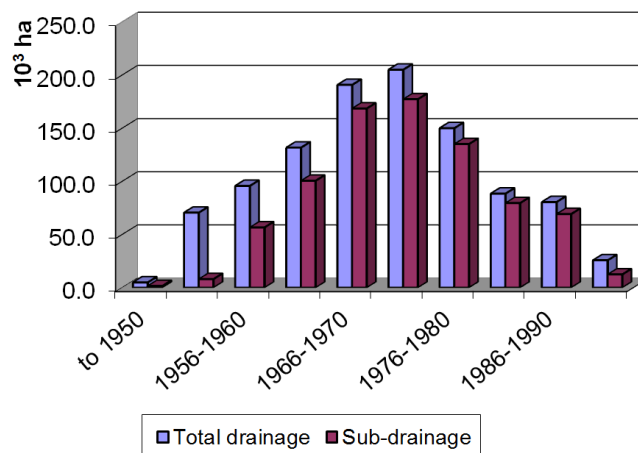
Kliimaatiliselt on Eestis vajalik rajada pigem kuivendussüsteeme kui niisutussüsteeme. Sademete aastane hulk võib ulatuda 520–820 mm, ekstreemsetel aastatel rohkem, aurumine aga jääb üldiselt suurusjärku 360–440 mm.

Kuivendussüsteemide rajamise „kuldaeg“ jäi perioodi 1960–1980 (Joonis 3.3.1.3), mil suurimad aastamahud ulatusid 40 000 ha-ni aastas. Rajamise põhjusteks oli nii riiklik tellimus uute maade kasutusele võtuks (Homnik, 1982) kui ka märjemaks muutuv kliima perioodi lõpus.

Hetkeolukord on selline, et maaparandussüsteemide rajamine lõppes 90. aastate lõpus, olemasolevad süsteemid amortiseeruvad jätkuvalt. Tuleb arvestada, et kuivendussüsteemid projekteeriti arvestusliku elueaga *ca* 30 aastat. Seega võimalikele kliimamuutustest tingitud probleemidele lisanduvad süsteemide vananemisest tingitud probleemid.

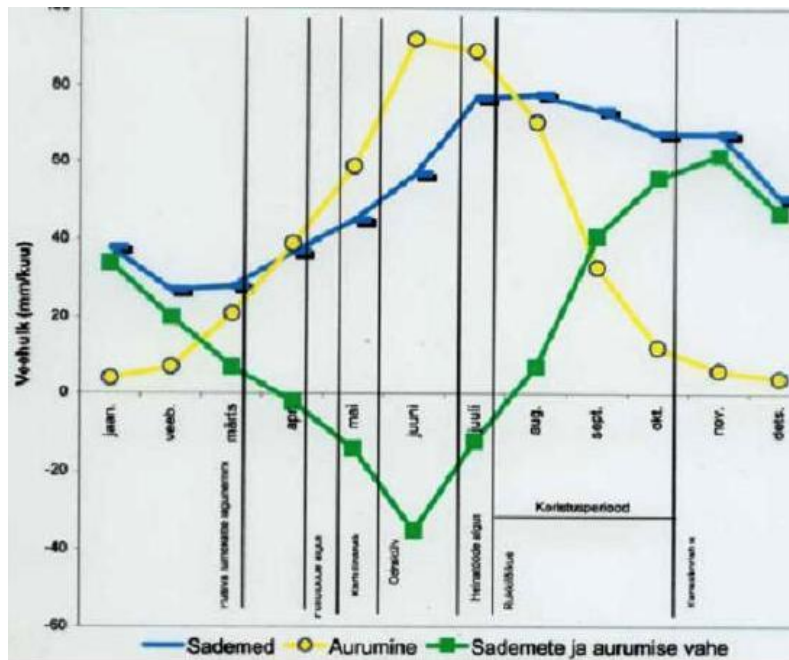


Joonis 3.3.1.2. Maaparanduslikud tegevused ja veolud. Sinine graafik iseloomustab Võrtsjärve aasta keskmine veetaset (A. Järvet)



Joonis 3.3.1.3. Kuivenduse rajamise mahud

Sademetete ja aurumise kuusummade alusel koostatud graafikult (Joonis 3.3.1.4) nähtub, et suvel on veevajak umbes 40 mm ja sügisel on veeliig samuti 40 mm. Esimene viitab niisutamise vajadusele, teine kuivenduse vajadusele. Joonis ei kirjelda aga kevadist olukorda, kus sademetena võib lisanduda isegi kuni 80 mm lumesulamisest tingitud vett, mis võib põhjustada ajutisi üleujutusi ja muudab pinnase kandevõimet, takistades põllutöömasinatega maaharimist. Eestis on lumikattest saadud niiskushulk oluline ainult siis, kui suve esimene pool on sademetevaene (Tammets, 2005).



Joonis 3.3.1.4. Sademete ja aurumise vahe kuises jaotuses

Kuivenduse jaoks on kaks probleemset ajaperioodi, arvestades väljapakutud kliimatsenaariume:

- **kevadise liigniiskuse suurenemine**, kui lumesulamisega lisandub suurenenud sademetehulk – kuivendusvajaduse suurenemine,
- **sügiseste sademete hulga suurenemine** – kuivendusvajaduse suurenemine.

Näiteks võib tuua 1978. aasta septembri, mil põhjavesi oli ligi 10% kõrgemal pikaajalisest keskmisest ning sel aastal takistas liigniiskus koristustöid kogu Eestis (Homik, 1982). Enamik saaki turvas- ja turvastunud gleimuldadel jäigi koristamata.

Riskid ja haavatavus

Kuivenduse puhul on kõige olulisem võimalike sademete hulga suurenemine ja ajalise jaotuse muutus. Eristama peab ekstreemsetest sademetest ja üldisest sademetehulga suurenemisest tingitud riske. Talvise õhutemperatuuri mõju omab kaudset mõju mulla talvejärgsele veerežiimile.

Ekstreemsed sademed põhjustavad kiire pinnaveelise äravoolu, mis suurendab kuivenduskraavide vooluhulka ja tõstab veetaset. Olenevalt pinnase ülemise horisondi infiltratsioonivõimest võib ekstreemsete sademete mõju ulatus ja selle tekkimise kiirus olla väga erinev. Teatud lisatingimused võimendavad ekstreemsete sademete mõju – selleks on eesvoolude hooldamata jätmine ja/või truupide vähene läbilaskvus, näiteks setete, risu jms tõkestava mõju tõttu. Kraavinõlvade ja -põhja niitmata jätmise tulemusena leidub palju kuivenduskraave, milles kasvab püsitaimestik, mille tõttu võib sellise kraavi veejuhtivus olla vaid kuni 30–40% esialgsest (Järvelä, 1998, ref. Rouvé, 1987). Kraavide täiskasvamist on vaadatud kui positiivset nähtust – tekivad elupaigad mitmetele liikidele, samuti eeldatakse, et rohke taimestik aitab vähendada taimetoitainete jõudmist samadesse kraavidesse. Paraku kaasneb taimestiku lisandumisel hüdraulilise takistuse suurenemine, st sama vooluhulk hooldatud ja hooldamata kuivenduskraavil põhjustab väga erineva veetaseme.

Ekstreemsete sademete puhul tuleb karta mitte ainult väga suure intensiivsusega ööpäevaseid sademeid, vaid ka näiteks kahe või enama eriti veerohke järjestikuse päeva koosmõju. Näiteks 2003. aasta augustis sadas samas piirkonnas kolme päevaga maha 164 mm vihma (ilmajaam.ee, 2008), mis põhjustas üleujutuse Toila vallas Ida-Virumaal. Hilisem analüüs näitas siiski, et paljud kuivendussüsteemid olid halvas olukorras (truubid umbes jne).

Ekstreemsed sademed põhjustavad sageli ka erosiooni, st eriti intensiivse pindmise äravooluga võib kaasneda olulisel määral pinnase kaasahaaramist ja kandumist voolu- ja seisuveekogudesse. Olulist rolli mängib seejuures mullatüüp (näiteks kergesti erodeeritavad mullad), pinnakate ja maapinna kallakus. Erosiooniga veekogudesse sattuvad lämmastiku- ja fosforühendid suurendavad nende eutroofsust.

Sademete hulga üldine tõus võib põhjustada veerohkeid perioode, mil dreanaazüsteemide eesvoolude veetase on kõrgem kui projekteeritud. Kollektori kõrgus hüdrauliliselt dimensioneeritud eesvooludel on 10 cm kõrgemal sügisest keskmisest 1% veeseisust ja hüdrauliliselt dimensioneerimata eesvooludel 20 kuni 50 cm kraavi põhjast. Kõrgem veeseis hakkab takistama kollektoritest äravoolu.

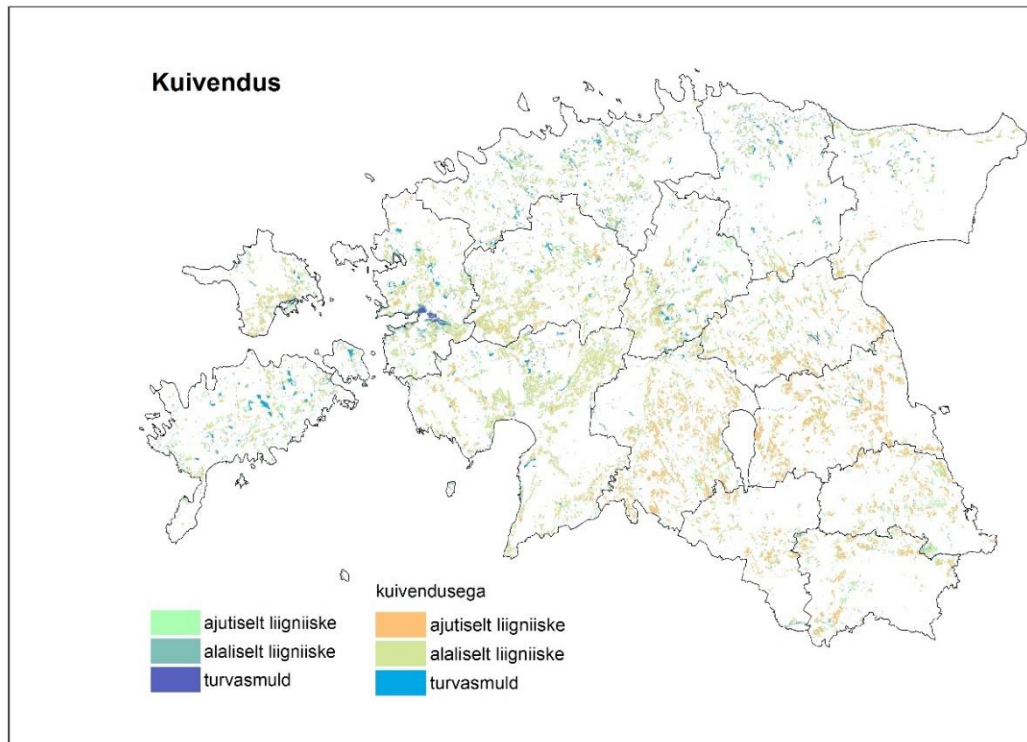
Sademete hulga üldine tõus soodustab ka taimetoitainete mullaprofiilist läbipesemist, mille tulemusena on tõenäolisem nende jõudmine põhjavette ja sealt edasi kuivendussüsteemi kaudu voolu- ja seisuveekogudesse.

Kuivendussüsteemide puhul peab kaudse riskina arvestama ka talvise temperatuuri tõusu. Soojematel talvedel ei teki maapinnale suurt lumeveevaru, mis kevadel sulades olulisel määral suurendaks mullaprofiili veevaru. Selle asemel juhib kuivendussüsteem sagedastel sulaperioodidel jätkuvalt talvist sademetevett eesvooludesse. Sademetevaase kevade, kõrgema õhutemperatuuri ja intensiivsema aurumise tulemusena võib tekkida hiliskevade-suvealguse põua perioode.

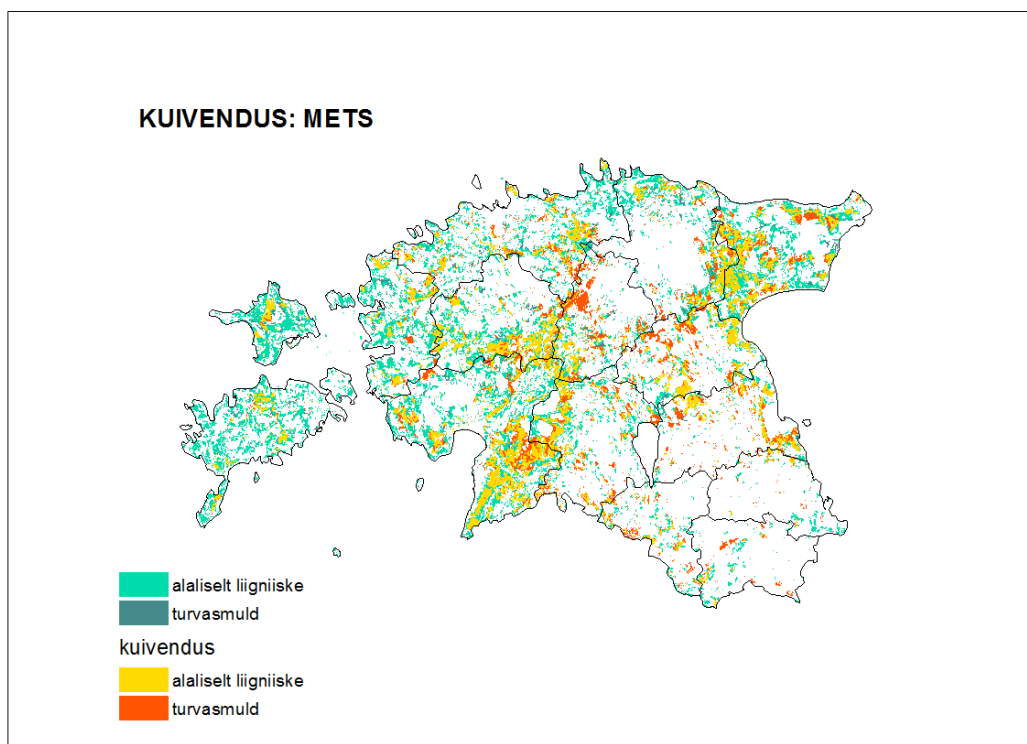
Mõjud kuni 2030. Ekstreemsed sademed põhjustavad negatiivse majandusliku mõjuga üleujutusi, millel on otsene mõju, st teatud alad ujutatakse üle, võimalik erosioonikahju jms.

Sademetehulga üldine suurenemine suurendab kuivendussüsteemide hea toimimise vajadust, eriti alaliselt liigniisketel ja turvasmuldadel, samuti on see oluline ajutiselt liigniisketel muldadel. Selliste muldade jaotus Eestis on esitatud kaardi ja tabelina (Joonis 3.3.1.5, Tabel 3.3.1.1). Alaliselt liigniisketes ja turvasmuldadel paiknevates metsades pehmendab korralikult funktsioneeriv kuivendussüsteem lisandunud

sademetega negatiivset mõju. Probleemiks võib osutuda alaliselt liigniiskete, kuid kuivenduseeta metsade olukord. (Joonis 3.3.1.6).



Joonis 3.3.1.5. Kuivenduse ja kuivenduseeta liigniiskusele tundlikud haritava maa mullad Eestis



Joonis 3.3.1.6. Kuivendused ja kuivenduseeta liigniiskusele tundlikud metsamullad Eestis

Tabel 3.3.1.1. Kuivenduse ja niisutusvajadus Eestis, hektarites (kaardiandmete põhjal)

Maakasutus	Muld	Ilma	Kuivendusega	Kokku
Kuivendus (ha)				
Haritav maa	Ajutiselt liigniiske	67 926	139 621	207 547
	Alaliselt liigniiske	72 918	200 952	273 870
	Turvasmuld	3 847	15 224	19 071
Mets	Alaliselt liigniiske	630 793	396 378	1 027 171
	Turvasmuld	38 393	30 658	68 961
Niisutus (niisutusvajadus) ha				
Haritav maa	Põuakartlik	56 718	18 931	75 649
	Parasniiske	261 215	104 654	365 869

Ekstreemsete sademete ja sademetehulga üldine suurenemine põhjustab taimetoitainete ja huumusainete jõudmist voolu- ja seisuveekogudesse. See suurendab parema põllumajanduspraktika rakendamise vajadust, et kompenseerida väljakande suurenemist.

Mõjud 2030–2050. Võrreldes eelneva perioodiga hakkavad teravnema ning lisanduvad pikaajalise kliimamuutuse tegurid. Loode-Eesti maakerge tekitab probleeme eesvooludega – vesi ei jõua merre, seda hakkab kompenseerima mereveetaseme tõus. Sademetehulga üldine suurenemine halvendab kuivendussüsteemide rekonstrueerimistööde läbiviimist.

Mõjud 2050–2100. Ekstreemsed sademed põhjustavad negatiivse majandusliku mõjuga üleujutusi, millel on otsene mõju, st teatud alad ujutatakse üle, võimalik erosioonikahju jms. Võrreldes eelneva perioodiga on selliseid sündmusi rohkem ja negatiivne mõju on suurem. Setete ja taimetoitainete eesvoolu jõudmise vähendamiseks on vaja hoida korras setiteid ja neid paljudesse kohtadesse juurde rajada.

Sademetehulga üldine suurenemine suurendab kuivendussüsteemide hea toimimise vajadust, eriti alaliselt liigniisketel ja turvasmuldadel, samuti on see oluline ajutiselt liigniisketel muldadel. Alaliselt liigniisketel muldadel võib osutada vajalikuks täiendava kuivendusvõrgu rajamine. Olenevalt ala põhjaveelise toitumise režiimist kehtib sama järeldus ka ajutiselt liigniiskete muldadega haritava maa kohta. Seni kuivenduseta haritava maa korral on kuivendussüsteemide rajamisvajadus lokaalsetest hüdrogeoloogilistest tingimustest.

Eraldi vajab rõhutamist, et selleks ajaks on umbes sajand tagasi rajatud drenaažisüsteemid amortiseerunud või kaotanud palju oma efektiivsusest, mis koosmõjus sademetehulga suurenemisega põhjustab sagedasi probleeme kevadise maaharimise ja sügisese saagikoristuse perioodil.

Alaliselt liigniisketes ja turvasmuldadel paiknevates metsades muutub kuivendussüsteem majanduslikult väga oluliseks, sest vastasel juhul saab puidu juurdekasv olema püsivast liigniiskusest pärsitud. Probleemiks võib osutada alaliselt ja ajutiselt liigniiskete, kuid kuivenduseta metsade olukord, mis samuti hakkavad kannatama liigniiskuse stressi all.

Talviste temperatuuride tõusust tingitud metsa ülestöötamise ja väljaveo halvenemine on teatud määral pehmendatud kuivendussüsteemidega metsades, aga kuivendussüsteemid üksiti ei taga iseenesest vajalikku pinnase kandvust metsades.

Uuritus Eestis

Eestis on peamiselt uuritud liigniiskuse mõjusid ja drenaaži kuivenduse mõju võimet saagikusele või saagi kaole. Tammets (2005): „Kui ööpäevas sajab üle 10 mm, ei saa põllutöid tavaliselt teha. Selliste sademete tõenäosus on suurem soojal aastaajal, enamasti juulis-augustis. Agrometeoroloogilist sademete nappust ehk pöuda iseloomustab Eestis sademete puudus või vähesus, mis vältab üle 10 päeva, enamasti on siis ka õhutemperatuur tavalisest kõrgem.“

Kuivendussüsteemide projekteerimise aluste väljatöötamisel on lähtutud seisukohast, et saagikadude ja kuivenduskulude summa peab pikas ajavahemikus olema minimaalne (Hommik, 1982). Kuivendatud maade sobivust intensiivseks maaviljeluseks on uuritud Eesti Maaviljeluse instituudis (Tomberg, 1982).

Rakendatud meetmed

Teadaolevalt ei ole otseselt kliimamuutuste mõjuga seoses Eestis meetmeid rakendatud, kuna ei ole esinenud tavapärasest väga olulisel määral erinenud veerohkeid aastaid, mil enamus saaki oleks hävinud. Põllumajanduses tegelevate ettevõtjate kurtmist liigniiskuskahjude üle peaks hindama objektiivselt, sest lokaalselt või keskmisest veerohkematel aastatel on teatud mõju Eesti ilmastikutingimustes alati esinenud. Kaudselt on kohanemine toimunud väheväärtuslike ja/või tõmbekeskustest kaugemal paiknevate alade põllumajanduskasutusest väljajäämisega. Varasemalt on rakendatud kuivendussüsteemide projekteerimishormide karmistamist, mis toimus 1970-ndate aastate lõpus. Maaparanduse vajalikkust tajuvad maaomanikud ja -kasutajad on eesvoole ja kuivenduskraave korras hoidnud, et tagada keskmisest sademeterohkematel aastatel projekteerimishormidega ettenähtud vee ärajuhtimisvõime.

Kliimaga kohanemine saab toimuda mitmel tasandil: arvestada maakasutuse muutusega (suurendades näiteks kultuurrohumaa osakaalu kõrge liigniiskuse riskiga muldadel), kuivendussüsteemide rekonstrueerimisel arvestada veerohkuse suurenemisega, sh ajakohastada projekteerimishorme.

3.3.2. Niisutus

Probleemid

Niisutus on tegevusvaldkond, mis vesiehituse valdkonnas hõlmab niisutussüsteemide rajamist ja nende käitamist. Niisutus on mulla veevaru täiendamine taimekasvu parandamise eesmärgil. Seda võib vaja minna nii põllumajanduses kui näiteks kliima soojenemise korral ka linnaruumis näiteks parkide ja puhkealade vihmutamiseks. Kahjulikult toimivad ilmastikunähtused – kõrge õhutemperatuur, tugev päikesekiirgus ja madal suhteline õhuniiskus võib pikaajalise esinemise korral põhjustada pöuda (Joonis 3.3.2.1). Kliimastenaariumid ennustavad ekstreemsete ilmastikuolude sagenemist ja tugevnemist.



Joonis 3.3.2.1. Suvine põud (Foto T. Tamm)

Ajalooline ülevaade kuivenduse-niisutuse arengust Eestis näitab, et kliimaatiline varieeruvus on põhjustanud olulisi nihkeid maaparandusalastes tegevustes, st kuigi kuivendussüsteemide vajadus on olnud pikaajalisem, on esinenud ka veevaeseid perioode, mil on pööratud suurt rõhku niisutussüsteemide rajamisele, viimased näiteks 1970-ndatel (Joonis 3.3.1.2). kaheksakümnendate lõpuks oli kahepoolse reguleerimisega süsteeme (dreenniisutus) ehitatud 8400 ha, vihmutus 9400 ha.

Kuigi kliimaatilisel on Eestis vajalik rajada pigem kuivendussüsteeme kui niisutussüsteeme, esineb perioode, kui sademetevesi ja mullaveeväru ei taga taimede piisavat veega varustamist, mis võib põhjustada taimede närbumist, saagikadu ja taimede hukkumist.

Hetkeolukorras on enamik kolhooside-sovhooside aegsetest niisutussüsteemidest hävinud (registris niisutatav brutopind 81,4 ha, sellest kuivendatud haritavaal maal 51,9 ha). Esinenud veevaesed perioodid on küll põhjustanud saagikuse vähenemist, aga drastilisi ikaldusi ei ole esinenud määral, mis oleks sundinud tegema suuremahulisi investeeringuid niisutusse.

Sademe ja aurumise kuusummade alusel koostatud graafikult nähtub (Joonis 3.3.1.4), et suvel on veevajak umbes 40 mm ja sügisel on veeliig samuti 40 mm. Esimene viitab niisutamise vajadusele, teine kuivenduse vajadusele. Eestis on lumikattest saadud niiskushulk oluline ainult siis, kui suve esimene pool on sademetevaene (Tammets, 2005).

Kliimaga seotud oht seostub soojemate talvede sagedasema esinemisvõimaluse ja põuaga vegetatsiooniperioodil:

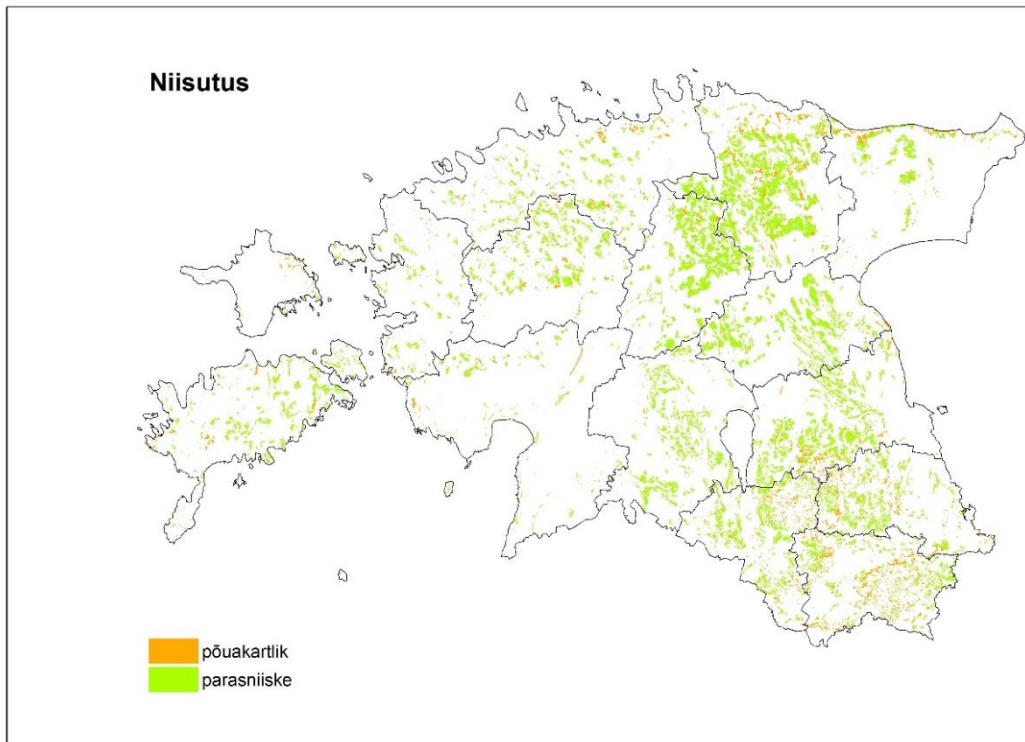
- **talvise äravoolu suurenemine**, seega lumeveeväru vähenemine ja kevadise suurveeohu vähenemine, mis aga tähendab varakevadise põuaohu suurenemist, kui seda ei kompenseeri suurenenud kevadised sademed – niisutusvajaduse suurenemine
- Viimastel kümnenditel on esinenud ka aastaid (näiteks 1996 ja 1997), mil **augustikuu on olnud väga sademetevaene** ja põhjustanud seetõttu põuakahjustusi.

Näiteks 2002. aastal hinnati ikalduskahjuks 1,1 miljardit krooni (Delfi Ärileht, 2002). Valdav kahju tekkis seoses sellega, et kuiv aeg oli võrsumise faasis, mille kahju hilisemad vihmad ei suutnud korvata. Teravilja tulupuudujäägiks hinnati 450–510 miljonit krooni ja rohusöötadel vastavalt 450–500 miljonit krooni.

Riskid ja haavatavus

Temperatuuri tõus ja sademetevaesed perioodid vegetatsiooniperioodil põhjustavad taimekasvust saagikuse vähenemist, halvimal juhul võib taimestik täielikult närbuda. Niisutusega taastatakse taimedele transpiratsiooniks vajaminev veevaru mulla ülemises horisondis ja teatud olukordades leevendatakse nn atmosfääripõuda. Niisutust võivad vajada enamuse mullatüüpe, niisutuse tegelik rakendamine sõltub aga mulla omadustest, kasvatatavast kultuuris ja majanduslikust tasuvusest.

Temperatuuri tõus on positiivse mõjuga taimekasvu arenguks. Pikeneb vegetatsiooniks sobilike temperatuuridega päevade arv aastas ja intensiivistub fotosüntees, sest ka päikesepaistet on tõenäoliselt rohkem, seega potentsiaalne saagikus tõuseb. Tegelik saagikuse suurenemine sõltub sademete hulga suurenemisest ja/või lisanduvast niisutusveest. Mõned mullaliigid on rohkem ohustatud veevaestest perioodidest, nt paepealsed mullad, kergesti erodeeritavad mullad jms. Lisaks nendele suureneb ka parasniiskete muldade niisutamise vajaduse tõenäosus. Põuakartlikud ja parasniisked mullad paiknevad Eestis ebaühtlaselt (Joonis 3.3.2.2).



Joonis 3.3.2.2. Põuakartlikud ja parasniisked mullad haritaval maal

Kuni aastani 2030 suuri muutusi põudade sageduses või selle muutumises ennustatud ei ole. Niisutamist vajavad mitmed aia- ja põllukultuurid. Näiteks õuna- ja marjaaiad. Vähesel määral areneb teisaldatavate voolikvihmutusseadmete kasutamine.

Perioodil 2030–2050 hakkavad avalduma pikaajalised kliimamuutused. Sagenevad sademetevaesed, kuid kõrge õhutemperatuuriga perioodid, mis võivad olulisel määral kahjustada taimede arengut.

Perioodil 2050–2100, sajab teises pooles, niisutusvajadus suureneb vaatamata suurenevale sademete hulgale. Sademed on juhusliku iseloomuga, niisutust

kasutatakse aga siis, kui selleks tekib vajadus. Kliima soojenemisel on tõenäoline, et puuvilja- ja marjaaedade populaarsus ja majanduslik tasuvus tõuseb, seega püsivalt suurte saakide saamiseks niisutatav pind Eestis suureneb. Majanduslikult väga tasuvate (st kliimariskest tuleneva suure majandusliku kahju ärahoidmiseks) teiste põllukultuuride niisutamine, mis on enamasti vihmutamine, suureneb, näiteks teisaldatavate vihmutusseadmete ja -süsteemidega.

Uuritus Eestis

Niisutust on Eestis uuritud suhteliselt vähe, sest ekstreemseid põuaperioode ja -aastaid on esinenud suhteliselt harva.

Rakendatud meetmed

Niisutussüsteemide rajamiseks on olnud olnud PRIA poolseid samme, nt niisutusveehoidlate rajamise majanduslik toetamine. Põllumajandustootjad on majanduslikest kaalutlustest lähtuvalt rajanud vihmutussüsteeme, näiteks vihmutusega õunaaiad Saaremaal, vihmutussüsteemidega marjaaiad mitmel pool Eestis. Viimastel aastatel on vähesel määral kasutusele võetud ka teisaldatavaid voolikvihmutusagregate, mida kasutatakse lokaalselt väga põuatundlike kultuuride tarbeks selleks, et vältida saagikadudest põhjustatud majanduslikke kaotusi.

3.3.3. Uurimisvajadus

Kuivenduse valdkonna uurimisvajaduse võib jagada kaheks: 1) olemasolevate süsteemide toimimisvõime ja selle tagamine (näiteks rekonstrueerimisvajaduse hindamine) ja 2) kuivendusnormi ümberhindamine vastavalt muutuvale kliimale ja sellest johtuva projekteerimisnormide karmistamise. Mõlemal juhul on uurimistulemustel oluline majanduslik lisaväärtus, nt vajalike investeeringute planeerimiseks ja selleks, et rekonstrueerimine või uue kuivendusvõrgu rajamine tagaksid soovitud kuivendusvõime. Vastasel korral halveneb oluliselt nii põllumajandussaaduste tootmine, metsade puidu juurdekasv ja metsa ülestöötamine.

Niisutusvajaduse uuringud on perspektiivsed teatud kõrge majandusliku tasuvusega kultuuride puhul, so sellised, millede ikalduse puhul on majanduslik kahju eriti suur. Õhutemperatuuri tõus, kiirguse suurenemine jt transpiratsiooni soodustavad kliimatilised tegurid võimaldavad tõsta saagikust juhul, kui transpiratsiooni katmiseks leidub mullas piisaval hulgal vett.

3.3.4. Mõjude üldistus

Olulised kliimategurid (riskid) maaparanduse puhul on (Tabel 3.3.4.1):

- ekstreemsed sademed;
- sademetehulga suurenemine;
- talvise temperatuuri tõus;
- temperatuuri üldine tõus;
- põud (veevaene + kõrge temperatuuriga periood).

Kliimariskide realiseerumine sõltub kuivendussüsteemide hooldamisest/hooldamata jätmisest, samuti nende loomulikust amortiseerumisest. Kliimamuutused koosmõjus kuivendussüsteemide ja niisutussüsteemide seisukorra/olemasoluga hakkavad põhjustama muutusi maakasutuses, sh territoriaalses paiknemises, nt liigniiskete alade kasutusest väljajäämine. Kasvatatavate kultuuride valikut mõjutavad liigniiskust/põuda paremini taluvad taimeliigid või sordid, st kõrgemat lisandväärtust andvate põllukultuuride jaoks sobilike põllumaade vähenemine, mis toob kaasa näiteks kartuli, rapsi ja teraviljade vähenemise ja rohumaade pindala suurenemise. Eeltoodud muutused hakkavad mõjutama ka põllumajanduses hõivatud rahvastiku paiknemist (ja vastupidi, üha hõredam maa-asustus hoiab kinni põllumajanduslikke investeeringuid sh maaviljeluse intensiivistamist).

Tabel 3.3.4.1. Kliimamuutuste mõjud maaparandusele

Periood	Kliimarisik	Alavaldkond	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund + / 0 / -	Majanduslik mõju	Tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Kuni 2030 – Kehtib senine ilmastik	Ekstreemsed sademed	Kuivendus	Kuivenduskraavide täitumine, liiga väike vee ärajuhtimisvõime ja sellest tulenevalt üleujutused	-	väike	madal	otsene	Kogu Eesti, eelkõige väikese languga suurte kuivendussüsteemide korral
	Ekstreemsed sademed	Kuivendus	Erosiooni suurenemine, huumuse, taimetoitainete jt jõudmine voolu- ja seisuveekogudesse	-	väike	madal	otsene	Kogu Eesti, eelkõige väikese languga suurte kuivendussüsteemide korral
	Sademetehulga suurenemine	Kuivendus	Vähendab liigniiskusest tekkivat saagikadu ja parandab maaharimistöödeks vajalikku pinnase kandvust tehnikale; metsa puhul suurendab aastast puistu juurdekasvu.	+	keskmine	keskmine	otsene	Kogu Eesti
	Sademetehulga suurenemine	Kuivendus	Taimetoitainete tõenäolisem jõudmine põhjavette ja kuivendussüsteemi kaudu voolu- ja seisuveekogudesse	-	väike	keskmine	otsene	Kogu Eesti
	Talvise temperatuuri tõus	Kuivendus	Lumesulavee varasem ja kuivendussüsteemidega ärajuhtimine varakevadel vähendab mullaveevaru vegetatsiooniperioodi alguses, mis võib suurendada põuahtu	-	väike	madal	kaudne	Kogu Eesti
	Talvise temperatuuri tõus	Kuivendus	Parandab metsamuldade kandvust tehnikale ja transpordile	+	keskmine	keskmine	otsene	Kogu Eesti
	Temperatuuri tõus	Niisutus	Temperatuuri tõusust tulenev suureneva evapotranspiratsiooni katmiseks lisandub vesi niisutussüsteemist	+	keskmine	madal	otsene	Kogu Eesti, eriti põuakartlikud mullad ja põllukultuurid, mis on väga tundlikud teatud kasvuperioodil veedefitsiidile
	Põud (veevaene + kõrge temperatuuriga periood)	Niisutus	Temperatuuri tõusust tulenev suureneva evapotranspiratsiooni katmiseks lisandub vesi niisutussüsteemist	+	suur	madal	otsene	Kogu Eesti, eriti põuakartlikud mullad ja põllukultuurid, mis on väga tundlikud teatud kasvuperioodil veedefitsiidile
2030 – 2050 – RCP8.5	Ekstreemsed sademed	Kuivendus	Kuivenduskraavide täitumine, liiga väike vee ärajuhtimisvõime ja sellest tulenevalt üleujutused	-	väike	madal	otsene	Kogu Eesti, eelkõige väikese languga suurte kuivendussüsteemide korral
	Ekstreemsed sademed	Kuivendus	Erosiooni suurenemine, huumuse, taimetoitainete jt jõudmine voolu- ja seisuveekogudesse	-	väike	keskmine	otsene	Kogu Eesti, eelkõige väikese languga suurte kuivendussüsteemide korral
	Sademetehulga suurenemine	Kuivendus	Vähendab liigniiskusest tekkivat saagikadu ja parandab maaharimistöödeks vajalikku pinnase kandvust tehnikale; metsa puhul suurendab aastast puistu juurdekasvu.	+	keskmine	keskmine	otsene	Kogu Eesti
	Sademetehulga	Kuivendus	Taimetoitainete tõenäolisem jõudmine põhjavette ja kuivendussüsteemi	-	väike	keskmine	otsene	Kogu Eesti

Periood	Kliimarisik	Alavaldkond	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund + / 0 / -	Majanduslik mõju	Tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
	suurenemine		kaudu voolu- ja seisuveekogudesse					
	Talvise temperatuuri tõus	Kuivendus	Lumesulavee varasem ja kuivendussüsteemidega ärajuhtimine varakevadel vähendab mullaveevaru vegetatsiooniperioodi alguses, mis võib suurendada põuahtu	-	väike	madal	kaudne	Kogu Eesti
2030 – 2050 – RCP8.5	Talvise temperatuuri tõus	Kuivendus	Parandab metsamuldade kandvust tehnikale ja transpordile	+	keskmine	keskmine	otsene	Kogu Eesti
	Temperatuuri tõus	Niisutus	Temperatuuri tõusust tuleneva suureneva evapotranspiratsiooni katmiseks lisandub vesi niisutussüsteemist	+	keskmine	keskmine	otsene	Kogu Eesti, eriti põuakartlikud mullad ja põllukultuurid, mis on väga tundlikud teatud kasvuperioodil veedefitsiidile
	Põud (veevaene + kõrge temperatuuriga periood)	Niisutus	Temperatuuri tõusust tuleneva suureneva evapotranspiratsiooni katmiseks lisandub vesi niisutussüsteemist	+	suur	madal	otsene	Kogu Eesti, eriti põuakartlikud mullad ja põllukultuurid, mis on väga tundlikud teatud kasvuperioodil veedefitsiidile
2050–2100 – RCP8.5	Ekstreemsed sademed	Kuivendus	Kuivenduskraavide täitumine, liiga väike vee ärajuhtimisvõime ja sellest tulenevalt üleujutused	-	keskmine	keskmine	otsene	Kogu Eesti, eelkõige väikese languga suurte kuivendussüsteemide korral
	Ekstreemsed sademed	Kuivendus	Erosiooni suurenemine, huumuse, taimetoitainete jt jõudmine voolu- ja seisuveekogudesse	-	keskmine	keskmine	otsene	Kogu Eesti, eelkõige väikese languga suurte kuivendussüsteemide korral
	Sademetehulga suurenemine	Kuivendus	Vähendab liigniiskusest tekkivat saagikadu ja parandab maaharimistöodeks vajalikku pinnase kandvust tehnikale; metsa puhul suurendab aastast puistu juurdekasvu.	+	suur	suur	otsene	Kogu Eesti
	Sademetehulga suurenemine	Kuivendus	Taimetoitainete tõenäolisem jõudmine põhjavette ja kuivendussüsteemi kaudu voolu- ja seisuveekogudesse	-	keskmine	keskmine	otsene	Kogu Eesti
	Talvise temperatuuri tõus	Kuivendus	Lumesulavee varasem ja kuivendussüsteemidega ärajuhtimine varakevadel vähendab mullaveevaru vegetatsiooniperioodi alguses, mis võib suurendada põuahtu	-	keskmine	keskmine	kaudne	Kogu Eesti
	Talvise temperatuuri tõus	Kuivendus	Parandab metsamuldade kandvust tehnikale ja transpordile	+	suur	suur	otsene	Kogu Eesti
	Temperatuuri tõus	Niisutus	Temperatuuri tõusust tuleneva suureneva evapotranspiratsiooni katmiseks lisandub vesi niisutussüsteemist	+	suur	keskmine	otsene	Kogu Eesti, eriti põuakartlikud mullad ja tundlikud põllukultuurid
Põud (veevaene + kõrge temp. periood)	Niisutus	Temperatuuri tõusust tuleneva suureneva evapotranspiratsiooni katmiseks lisandub vesi niisutussüsteemist	+	suur	keskmine	otsene	Kogu Eesti, eriti põuakartlikud mullad ja tundlikud põllukultuurid.	

3.4. Linnad

Eeldatavalt kaasneb keskmise õhutemperatuuri tõusuga äärmuslike ilmastikunähtuste sagenemine, mis omakorda toob lähikümnenditel kaasa suurenevaid tormikahjustusi, paduvihmasid ja üleujutusi, aga nende kõrval pikenevad ka kuumalained ja suureneb linnade soojusaarte efekt. Kindlasti lühenevad talved, mis ühelt poolt küll vähendab kulutusi kütteenergiale ning pikendab vegetatsiooniperioodi, kuid teisalt tekitab kriitilisi muutusi veerežiimis ning soojade talviste õhumasside liikumises, mis toovad kaasa torme ega lase tekkida merejääl, mis rannikulinnu tormide purustava mõju eest kaitseksid (EEA, 2012; KOM, 2009; SWD, 2013; Jaagus ja Kull, 2011; Suursaar *et al.*, 2011; Tammets ja Jaagus, 2013). Mõned nähtused põhjustavad purustusi või hävingut pigem varale, näiteks üleujutused, teised jälle inimtervisele, näiteks kuumalained.

Linnades kliimamuutuste mõjud kindlasti võimenduvad, kuna inimeste elutegevus on koondunud piiratud maa-aladele, kus on spetsiifiline maakasutus, ehitatud keskkond ja linnamaastik. Linnastumise käigus toimub loodusliku pinnase ja taimestiku vähenemine, mis asendatakse läbitungimatute tehispindade – hoonete ja taristuga –, mille käigus toimub aktiivne pinnase tihendamine ja kuivendamine ning mis ei võimalda mõjusid piisava kiirusega puhverdada ja sageli hoopis võimendavad neid (Pütz *et al.*, 2011; Ricardo-AEA, 2013). Linna ruumilisest tihedusest, morfoloogiast ning rohe- ja veealade osakaalust linnamaastikus sõltub leevendamise- ja kohanemismeetmete vajadus linna soojusaarte efekti, õhureostuse ja üleujutusrisiki ennetamiseks või puhverdamiseks (Davoudi *et al.*, 2009).

Kliimamuutused avaldavad suurt mõju väga paljudele linna funktsioonidele, taristule ja teenustele, tekitades uusi või võimendades juba olemasolevaid linnaelu ja -korralduse probleeme (Ernstson *et al.*, 2010). Mõju võib olla kas otsene, näiteks kahjud ja kulud, mida tuleb kanda äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise korral lokaalselt, või kaudne, näiteks kliimamuutustest tingitud tarneahelate katkemise tõttu saamata jäänud tulu (Wackernagel *et al.*, 2006; Seto *et al.*, 2012).

Eksponeerituse kõrval on kliimamuutuste mõju hindamisel oluline roll ka linna kui terviküsteemi tundlikkusel, mis on defineeritav määrana, kui palju kliimaga seotud tegurid süsteemi kas kahjulikult või kasulikult mõjutavad (IPCC, 2001). Eesti linnade tundlikkus sõltub eelkõige rahvastikuprotsessidest, milleks on rahvastiku kahanemine ja vananemine, iibe langus, aga ka kasvav ruumiline polariseerumine, Tallinnastumine ja Harjumaa tihenemine, eeslinnastumine, väikelinnade hääbumine, ääremaastumine ning ulatuslik väljaränne. Kõik need on kliimamuutuste kõrval äärmiselt olulised, kiireloomulised ja samas ka üdini kompleksed teemad nii majanduslike, ökoloogiliste kui sotsiaalsete asjaolude vastasseostes.

Eesti on linnastunud ühiskond – suurem osa (68%) rahvastikust elab linnades (Beltadze, 2012). Linnarahvastiku osatähtsus ka suureneb – seda küll mõneti paradoksaalselt, peamiselt seetõttu, et meie kahaneva rahvastiku juures kahaneb maarahvastik linnarahvastikust kiiremini. Sellest johtuvalt jätkub järgmise ligi 30 aasta jooksul peaaegu kõigis linnades rahvastiku vähenemine ja vananemine. Rahvastikku võidavad vaid kaks suuremat regioonikeskust, Tallinn ja Tartu. Veerandsaja aasta jooksul kahaneb viie maakonnalinna – Haapsalu, Jõhvi, Võru, Valga ja Kuressaare – rahvaarv alla 10 000 elaniku piiri (Tammur, 2014).

Teaduskirjanduses on linnade kliimamuutustega kohanemist analüüsitud valdavalt kasvavate linnade kontekstis. Linnade kahanemise ja kliimamuutustega kohanemise diskursused on seevastu ruumilises planeerimises jooksnud teineteisega paralleelselt, omamata selget ühist käsitlust. Viimased on ka küllaltki „uued“ kontseptsioonid, kui vaadata nende vähest kajastamist erinevates uuringutes, poliitikadokumentides, strateegiates, planeeringutes ja meetmetes. Valdavalt negatiivsete arengukõverate taustal on kahanevad linnad võimalike kliimamuutuste osas eriti tundlikud: kahanevate linnadega kaasneb funktsioonide, tegevuste ja elanike vähenemine, võimendades sotsiaal-majanduslikku segregatsiooni, vaesumist ja tööpuudust. Samas jääb tühjaks palju hooneid ja eluruume, mis kahandab kinnisvara väärtust, suurendab hooldus- ning kommunaalkulutusi (Dietersdorfer *et al.*, 2012).

Nii ääremaastumise, polariseerumise kui ka valglinnastumisega võimendub sotsiaal-majanduslik segregatsioon, mis väljendub muutustena soolises ja vanuselises struktuuris, aga mõjutab ka ettevõtlust, teenuste pakkumist, sissetulekuid ja tööpuudust. Kliimamuutuste, eelkõige äärmuslike ilmastikunähtuste suhtes on eriti tundlikud linnad, kus on rohkem väikelapsi, eakaid, puuetega, krooniliste terviseprobleemidega ja vaesemaid elanikke ning ka linnad, mille majandust veab esmasektor (põllumajandus, metsandus, kalandus ja vesiviljelus) või turismisektor. Teiste sektorite tundlikkus on kaudne, puudutades neid läbi keerukate muutuste nõudlus- ja pakkumisahelates (Iglesias *et al.*, 2009; Maracchi *et al.*, 2005; Alcamo *et al.*, 2007; ESPON, 2011; OECD, 2009).

Linnade sotsiaal-majanduslik tundlikkus kliimamuutustele on otseselt sõltuv ka füüsilise keskkonna tunnustest. Näiteks kui linna taristu või majandustegevusega seotud hooned on tundlikud üleujutuste või kuumalainete suhtes, tõuseb ka majandustegevuse ja inimeste tervise ning heaolu tundlikkus. Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise korral purunenud taristu ja hoonete parandamiseks on vaja kasutada täiendavaid vahendeid ja nende ajutine kasutusest välja jäämine võib pidurdada majandustegevust ja teenuste kättesaadavust (sh hädaabi ja haiglaravi) (ESPO, 2011; Deltaprogram, 2014; Van de Ven *et al.*, 2011).

3.4.1. Tormid

Probleem

Kliima soojenemine aktiveerib tsüklonaalset tegevust põhjapoolkeral, kus sage madal- ja kõrgrõhkkondade vaheldumine muudab ilma heitlikuks, paisutades tuule tihti tormiks (ESPO, 2011). Eesti asub Läänemere rannikul ja on avatud valitsevatele läänekaaretuulele, mille tõttu on tormidele eksponeeritud eelkõige rannikupiirkonnad ja -linnad nagu Tallinn, Pärnu ja Kuressaare (Jaagus ja Kull, 2011; Suursaar *et al.*, 2011; Tammets ja Jaagus, 2013). Tormid võivad suurt kahju teha ka sisemaal. Riskifaktor suureneb oluliselt alates tuule keskmisest kiirusest 21 m/s, millega võivad kaasneda nii puude murdumine kui ka hoonete purustused. Eriti tõsist ohtu tekitavad järsud tuulepuhangud, mille ohtlikkuse tase suureneb märgatavalt alates 25 m/s, laastades metsa, purustades elektriliine, teid ja hooneid ning ohustades seeläbi ka inimesi (Tammets, 2012).

Uuritus Eestis

Kliimauuringud on tõestanud tugevate tormide esinemise sagenemist Eestis (Jaagus ja Kull, 2011; Suursaar *et al.*, 2011; Tammets ja Jaagus, 2013). Eestis tõuseb tuule kiirus üle 21 m/s keskmiselt 1,7 päeval aastas, enamasti Lääne-Eesti saartel. Tormituuli on

kõige rohkem novembrist jaanuarini ning valdavate läänetuulte tõttu on enim ohustatud läänerannik ja saared. Tuult kiirusega 33 m/s või enam loetakse orkaaniks, mis võib põhjustada väga suuri purustusi. Orkaanid on Eestis küllaltki harvaesinevad – ajavahemikul 1981–2005 tõusis Eestis tuule puhanguline kiirus suuremaks kui 33 m/s kokku üheksal päeval –, kuid nendega kaasnenud kahjud on olnud suured (Tammets, 2012). Tugevate rannikutormide esinemine, mil tuul puhub püsivalt ühest suunast, võib kergitada merevee taseme üle ohtliku piiri ning põhjustada ulatuslikke üleujutusi (Suursaar *et al.*, 2011).

Pärnu jaanuaritorm 2005. aastal

Viimaseks orkaani mõõtu tormiks Eestis võib lugeda 2005. aasta 9. jaanuari tormi, mil keskmine tuulekiirus oli 25 m/s ning puhangulised tuuleiilid küündisid kuni 38 m/s. Õhurõhu kiire langus ja tugev tuul kergitasid merevee taseme Liivi lahes ja Lääne-Eesti väinades erakordselt kõrgele, ujutades üle nii Lääne-Eesti ranniku kui ka Kasari ja Pärnu jõe äärsed alad. Pärnus tõusis vesi 295 cm üle Kroonlinna nulli ja üle ujutati ligi 8 km² suurune ala linnast. Tormis sai kannatada 775 maja ning Pärnus evakueeriti 300 inimest, hukkus üks ja kümnekonnal tuvastati alajahtumine. Tormituuled ei laastanud ainult rannikuala, vaid ulatusid ka sisemaale, kus tuhandete kilomeetrite ulatuses niideti maha metsad, majadelt rebiti katused ja majapidamised jäid päevadeks elektrita. Tuhandete elektrikatkestuste, ulatuslike metsamurdude ja üleujutuste tekitatud otsesed ja kaudsed kahjud ulatusid 700 miljoni kroonini (45 miljoni euron) (Tammets, 2012).

Rakendatud meetmed

Eestis on õigusraamistik (nt planeerimisseadus, looduskaitseadus, keskkonnamõju hindamise ja keskkonnajuhtimissüsteemi seadus, veeseadus), mis võimaldab planeeringute koostamisel kliimamuutustega kaasnevaid tormiriske arvestada ja neid ennetada. Siia kuuluvad nii keskkonnamõju strateegiline hindamine, riskianalüüsi tulemuste arvestamine planeeringute koostamisel kui ehituskeeluvööndi ning üleujutusala täpne määratlemine planeeringutes (peamiselt üldplaneeringutes). Olemasolevate õigusaktide täiendamiseks võib teatav vajadus tekkida, kuid olulisem ülesanne on siiski õigusaktide tegelik sisustamine ja rakendamine kliimamuutustega kohanemise kontekstis.

Tormikahjustusi on võimalik ennetada ja leevendada üldplaneeringutes sätestavate maakasutus- ja ehitustingimustega. Seni pole üldplaneeringute koostamisel kliimamuutuste või selle kohanemisega seonduvat käsitletud (on erandeid). Ometi käsitletakse üldplaneeringutes üleujutusala ja ehituskeeluvööndi temaatikat, mis johtub hoopis looduskaitseadusest. Pärast 2005. aasta jaanuarikuu tormi kaardistasid mitmed omavalitsused tormikahjustusi, üldplaneeringute koostamisel on tormidega kaasnevate üleujutusriskidega arvestatud just ranniku-omavalitsustes.

3.4.2. Üleujutused

Probleem

Üleujutus tähendab üldistatult olukorda, mille käigus toimub veega katmata maa-ala ajutine kattumine veega. Üleujutuste teke sõltub nii meteoroloogilistest, hüdrooloogilistest teguritest kui ka inimtegevusest. Näiteks põhjustavad üleujutusi nii mereveetaseme tõus, jõgede ja järvede üle kallaste tõusmine kui ka erakordselt suured sademed. Üleujutuseks ei peeta kanalisatsioonisüsteemidest põhjustatud üleujutust. Üleujutusohuga seotud riskiks on üleujutuse esinemise tõenäosus koos üleujutusest põhjustatud võimalike kahjulike tagajärgedega inimese tervisele, varale, keskkonnale, kultuuripärandile ja majandustegevusele.

Kliima soojenemisega kaasnev jääliustike sulamine, mereveetaseme tõus, tsüklonaalsus, aga ka muutused sademete hulgas ja aastasiseses jaotuses avaldavad eelduste kohaselt suurt mõju üleujutuste ulatustele ja esinemissagedustele Eestis. Tõenäoliselt sagenevad ja muutuvad intensiivsemaks rannikualade üleujutused ja paduvihmadest põhjustatud siseveekogude üleujutused.

Tiheasustusalad on eriti tundlikud üleujutustele, kus tormiajud, lume ja jää sulamine või suured vihmad võivad põhjustada ulatuslikke uputusi, mille käigus ohustatakse inimeste tervist ja elu, kahjustatakse hooneid, eluruume ja taristut ning ohustatakse reoveepuhastite tööd, mis ei suuda liigveest tingitud suuri veekoguseid lühikese aja jooksul puhastada. Paduvihmadest tingitud korduvad üleujutused näiteks Tallinnas (Tuukri tn), Tartus (Riia mnt) ja Võrus näitavad, et linnade planeeringutes on vaja üleujutusriske märksa põhjalikumalt käsitleda.

Tiheasustusaladel on selliste probleemide tekkimine enamasti kas vähese planeerimise või kohustuste täitmata jätmise tulemus. Viimane tähendab seda, et kuigi ala (ajutisest) liigniiskusest ollakse teadlik, jätab arendaja esialgu vähem silmatorkavad tööd kinnisvara soetaja hooleks. Seega mõnede üleujutuste põhjus ei ole mitte paratamatu loodusjõud, vaid pigem puudulik järelevalve või planeerimine, mistõttu igat sademeveesüsteemi puudulikkusest põhjustatud üleujutust tiheasustusalal ei saa liigitada oluliseks. Sellistel juhtudel peab ala oluliste üleujutuste sekka arvamiseks olema täidetud veel mõni kriteerium (Keskkonnaministeerium 2011).

Üleujutuste tõenäosuse ja negatiivsete mõjude suurenemisele annavad tõuke inimasulate ja majandustegevuste kasv mererannikul, jõgede lammialadel, vee äravoolu tõkestamine inimtegevuse tulemusena ja loodusliku veevoolu takistamine muul viisil maakasutuse tõttu.

Eesti loodustingimustes saab välja tuua järgmised üleujutuste liigid, mis tiheasustusalasid kliimamuutustes mõjutavad:

- **rannikumere üleujutused** – põhjustatud meretaseme tõusust;
- **vooluveekogu sängi täitumisest põhjustatud üleujutused** – põhjustatud vooluveekogu sängi mõõtmete vähenemisest erinevatel põhjustel (näiteks jää kogunemisel mingisse punkti);
- **järvede üleujutused** – põhjustatud lume sulamisest, suurtest sademetest, tulvadest, äravoolu puudulikkusest aga näiteks ka tuulesuunast;
- **paduvihmadest põhjustatud üleujutused** –
 - **äkktulvad** – kiired üleujutused, mis saavad alguse väiksemate jõgede ja ojade veetaseme tõusust. Põhjustatud äkilisest tugevast tormisest vihmasajust. Üleujutuse maksimum saavutatakse tundidega;
 - **tiheasustusaladel sademeveeüleujutus** – põhjustatud veekindlatelt aladelt kiiresti äravoolavast vihmaveest või lumesulaveest, mis on tavaliselt koostoimes tõrgetega sademeveekanaliseerimises;
 - **sujuvalt kujunevad üleujutused** – põhjustatud pikaajaliste rohkete sademete või lume sulamise tõttu ülejäävatest väiksematest jõgedest, ojadest ja järvedest.

Rannikumere üleujutused. Vt ptk 3.1 Rannikualad.

Siseveekogude üleujutused. Eestis on siseveekogude üleujutused põhjustatud nii kevadise jää ja lume sulamisest kui ka pikaajalistest rohketest sademetest. Jõgede üleujutused on reeglina tingitud sellest, et jõgede sängid tõkestatakse kevadel jääga, ning ülesvoolu paisutatakse jõgi üles. Järvede üleujutused on tavaliselt sujuvalt kujunevad üleujutused, mis on põhjustatud pikaajaliste rohkete sademete, lumesula või tulvade tõttu ning kus väljavool on liiga madala languga, et liigvett piisava kiirusega ära juhtida.

Siseveekogude üleujutused on Eestis tagasihoidlikud ning kliimamuutuste prognoosid lubavad eeldada, et jõgede lumesulaveest põhjustatud üleujutused tulevikus pigem vähenevad. Kuna talv muutub soojemaks ja lühemaks, ei teki liiga paksu lumikatet, mis kevadeti kiire sula puhul võiks jõed üle kallaste ajada. Ometi ei ole ka neid praegu olulisi üleujutusalasid tulevikus ohtu kujutavate alade hulgast otstarbekas välja arvata. Põhjuseks on kliimamuutuste aeglane kulg, mistõttu on väga tõenäoline, *et aladel*, kus praeguseks on toimunud vooluveekogudest põhjustatud üleujutused, toimuvad ka tulevikus. Teiseks on seisukohti, et lumesulaveest põhjustatud jõgede üleujutused võivad asenduda suurtest vihmahogudest põhjustatud üleujutustega.

Paduvihmadest põhjustatud üleujutused. Perioodil 1891–1950 ja 1961–2006 on sademete hulk suurenenud ja ekstreemsete paduvihmade esinemine saagenud üle kahe korra (Tammets, 2008). Tugevaks paduvihmaks või eriti ohtlikuks sademete hulgaks loetakse sademeid 30 mm või rohkem ühe tunni või lühema aja jooksul ning 50 mm või rohkem 12 tunni või lühema aja vältel (Tarand jt, 2013). Suured sajud pikema või lühema perioodi vältel on üks peamisi kliimamuutustega kaasnevaid riskitegureid, mille tagajärjel võivad tekkida üleujutused, kus linnade suur tehispindade (hooned, teed, parklad) osakaal ei lase sademeveel loomulikult teel maapinda imbuda ning kus liigvesi „ei mahu“ kanalisatsiooni- ja drenaažisüsteemidesse. Mida suuremaks kasvab tehispinna osakaal, seda probleemsem on hoogsadude vihmavee ärajuhtimine. Erakordselt suured sademed võivad tõsta ka jõgede ja järvede ning põhjavee veetaset, mille tõttu tekkinud üleujutustel võivad linnades olla märksa suuremad tagajärjed. Selliste vihmade võimaliku mõju olulise leevendamise aluseks on korrektselt rajatud sademeveesüsteem. Sellisel juhul võib eeldada, et üleujutused on väiksemad ja lühiajalised.

Uuritatus Eestis

Eestis on tehtud pikaajalisi hüdroomeetrilisi vaatlusi ja mõõtmiseid mere ja siseveekogude veetasemete kõikumiste kohta (Tammets, 2012). 2011. aastal määrati kindlaks ja kaardistati üleujutusega seotud riskide hindamise ja maandamise eesmärgil võimalike üleujutuste põhitüübid Eestis ja tuvastati 20 olulise mõjuga riskipiirkonda tiheasustusaladel (Keskkonnaministeerium, 2011). Kusjuures üleujutusohuga seotud riski definitsioonis ei kaasata veesamba paksuse, pindala ega kestuse määranut. Olulisuse määratlemisel lähtutakse kahjuliku mõju iseloomust.

Olulise mõjuga üleujutusosalad jaotati esinemistõenäosuste alusel järgmistesse kategooriatesse:

- väga väikese tõenäosusega üleujutused või erakorraliste sündmuste stsenaariumid (esinemine vähemalt kord 1000 aasta jooksul);
- väikese tõenäosusega üleujutused või erakorraliste sündmuste stsenaariumid (esinemine vähemalt kord 100 aasta jooksul);

- keskmise tõenäosusega üleujutused (esinemine vähemalt kord 50 aasta jooksul);
- suure tõenäosusega üleujutused (esinemine vähemalt kord 10 aasta jooksul).

Eesti üleujutusohupiirkonna kaardid ning võimalike tagajärgede kirjeldused koostati järgmiste stsenaariumite kohta: veetaseme tõenäoline tõus vähemalt korra 10, 50, 100 ja 1000 aasta kohta. Veetasemete tõenäosusstsenaariumite arvutamiseks kasutati olemasolevaid hüdro meteoroloogilisi vaatlusandmeridasid (vaatlusandmete puudumisel need modelleeriti või kasutati analoogridu). Üleujutusohuga piirkonna kaartidel leiduvad stsenaariumite lõikes järgmised andmed: üleujutuse ulatus, veetase, vooluveekogude korral ka vastav vooluhulk (Keskkonnaministeerium, 2011). Üleujutusohuga seotud riskidega aladele on koostatud veemajanduskavade osana maandamiskavad, kus on välja toodud üleujutusosalade jäävate elanike arv, tundlikud objektid, üleujutatavad tänavad, ettevõtted jpm (Keskkonnaministeerium, 2015).

Toila üleujutus 2003. aasta augustis

Viimaste kümnendite üks suuremaid sadusid leidis aset 2003. aasta 5.–6. augustil Ida-Virumaal, kus 14 tunni jooksul sadas alla 131 mm sademeid. Saju tagajärjel tekkis suur üleujutus peamiselt Jõhvi kõrgustiku ja panga serva vahele jääval madalmaal, mis oli Sakalt Toilani vee all. Osaliselt jäi vee alla ka Kohtla-Järve, Jõhvi ja Kiviõli linn. Kulud ja otsesed kahjud, mis riigil hüvitada tuli, küündisid 838 508 kroonini. Suurimaid kulutusi ja kahjusid kandsid Jõhvi ja Kohtla-Järve linnavalitsus (vastavalt 331 270 ja 229 085 krooni). Kaudseid kahjusid tuli aga kanda ligikaudu 11,7 miljoni krooni eest (Sepp, 2006).

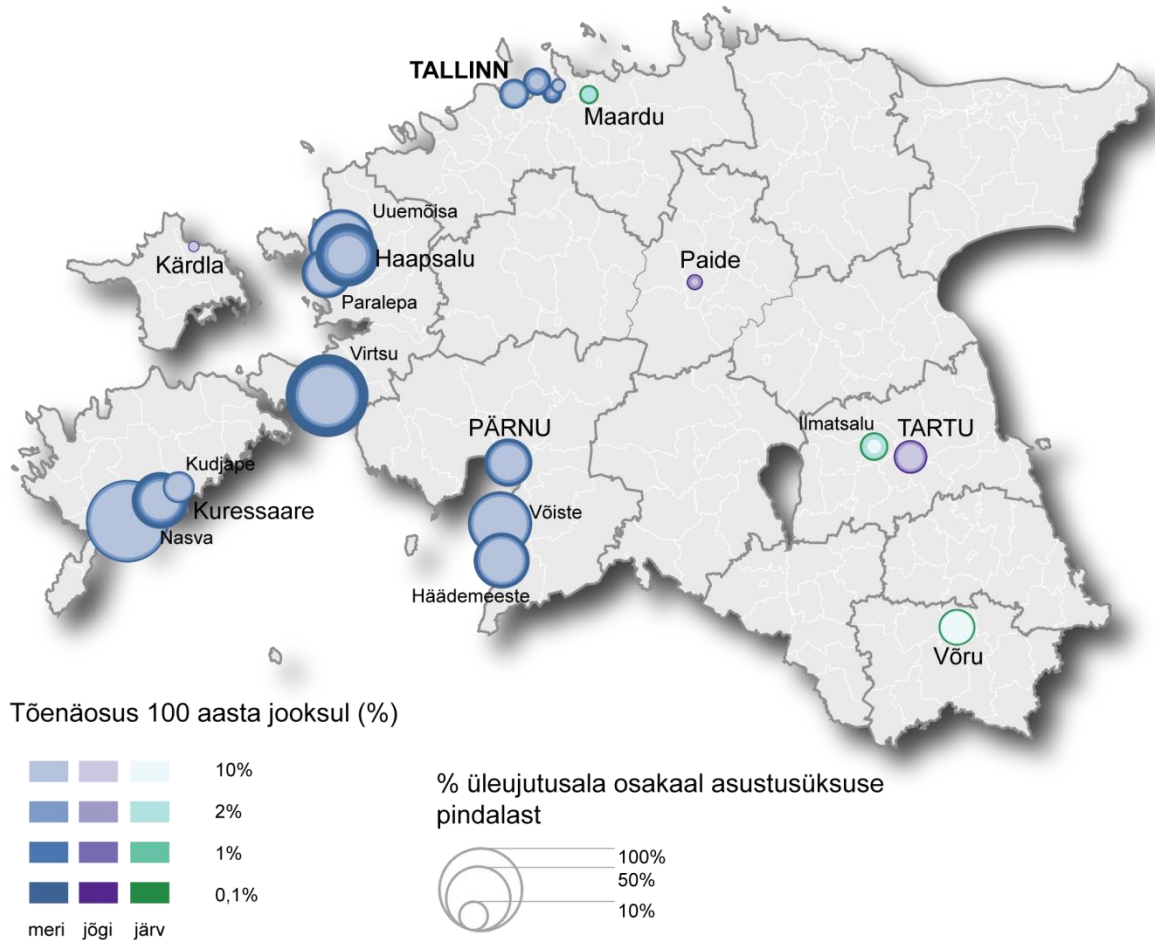
Riskid ja haavatavus

Rannikumere ja siseveekogude üleujutusriskid tiheasustusaladel

See osa tugineb suuresti „Üleujutusohuga seotud riskide esialgne hinnangu aruanne“ (Keskkonnaministeerium, 2011), „Lääne-Eesti vesikonna üleujutusohuga seotud riskide maandamiskava“ (Keskkonnaministeerium, 2015) ja „Ida-Eesti vesikonna üleujutusohuga seotud riskide maandamiskava“ (Keskkonnaministeerium, 2015) töö tulemustele.

Eelpool mainitud tööde raames kaardistatud üleujutusosalad lõigati läbi asustusüksuste pindaladega, et leida asustusüksuste lõikes üleujutuse suhteline ulatus ja mõju. Analüüsist arvati välja need alad, kus üleujutuse kaardistamine oli lõppenud põhikaardilehe piiriga ja olid seetõttu asustusüksuste lõikes poolikud. Lisaks arvati suhtarvude arvutamisel asustusüksustest maha alaliselt vee all olevad pinnad.

Olulise mõjuga rannikumere ja siseveekogude üleujutusriskiga tiheasustatud alasid on Eestis 16–9 linna ja 7 alevikku (Joonis 3.4.2.1).



Joonis 3.4.2.1. Üleujutusalaade paiknemine, tüüp ja osakaal linnaliste asustusüksuste pindalast

Rannikumere üleujutused

Kõige ulatuslikumad ja kõige olulisema mõjuga eri tüüpi üleujutustest Eestis on rannikumere üleujutused, kus vähemalt kord kümne aasta jooksul ujutatakse üle 30 km² (17% riskilinnade pindaladest), kord viiekümne aasta jooksul 37 km² (21%), kord saja aasta jooksul 41 km² (23%) ja kord tuhande aasta jooksul 53 km² (30%) rannikuäärsetest linnadest ja alevikest. Kõrge meretase tõstab kõrgele ka jõevee taseme rannikulinnades, mistõttu üleujutused neil aladel võimenduvad veelgi (Tabel 3.4.2.1, Joonis 3.4.2.1).

Rannikumere üleujutused on olulise mõjuga neljas linnas, Kuressaares, Haapsalus, Pärnus ja Tallinnas ning kaheksas alevikus, Virtsus, Nasval, Uuemõisas, Võistes, Paralepal, Häädemeestes, Kudjapel ja Tabasalus.

Olulise mõjuga rannikumere üleujutused on ulatuslikumad Virtsus, Nasva, Uuemõisa Võiste ja Paralepa alevikes, kus vähemalt kord kümne aasta jooksul ujutatakse üle 37–71%, kord viiekümne aasta jooksul 44–81%, kord 100 aasta jooksul 46–84% ja kord tuhande aasta jooksul 54–91% asustuse territooriumist (Tabel 3.4.2.1).

Linnades põhjustab rannikumeri kõige ulatuslikumaid üleujutusi Kuressaares, Haapsalus, Pärnus ja Tallinnas. Kuressaares ujutatakse vähemalt kord 10 aasta jooksul üle 18%, kord 50 aasta jooksul 24%, kord 100 aasta jooksul 30% ja kord 1000

aasta jooksul 43% linna territooriumist. Haapsalus ja Pärnus on üleujutatud alade suhe asustusüksuse kogupindalasse mõnevõrra väiksem. Haapsalus moodustab üleujutuste pindala erinevate ulatustega üleujutuse tõenäosuste piirides 18–33% asustusüksuse püsivalt veekogudega katmata pindalast ja Pärnus 16–31% asustusüksuse püsivalt veekogudega katmata pindalast. Tallinna linnas on üleujutusalaad lokaliseeritud Haabersti, Põhja-Tallinna, Kesklinna ja Pirita linnaosades, kus vähemalt kord 10 aasta jooksul ujutatakse üle 1–5%, kord 50 aasta jooksul 2–8%, kord 100 aasta jooksul 2–9% ja kord 1000 aasta jooksul 3–12% linna territooriumist. Suuremad üleujutusalaad jäävad Haabersti ja Põhja-Tallinna linnaosadesse.

Tabel 3.4.2.1. Rannikumere üleujutused ja nende ulatused linnades ja alevikes

Asula	Üleujutusala pindala (ha)				Üleujutusest mõjutatud asustusüksuse pindala (ha)	Üleujutusala pindala osakaal asustuse pindalast (ha)			
	Tõenäosus 100 a jooksul					Tõenäosus 100 a jooksul			
	10 %	2 %	1 %	0,1%		10 %	2 %	1 %	0,1%
Virtsu alevik	380,4	453,9	494,4	813,8	897,0	42,4	50,6	55,1	90,7
Nasva alevik	887,8	1013,7	1060,9	1135,8	1254,6	70,8	80,8	84,6	90,5
Uuemõisa alevik	130,9	146,1	154,7	182,3	319,5	41,0	45,7	48,4	57,1
Võiste alevik	266,8	311,8	328,0	385,5	709,0	37,6	44,0	46,3	54,4
Paralepa alevik	6,9	18,6	23,2	35,7	67,5	10,2	27,6	34,3	52,8
Kuressaare linn	289,2	377,6	467,9	670,8	1564,2	18,5	24,1	29,9	42,9
Häädemeeste alevik	95,6	117,2	125,8	164,4	395,6	24,2	29,6	31,8	41,6
Haapsalu linn	201,5	252,4	282,7	366,7	1095,0	18,4	23,0	25,8	33,5
Pärnu linn	485,3	641,5	709,3	943,6	3085,5	15,7	20,8	23,0	30,6
Kudjape alevik	42,0	54,6	58,7	70,5	526,7	8,0	10,4	11,1	13,4
Haabersti linnaosa	111,2	155,1	182,4	244,5	2054,0	5,4	7,5	8,9	11,9
Põhja-Tallinna linnaosa	42,2	89,9	98,0	156,6	1490,5	2,8	6,0	6,6	10,5
Kesklinna linnaosa	5,5	33,6	43,2	107,9	2091,3	0,3	1,6	2,1	5,2
Pirita linnaosa	20,9	29,3	34,0	52,5	1840,1	1,1	1,6	1,8	2,9
Tabasalu alevik	5,2	6,7	7,7	9,6	544,9	1,0	1,2	1,4	1,8
KOKKU	2971,3	3701,9	4070,8	5340,1	17935,4	16,6	20,6	22,7	29,8

Siseveekogude üleujutused

Siseveekogude üleujutused on eelkõige mõjutamas Võru, Tartu, Paide, Maardu ja Kärkla linna ning Ilmatsalu alevikku.

Jõgede üleujutused on kõige ulatuslikumad Tartus, kus Emajõe poolt ujutatakse vähemalt kord 10 aasta jooksul üle 8%, kord 50 aasta jooksul 12%, kord 100 aasta jooksul 12% ja kord 1000 aasta jooksul 15% linna territooriumist. Paides kõigub üleujutuste pindala erinevate ulatustega üleujutuse tõenäosuste piirides 6–34 ha, mis moodustab 1–3% linna püsivalt veekogudega katmata pindalast. Kärklas on

kõikumised märksa tagasihoidlikumad – 5–8 ha, mis moodustab 1–2% asustusüksuse pindalast (Tabel 3.4.2.2).

Tabel 3.4.2.2. Jõgede üleujutused ja nende ulatused linnades ja alevikes

Asula	Üleujutusala pindala (ha)				Üleujutusest mõjutatud asustusüksuse pindala (ha)	Üleujutusala pindala osakaal asustuse pindalast (ha)			
	Tõenäosus 100 a jooksul					Tõenäosus 100 a jooksul			
	10 %	2 %	1 %	0,1%		10 %	2 %	1 %	0,1%
Tartu linn	308,3	438,7	458,6	566,9	3792,7	8,1	11,6	12,1	14,9
Paide linn	6,0	20,2	23,7	33,7	999,1	0,6	2,0	2,4	3,4
Kärdla linn	4,7	5,5	5,9	7,6	451,1	1,0	1,2	1,3	1,7
KOKKU	319,0	464,4	488,1	608,2	5243,0	6,1	8,9	9,3	11,6

Järvede üleujutused on kõige ulatuslikumad Võrus, kus Tamula järve poolt ujutatakse vähemalt kord 10 aasta jooksul üle 13%, kord 50 aasta jooksul 14%, kord 100 aasta jooksul 15% ja kord 1000 aasta jooksul 18% linna territooriumist. Ilmatsalus kõigub üleujutuste pindala erinevate ulatustega üleujutuse tõenäosuste piirides 2–10 ha, mis moodustab 2–11% asustusüksuse püsivalt veekogudega katmata pindalast. Maardu linnas on kõikumised märksa suuremad – 0–105 ha, mis moodustab 0–5% asustusüksuse pindalast (Tabel 3.4.2.3).

Tabel 3.4.2.3. Järvede üleujutused ja nende ulatused linnades ja alevikes

Asula	Üleujutusala pindala (ha)				Üleujutusest mõjutatud asustusüksuse pindala (ha)	Üleujutusala pindala osakaal asustuse pindalast (ha)			
	Tõenäosus 100 a jooksul					Tõenäosus 100 a jooksul			
	10 %	2 %	1 %	0,1%		10 %	2 %	1 %	0,1%
Võru linn	147,2	164,7	169,9	202,6	1143,2	12,9	14,4	14,9	17,7
Ilmatsalu alevik	2,3	6,6	7,8	10,0	93,7	2,5	7,1	8,3	10,7
Maardu linn	0,2	53,2	70,7	105,2	2161,4	0,0	2,5	3,3	4,9
KOKKU	149,7	224,6	248,4	317,8	3398,3	4,4	6,6	7,3	9,4

Tiheasustusalade tundlikkus rannikumere ja siseveekogude üleujutustele

Üleujutusohuga seotud riskipiirkondadesse jäävate elanike arvu hindamisel on rahvaarvu andmete aluseks 31.12.2011 korraldatud rahva ja eluruumide loendus. Üleujutusala areaalid laeti üles Statistikaameti kaardirakendusse, mille abil on võimalik kokku lugeda täpne elanike arv ohualas täpsusastmega 10 inimest¹⁵. Sealjuures ei ole hindamisel prognoositud rahvaarvu muutust, kuigi on ilmselge, et isegi 10-aastase perspektiiviga võib rahvaarvus toimuda muutusi, rääkimata väikese tõenäosusega 1000-aastase perioodi rahvaarvu prognoosist. Rahvaloenduse näitajad annavad lähteolukorrana piisava info edasiste meetmete olulisuse ja prioriteetsuse väljaselgitamisel.

Rannikumere üleujutused

Rannikumere üleujutused avaldavad kõige otsesemat mõju 2011. aasta rahvaarvu arvestades vähemalt kord kümne aasta jooksul 990 (0,5%), kord viiekümne aasta

¹⁵ [Statistikaameti kaardirakendus](#)

jooksul 4900 (2,3%), kord saja aasta jooksul 6580 (3,1%) ja kord tuhande aasta jooksul 14490 (6,9%) rannikuäärsete linnade ja alevike elanikule (Tabel 3.4.2.4).

Absoluutarvused vaadates on otsene mõju vähemalt kord 10 aasta jooksul esinevate üleujutuste mõju kõige suurem Pärnu elanikele, kus üleujutuseladel elab 600 inimest (1,5% Pärnu elanikest). Nasva alevikus elab vähemalt kord 10 aasta jooksul üleujutatavatel aladel 280 elanikku ehk 82% asustusüksuse elanikest ja Haapsalus 60 inimest (1%).

Suuremad üleujutused, mille esinemissageduseks on prognoositud vähemalt kord viiekümne aasta jooksul, mõjutavad samuti kõige enam Pärnu elanikke. Potentsiaalseid kannatajaid on 2710 inimest, ehk 7% elanikest. Oluline mõju on taolistel üleujutustel ja Tallinnas Kesklinna ja Haabersti linnaosades, kus üleujutuselal elav vastavalt 700 (1,5%) ja 530 (1,3%) inimest. Haapsalus on üleujutuselal elavaid inimesi 320 ja Kuressaares 160.

Veelgi suuremad üleujutused, mille esinemissageduseks on prognoositud vähemalt kord saja aasta jooksul, põhjustavad kannatusi 3790 elanikule Pärnus, 830 elanikule Haaberstis (Tallinn), 730 elanikule Kesklinnas (Tallinn) ja 440 elanikule Haapsalus. Oluline mõju avaldub ka Saaremaal ja läänerranniku alevikes, kus Nasvas on kannatajaid 330, Kuressaares 220, Võistes 110 ja Virtsus 40.

Tabel 3.4.2.4. Rannikumere üleujutuste potentsiaalne mõju rahvastikule linnades ja alevikes

Asula	Üleujutusala rahvastik				Asustusüksuse rahvaarv REL2011	Üleujutusala elanike osakaal kogurahvastikust (%)			
	Tõenäosus					Tõenäosus			
	10%	2%	1%	0,1%		10%	2%	1%	0,1%
Nasva alevik	280	330	330	340	340	82,4	97,1	97,1	100,0
Võiste alevik	20	100	110	250	462	4,3	21,6	23,8	54,1
Virtsu alevik	10	30	40	220	539	1,9	5,6	7,4	40,8
Pärnu linn	600	2710	3790	8460	39728	1,5	6,8	9,5	21,3
Haapsalu linn	60	320	480	1020	10251	0,6	3,1	4,7	10,0
Paralepa alevik	0	0	10	30	306	0,0	0,0	3,3	9,8
Häädemeeste alevik	0	0	0	60	692	0,0	0,0	0,0	8,7
Kuressaare linn	10	160	220	570	13166	0,1	1,2	1,7	4,3
Kesklinna linnaosa	0	700	730	1860	46494	0,0	1,5	1,6	4,0
Haabersti linnaosa	10	530	830	1580	41694	0,0	1,3	2,0	3,8
Kudjape alevik	0	10	10	20	574	0,0	1,7	1,7	3,5
Uuemõisa alevik	0	0	10	30	1025	0,0	0,0	1,0	2,9
Tabasalu alevik	0	0	10	20	3527	0,0	0,0	0,3	0,6
Pirita linnaosa	0	10	10	10	16165	0,0	0,1	0,1	0,1
Põhja-Tallinna linnaosa	0	0	0	20	53881	0,0	0,0	0,0	0,0
KOKKU	990	4900	6580	14490	228844	0,4	2,1	2,9	6,3

Kõige suuremad prognoositud üleujutuste esinemistõenäosus on väga väike – vähemalt kord tuhande aasta jooksul. Taolistele üleujutustele esinemise korral kannatab Pärnus 8460 inimest, Tallinna Kesklinna linnaosas 1860 inimest ja Haabersti linnaosas 1580 inimest, Haapsalus 1020 inimest, Kuresaares 570 inimest, Nasvas 340 inimest, Võistes 250 inimest, Virtsus 220 inimest ja Häädemeestes 60 inimest. Väiksemates rannikualevikes ja Tallinnas Põhja-Tallinna ning Pirita linnaosades elab taolistel üleujutatavatel aladel vähem inimesi.

Vaadates rahvastiku suhtelist osakaalu üleujutusriskiohuga aladel, on kõige suuremad kannatajad Nasva, Võiste ja Virtsu alevikud, kus üleujutatud aladel elab vastavalt 100% (340), 54% (250) ja 41% (220) elanikest.

Mõju avaldub ka hoonestusele. Rannikumere üleujutuste poolt on mõjutatud vähemalt kord kümne aasta jooksul 843 (2%), kord viiekümne aasta jooksul 2271 (5,3%), kord saja aasta jooksul 3177 (7,4%) ja kord tuhande aasta jooksul 6397 (15%) rannikuäärsete linnade ja alevike eluhoonetest (Tabel 3.4.2.5).

Absoluutarvused vaadates on vähemalt kord 10 aasta jooksul esinevate üleujutuste mõju kõige suurem Pärnu eluhoonetele, kus kahjustada saab 408 eluhoonet (3,5%). Nasva alevikus saab üleujutuste käes kahjustada vähemalt kord 10 aasta jooksul 271 (89%) ja Haapsalus 100 eluhoonet (3,3%).

Tabel 3.4.2.5. Rannikumere üleujutuste potentsiaalne mõju eluhoonetele linnades ja alevikes

Asula	Üleujutusala eluhoonestu				Eluhoonete arv asustus- üksuses	Üleujutuseala eluhoonete osakaal (%)			
	Tõenäosus					Tõenäosus			
	10%	2%	1%	0,1%		10%	2%	1%	0,1%
Nasva alevik	271	301	302	303	303	89,4	99,3	99,7	100,0
Virtsu alevik	5	38	55	307	454	1,1	8,4	12,1	67,6
Võiste alevik	21	58	70	139	298	7,0	19,5	23,5	46,6
Pärnu linn	408	1193	1734	3632	11743	3,5	10,2	14,8	30,9
Haapsalu linn	100	290	388	672	3047	3,3	9,5	12,7	22,1
Häädemeeste alevik		1	5	66	416	0,0	0,2	1,2	15,9
Haabersti linnaosa	15	212	373	696	4991	0,3	4,2	7,5	13,9
Uuemõisa alevik	2	4	7	28	254	0,8	1,6	2,8	11,0
Kuresaare linn	19	135	182	421	4562	0,4	3,0	4,0	9,2
Kudjape alevik		6	10	17	250	0,0	2,4	4,0	6,8
Pirita linnaosa	2	4	4	5	259	0,8	1,5	1,5	1,9
Tabasalu alevik		1	9	18	1008	0,0	0,1	0,9	1,8
Kesklinna linnaosa		22	26	61	4240	0,0	0,5	0,6	1,4
Paralepa alevik		3	9	21	3499	0,0	0,1	0,3	0,6
Põhja-Tallinna linnaosa		3	3	11	7351	0,0	0,0	0,0	0,1
KOKKU	843	2271	3177	6397	42675	2,0	5,3	7,4	15,0

Suuremad üleujutused, mille esinemissageduseks on prognoositud vähemalt kord viiekümne aasta jooksul, mõjutavad samuti kõige enam Pärnu eluhooneid. Potentsiaalselt saab kahjustada 1193 eluhoonet, ehk 10%. Oluline mõju on taolistel

üleujutustel ka Nasva alevikus, Haapsalus, Tallinnas Haabersti linnaosas ja Kuresaares, kus kahjustada saavate eluhoonete arv on vastavalt 301 (99,3%), 290 (9,5%), 212 (4,2%) ja 135 (9,5%).

Veelgi suuremad üleujutused, mille esinemissageduseks on prognoositud vähemalt kord saja aasta jooksul, põhjustavad kahjustusi 1734 eluhoonele Pärnus, 388 Haapsalus, 373 Haaberstis (Tallinn). Oluline mõju avaldub ka Saaremaal ja läänerranniku alevikes, kus Nasvas on kahjustada saavate eluhoonete arv 302, Kuressaares 182, Võistes 70 ja Virtsus 55.

Vähemalt kord tuhande aasta jooksul aset leidvate ulatuslike üleujutuste esinemise korral saab Pärnus kahjustada 3632 eluhoonet, Tallinna Haabersti linnaosas 696 eluhoonet, Haapsalus 672 eluhoonet, Kuresaares 421 eluhoonet, Nasvas 303 eluhoonet, Virtsus 307 eluhoonet, Võistes 139 eluhoonet ja Hädemeestes 66 eluhoonet. Kahju all kannatavate eluhoonete hulk on märksa väiksem väiksemates rannikuallevikes ja Tallinnas Põhja-Tallinna ning Piritä linnaosades.

Vaadates eluhoonete suhtelist osakaalu üleujutusriskiohuga aladel, on kõige suuremad kannatajad Nasva ja Võiste alevikud, kus üleujutatavatele aladele jääb vastavalt 89,4–100% (271–303) ja 1,1–67,6% (5–307) eluhoonetest.

Rannikumere üleujutuste poolt on mõjutatud vähemalt kord kümne aasta jooksul 14 (1,2%), kord viiekümne aasta jooksul 44 (3,6%), kord saja aasta jooksul 58 (4,8%) ja kord tuhande aasta jooksul 152 (12,6%) rannikuäärsete linnade ja alevike ühiskondlikest hoonetest (Tabel 3.4.2.6).

Vähemalt kord 10 aasta jooksul esinevate üleujutuste mõju kõige suurem Pärnu, Haapsalu ja Võiste ühiskondlikele hoonetele, kus kahju kannatab vastavalt 10 (3,2%), 2 (2,1%), ja 2 (18,2%) hoonet.

Vähemalt kord viiekümne aasta jooksul aset leidvad üleujutused mõjutavad samuti kõige enam Pärnu ühiskondlikke hooned. Potentsiaalselt saab kannatada 25 ühiskondlikku hoonet, ehk 8,0%. Oluline mõju on taolistel üleujutustel ka Haapsalus ja Võistes kus kannatada saavate ühiskondlike hoonete arv on vastavalt 11 (11,5%), ja 7 (63,6%).

Vähemalt kord saja aasta jooksul aset leidvad suuremad üleujutused põhjustavad Pärnus kahju 33 ühiskondlikule hoonetele (10,6%). Oluline mõju on taolistel üleujutustel Haapsalus ja Võistes, kus kannatada saavate ühiskondlike hoonete arv on vastavalt 12 (12,5%), ja 7 (63,6%).

Vähemalt kord tuhande aasta jooksul aset leidvate ulatuslike üleujutuste esinemise põhjustab kahju 100 ühiskondlikule hoonetele Pärnus (31,1%), 22 ühiskondlikule hoonetele Haapsalus (22,9%), 14 ühiskondlikule hoonetele Tallinna Kesklinna linnaosas (2,3) ja 8 ühiskondlikule hoonetele Võiste alevikus (72,7%).

Üleujutusalaadele jäävate ühiskondlike hoonete seas on olulisemad Haapsalu Neuroloogiline rehabilitatsioonikeskus, Pärnu haigla päevakeskus, Pärnu haigla nahahaiguste osakond, Pärnu Kesklinna Lasteaed, Pärnu Tammsaare Lasteaed, Haapsalu Algkool, Haapsalu Sanatoorne Internaatkool, Virtsu kool, Pärnu Vene Gümnaasium, Pärnu Vanalinna Põhikool, Tallinna Juudi Kool, Tallinna Ülikool, Tartu Ülikooli Pärnu Kolledž, Eesti Ettevõtluskõrgkool Mainori Kuressaare Õppekeskus, Eesti Ettevõtluskõrgkool Mainori Pärnu Õppekeskus, TLÜ Balti Filmi- ja Meediakool, Tallinna Ülikooli Astra maja, Pärnu politseijaoskond, Pärnu maavalitsus ja Lääne maavalitsus.

Tabel 3.4.2.6. Rannikumere üleujutuste potentsiaalne mõju ühiskondlikele hoonetele linnades ja alevikes

Asula	Üleujutusala hoonestu				Ühiskondlike hoonete arv asustusüksuses	Üleujutusala jäävate hoonete osakaal (%)			
	Tõenäosus					Tõenäosus			
	10%	2%	1%	0,1%		10%	2%	1%	0,1%
Võiste alevik	2	7	7	8	11	18,2	63,6	63,6	72,7
Pärnu linn	10	25	33	100	312	3,2	8,0	10,6	32,1
Virtsu alevik			2	3	12	0,0	0,0	16,7	25,0
Haapsalu linn	2	11	12	22	96	2,1	11,5	12,5	22,9
Pirita linnaosa			2	2	65	0,0	0,0	3,1	3,1
Kuressaare linn				3	106	0,0	0,0	0,0	2,8
Kesklinna linnaosa		1	2	14	609	0,0	0,2	0,3	2,3
KOKKU	14	44	58	152	1211	1,2	3,6	4,8	12,6

Siseveekogude üleujutused

Jõgede üleujutused on kõige ulatuslikumad Tartus, kus Emajõe üleujutuste tõttu kannatab vähemalt kord 10 aasta jooksul *ca* 10 inimest (0%), kord 50 aasta jooksul 1060 inimest (1%), kord 100 aasta jooksul 1110 inimest (1%) ja kord 1000 aasta jooksul 3470 inimest (3,6%). Kärdlas on kõikumised märksa tagasihoidlikumad, erinevate tõenäosustega – 5–8 ha, mis moodustab 1–2% asustusüksuse pindalast. Paide linnas tekkivad üleujutused otseselt inimesi ei mõjuta (tabel 3.4.2.7).

Tabel 3.4.2.7. Jõgede üleujutused ja nende mõju rahvastikule linnades ja alevikes

Asula	Üleujutusala rahvastik				Asustusüksuse rahvaarv REL2011	Üleujutusala elanike osakaal kogurahvastikust (%)			
	Tõenäosus					Tõenäosus			
	10%	2%	1%	0,1%		10%	2%	1%	0,1%
Tartu linn	10	1060	1110	3470	97600	0,0	1,1	1,1	3,6
Kärkla linn	20	20	20	30	3050	0,7	0,7	0,7	1,0
Paide linn	0	0	0	0	8228	0,0	0,0	0,0	0,0
KOKKU	30	1080	1130	3500	108878	0,0	1,0	1,0	3,2

Tartus kannavad kahju vähemalt kord 10 aasta jooksul aset leidvate üleujutuste tõttu 14 eluhoonet, vähemalt kord 50 aasta jooksul aset leidvate üleujutuste tõttu 181 eluhoonet, vähemalt kord 100 aasta jooksul aset leidvate üleujutuste tõttu 228 eluhoonet ja vähemalt kord 1000 aasta jooksul aset leidvate üleujutuste tõttu 603 eluhoonet. Kärdlas on vastavad numbrid 21, 30, 31 ja 39. Paides on mõju eluhoonetele märksa väiksem (tabel 3.4.2.8). Äri-, tootmis- ja ühiskondlik tegevus on kõige otsesemalt jõgede üleujutustest häiritud vaid Tartus, kus erineva ulatusega üleujutuste korral kannavad kahju 0–43 äri-, 4–37 tootmis- ja 1–11 ühiskondlikku hoonet, nende seas olulisematena Stigma Erakliinik, Biokliinik ja Tartu Raatuse Kool (Lisa 2 tabel 3 ja tabel 4 ja 3.4.2.9).

Tabel 3.4.2.8. Jõgede üleujutuste potentsiaalne mõju eluhoonetele linnades ja alevikes

Asula	Üleujutusala hoonestu				Eluhoonete arv asustusüksuses	Üleujutusala hoonete osakaal (%)			
	Tõenäosus					Tõenäosus			
	10%	2%	1%	0,1%		10%	2%	1%	0,1%
Tartu linn	14	181	228	603	18484	0,1	1,0	1,2	3,3
Kärdla linn	21	30	31	39	2327	0,9	1,3	1,3	1,7
Paide linn		1	2	6	2142	0,0	0,0	0,1	0,3
KOKKU	35	212	261	648	22953	0,2	0,9	1,1	2,8

Tabel 3.4.2.9. Jõgede üleujutused ja nende mõju ühiskondlikele hoonetele linnades ja alevikes

Asula	Üleujutusala hoonestu				Ühiskondlike hoonete arv asustusüksuses	Üleujutusala hoonete osakaal (%)			
	Tõenäosus					Tõenäosus			
	10%	2%	1%	0,1%		10%	2%	1%	0,1%
Tartu linn	1	1	3	11	582	0,2	0,2	0,5	1,9

Järvede üleujutused on kõige ulatuslikumad Võrus, kus Tamula järve üleujutuste tõttu kannatab vähemalt kord 10 aasta jooksul *ca* 20 inimest (0,2%), kord 50 aasta jooksul 70 inimest (0,6%), kord 100 aasta jooksul 80 inimest (0,6%) ja kord 1000 aasta jooksul 290 inimest (2,3%). Maardu linnas mõjutavad otseselt üleujutused, mille esinemistõenäosus on kord 50 aasta jooksul, kus kannatab 30 inimest. Saja aasta üleujutused mõjutavad 80 inimest ja tuhande aasta üleujutused 110 inimest. Ilmatsalu alevikus tekkivad üleujutused otseselt inimesi ei mõjuta (Tabel 3.4.2.10).

Tabel 3.4.2.10. Järvede üleujutused ja nende mõju rahvastikule linnades ja alevikes

Asula	Üleujutusala rahvastik				Asustus- üksuse rahvaarv REL2011	Üleujutusala elanike osakaal kogurahvastikust (%)			
	Tõenäosus					Tõenäosus			
	10%	2%	1%	0,1%		10%	2%	1%	0,1%
Võru linn	20	70	80	290	12667	0,2	0,6	0,6	2,3
Maardu linn	0	30	80	110	17524	0,0	0,2	0,5	0,6
KOKKU	20	100	160	400	30583	0,1	0,3	0,5	1,3

Võrus kannavad kahju vähemalt kord 10 aasta jooksul aset leidvate üleujutuste tõttu 21 eluhoonet, vähemalt kord 50 aasta jooksul aset leidvate üleujutuste tõttu 65 eluhoonet, vähemalt kord 100 aasta jooksul aset leidvate üleujutuste tõttu 79 eluhoonet ja vähemalt kord 1000 aasta jooksul aset leidvate üleujutuste tõttu 282 eluhoonet. Maardus on vastavad numbrid 0, 103, 223 ja 297 (Tabel 3.4.2.11). Äri- ja tootmistegevus on kõige otsesemalt järvede üleujutustest häiritud vaid Võrus, kus erineva ulatustega üleujutuste korral kannavad kahju 0–4 äri- ja 0–3 tootmishoonet (Lisa tabel 5 ja tabel 6). Avalik sektori töö on enim järvede üleujutustest häiritud Ilmatsalu alevikus, kus üleujutusohualas asub Tähtvere vallavalitsuse hoone ja konstaablipunkt (Tabel 3.4.2.12).

Tabel 3.4.2.11. Järvede üleujutused ja nende mõju eluhoonetele linnades ja alevikes

Asula	Üleujutusala hoonestu				Eluhoonete arv asustusüksuses	Üleujutusala hoonete osakaal (%)			
	Tõenäosus					Tõenäosus			
	10%	2%	1%	0,1%		10%	2%	1%	0,1%
Võru linn	21	65	79	282	3196	0,7	2,0	2,5	8,8
Maardu linn		103	223	297	5415	0,0	1,9	4,1	5,5
KOKKU	21	168	302	579	8638	0,2	1,9	3,5	6,7

Tabel 3.4.2.12. Järvede üleujutused ja nende mõju ühiskondlikele hoonetele linnades ja alevikes

Asula	Üleujutusala jääv hoonestu				Ühiskondlike hoonete arv asustusüksuses	Üleujutusala jäävate hoonete osakaal (%)			
	Tõenäosus					Tõenäosus			
	10%	2%	1%	0,1%		10%	2%	1%	0,1%
Ilmatsalu alevik		1	1	1	5	0,0	20,0	20,0	20,0

Rakendatud meetmed

Planeerimisseadus, looduskaitseadus, keskkonnamõju hindamise ja keskkonnanjuhtimissüsteemi seadus, veeseadus jt seadused võimaldavad planeeringute koostamisel üleujutustega kaasnevaid riske ennetada. Põhimõtteliselt on üleujutuste puhul pädev sama õigusraamistik, mis ka tormiriskide korral (vt eelmine osa).

Veemajanduskavade koostamise protsessis on Keskkonnaministerium 2014. aasta lõpus lisaks kaardistanud üleujutusohuga riskipiirkonnad, avalikustanud üleujutusohuga seotud riskide maandamiskavad (Keskkonnaministerium, 2015). See on Eesti senises riiklikult koordineeritud ja strateegiliselt kavandatud kliimakohanemise tegevuses **kõige põhjalikumalt läbi töötatud valdkond**. Seetõttu on kavas teha ettepanek tõsta maandamiskavad kliimamuutustega kohanemise strateegia rakenduskava autonoomseks osaks. Samuti lähtuda kohanemisstrateegia linnaplaneerimise, rannikualade, maaparanduse, inimtervise ja päästevõimekuse valdkonna eesmärkide püstitamisel veemajanduskavade väljatöötamise tulemustest ja tegevustiku eesmärkidest üleujutusriskide osas (vt ka Tabel 3.4.2.13).

Tabel 3.4.2.13. Lääne-Eesti ja Ida-Eesti vesikonnas üleujutusohuga seotud riskidega linnad¹⁶ ning nende üldplaneeringutes kajastatud kliima ja üleujutusega seonduvad aspektid

Linn	Kehtestatud	Üldplaneeringus kajastatud regulatsioonid kliima	Üleujutus
Pärnu	Koostamisel	-	Seatud tingimused ehitamiseks üleujutusriskiga aladel, sadevete teemaplaneering jätkutegevusena
Haapsalu	2006	-	Üleujutust on probleemina nimetatud, seatud tingimused ehitamiseks üleujutusriskiga aladel, sadevete ärajuhtimine
Kuressaare	2012	-	Ehituskeeluvööndi vähendamine ja

¹⁶ [Üleujutusohuga seotud riskide maandamiskavad](#)

			suurendamine
Kärdla	2012	-	Seatud tingimused ehitamiseks üleujutusriskiga aladel
Paide	2002	-	-
Maardu	2008	-	-
Tartu	2005	Mikrokliima parendamise meetmed	Ehituskeeluvööndi vähendamine/suurendamine
Võru	2009	-	Nenditakse, et ehitus veekogude tulvaaladel on problemaatiline, esitatakse ehituskeeluvööndis detailplaneeringut mitte vajavate ehitiste loend
Kohtla-Järve (Järve linnaosa)	2008	-	-

Üleujutusriske maandatakse sõltuvalt ohutegurist kaldakaitserajatiste, drenaaži ja kanalisatsioonivõrkude ning rohe- ja veealade abil. Viimasel ajal on kliimakohanemise seisukohalt linnakeskkonnas üha olulisemaks muutumas ökosüsteemide teenuste ja rohevõrgustiku roll, kus julgelt on vaja sekkuda teatud rohe- ja veealade säilitamiseks puhveraladena või nende efektiivsemaks kujundamisel (Foster *et al.*, 2011b; La Greca *et al.*, 2011). Rohe- ja veealade integreerimine puhveraladena (nn rohelised ja sinised meetmed) võtab arvesse looduslikke protsesse ja olusid, on isekohanevad ning nende ökosüsteemide teenused aitavad paremini kaasa kvaliteetse linnakeskkonna loomisele ja toimivad ohustatud liikide elupaikade ja looduskaitsealadena (Ahern, 2007; Fryd *et al.*, 2011; Wu & Wu, 2013). Need on oluliseks täienduseks nn hallidele meetmetele – drenaažile, kanalisatsioonile ja pumplatele, mis on liigvee ärajuhtimisel küll efektiivsed, aga roheliste ja siniste meetmetega võrreldes küllaltki monofunktsionaalsed ja jäigad (Zhang *et al.*, 2011). Kõik üldplaneeringud, mis on koostatud ja kehtestatud pärast 2003. aastat, sisaldavad ka roheline võrgustiku teemat, kus traditsiooniliselt kajastatakse linna rohealaid ning nendega seonduvaid tingimusi – võrgustiku sidusust, haljastuse osakaalu, olemasolevaid ja kavandatavaid haljasalaid jne –, kuid nende olulisust üleujutuste mõjude leevendamisel ei ole seni oluliseks peetud.

Üleujutuste käsitlemine Pärnu linna üldplaneeringus

Positiivseks näiteks saab pidada ka koostatavat Pärnu linna üldplaneeringut (ja selle KSH aruannet) üleujutuse ning sadevete ärajuhtimise teemade käsitlemises (Pärnu Linnavalitsus, 2014). Teiste planeeringutega sarnaselt ei viidata otseselt kliimamuutustega seonduvale, kuid erinevad teemad põhimõtteliselt toetavad kliimamuutustega kohanemist (lisaks eelnevatele ka nt roheline võrgustiku teema). Üldplaneeringu ptk 11 sätestab nõuded tehnovõrkudele, detailsed nõuded ehitistele (nt alla 3 m samakõrgusjoonega maa-aladel tuleb arvestada üleujutusriskiga ja ehitiste vastavad konstruktsioonid rajada veekindlatena või hingavatena, reeglina määrata uute põhihoonete esimese maapealse korruse põranda lubatavaks madalaimaks ehituskõrguseks Pärnu linnas 3 m jne). Samuti sätestatakse, et detailplaneeringu koostamisel tuleb hinnata võimalikke riske. Arenduse puhul, kus on olemas kehtiv detailplaneering, kuid ehitisluba ei ole veel väljastatud, tuleb arvestada võimalike riskidega ehitiste projekteerimisel (Pärnu Linnavalitsus, 2014, lk 166–167). Sadevete küsimused on kavas lahendada edaspidi üldplaneeringu teemaplaneeringuga.

Koostatavas Pärnu linna üldplaneeringus moodustab eraldi peatüki teema rohestruktuur ja puhkealad (Pärnu Linnavalitsus, 2014, lk 136–144). Nimetatud ptk-is seatakse muuhulgas tingimus, mille kohaselt ei ole linnas paiknevate ojade sulgemine lubatud ning võimalusel tuleb torudesse suunatud ojad avada. Haljastusega seonduvat käsitletakse üldplaneeringus läbivalt, st enamike juhtotstarvete lõikes on seatud haljastuse põhimõtted (haljastuse osakaal, liik vms). Ptk-is 9.2 sätestatakse põhimõttena, et kaubanduskeskuste maapealsed parklad tuleb haljastusega liigendada.

Seoses üleujutusvaladega on analoogseid ehitustingimusi sätestatud ka näiteks Kärdla ja Haapsalu

üldplaneeringus (vt Tabel 3.4.2.13).

Paduvihmade üleujutusrisk. Kliimamudelite prognooside kohaselt suureneb tulevikus paduvihmade üleujutusrisk (Tabel 3.4.2.14). Sellest tulenevalt muutub üha olulisemaks sademevee ärajuhtimisega arvestamine planeerimisel ja projekteerimisel. Ühe võimalusena paduvihmade poolt põhjustatud riskialade määratlemiseks saab kasutada sademevee äravoolu mudeleid. Käesoleva projekti raames viidi läbi riskialade määramine Pärnu linna näitel.

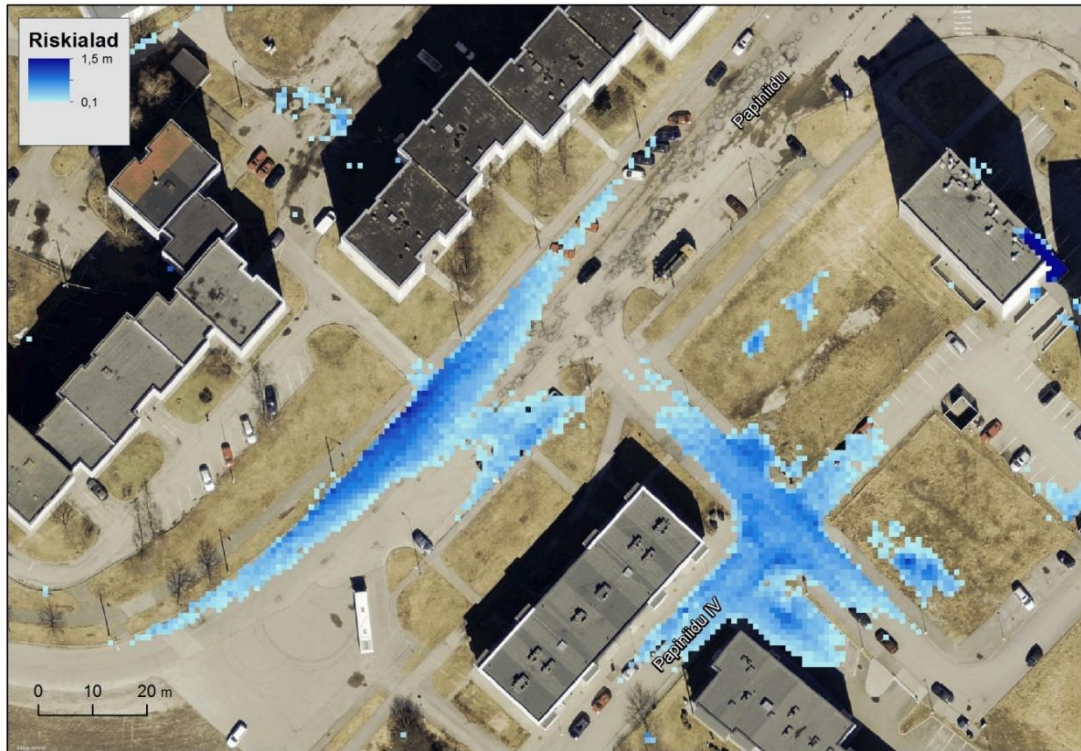
Tabel 3.4.2.14. Ööpäevas 30 mm ületavate sademete esinemissagedus kontrollperioodil ja prognoos vastavalt Luhamaa jt (2015) toodud muutuse protsentidele

Periood	Türi	RCP4.5		RCP8.5	
	1971–2000	2040–2070	2040–2070	2040–2070	2070–2100
Juuni, juuli, august	28	35	38	39	46

Paduvihma simulatsiooni tulemused olid järgmised:

- 5 min intervalliga veesügavuse ja voolukiiruse 1×1 m lahutusega rasterkihid $5,4 \times 5,5$ km alal;
- maksimaalsete veesügavuste ja veevoolukiiruste 1×1 m lahutusega rasterkihid $5,4 \times 5,5$ km alal;
- veesügavuse ja veevoolukiiruse andmed huvipunktides 1 min intervalliga.

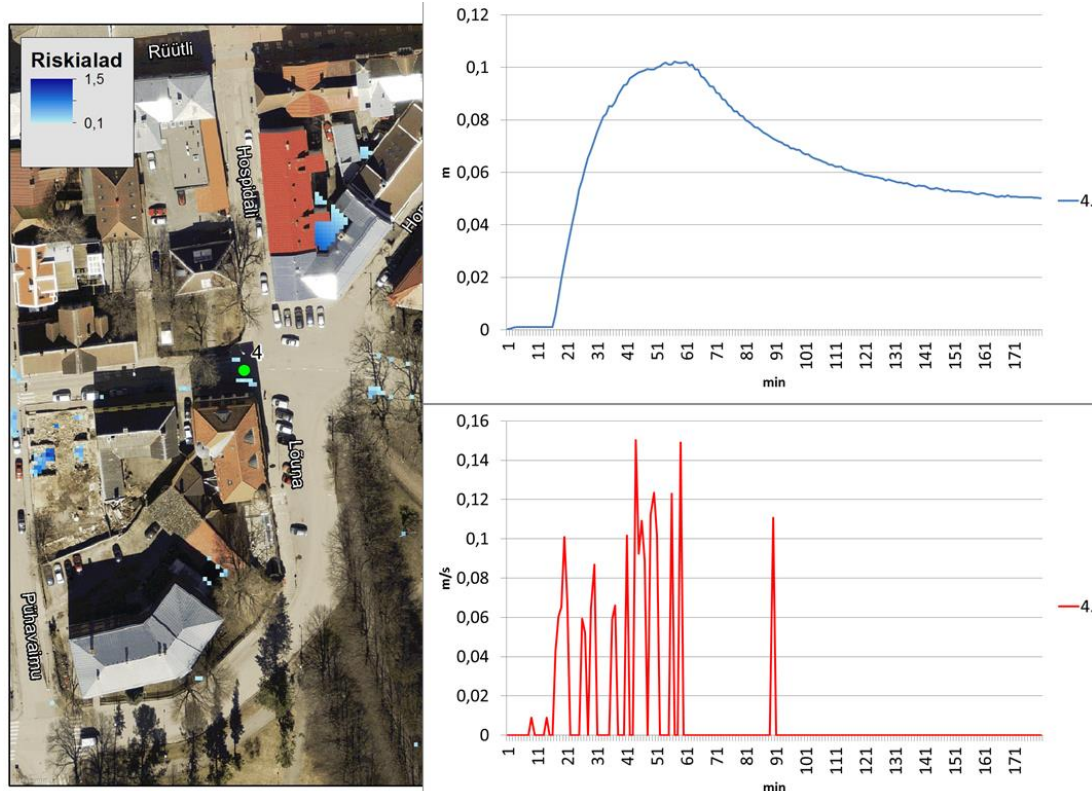
Joonisel 3.4.2.2 on näitena toodud vee kogunemisest tingitud üleujutuse riskiala Mai asumis.



Joonis 3.4.2.2. Üleujutuse riskiala Mai asumis

Huvipakkuvates kohtades on simulatsiooni tulemusi võimalik väljastada ka väga väikese ajalise intervalliga, näiteks iga minuti järel. Joonisel 3.4.2.3 on esitatud Kuninga ja Hospitali tänava ristmik, kus vihmajärgu lõpuks on veesügavus tõusnud üle 10 cm ning hakkab seejärel kiiresti langema.

Kuna mudelil olid sademeeve voolu ja kogunemist väga tugevalt mõjutavad eeldused, on ka tulemused tähelepanu suunava, indikatiivse tähendusega. Tulevastes uuringutes tuleb simulatsioonitulemusi kontrollida tegelike paduvihma poolt tingitud üleujutuste mõõtmistega ning täiendada kõrgusmudelit truupide ja sillaaluste veevoolusängide andmetega. Samuti tuleks koguda andmeid olemasoleva sademeeve kanalisatsiooni kohta ning otsida võimalusi nende arvesse võtmiseks simulatsiooni läbiviimisel.



Joonis 3.4.2.3. Veevoolu dünaamika Kuninga ja Hospitali tänava ristmikul (tekivad sisehoovilombid)

3.4.3. Kuumalained

Probleem

Kuumalained on üks peamisi kliimariske, mis Euroopa linnu mõjutab (EEA, 2012). On väga tõenäoline, et nende esinemissagedus ja intensiivsus kasvab (IPCC, 2012). Kõrged temperatuurid suurendavad haigusjuhtumite ja surmajuhtumite arvu, siseruumide ülekuumenemist ning vähendavad töajõu produktiivsust (Åström *et al.*, 2013; Hübler *et al.*, 2008). Näiteks Hollandis läbi viidud hinnangulised arvutused näitasid, et temperatuur üle 25 °C põhjustab töajõu produktiivsuse langust nii sise- kui välitingimustes. Uuringus leiti, et olenevalt kliimastsenaariumist ulatuvad konditsioneerimatuses ja kuumades välitingimustes töötamisest tuleneva võimaliku produktiivsuse languse tõttu saamata jääv tulu nullist kuni mitmesaja miljoni euroni aastas (Seppanen *et al.*, 2004). Inimtervise seisukohast on olulised kuumalained, mis võimenduvad linnades, sageli linna soojussaare efektina (Rizwan *et al.*, 2008; Kovats & Hajat, 2008; Daanen *et al.*, 2011), põhjustades haigestumist ja suremust, mille suhtes on eriti tundlik eakam elanikkond (EEA, 2008). Viimast kinnitas ka 2010. aasta erakordselt kuum suvi, kus muidu langevas suremuse trendis oli Eestis kuumalainete ajal keskmine liigsuremus 31% kõrgem eeldatud suremusest, tuues juunis, juulis ja augustis kaasa 191 surmajuhtumit (Rekker, 2013) (vt ptk 3.5).

Eestis peetakse hädaolukorraks (kuumalaineks) sellist erakordselt kuuma ilma, kus õhutemperatuur on kõrgem kui +30 °C kauem kui kaks päeva, mille tagajärjel võib sattuda ohtu inimese elu või tervis, ühtlasi tekkida kahju elutähtsatele teenustele (Terviseamet, 2011). Sellist olukorda on Eestis ajavahemikul 1961–2010 esinenud

kümmel suvel (kokku 32 korral, neist 20 korda viimasel kümnendil). Meteoroloogid peavad inimese tervisele eriti ohtlikuks ööpäeva maksimaalse õhutemperatuuri püsimist +30 °C ja kõrgemal viie ja enama päeva vältel. Seda on Eestis ajavahemikul 1961–2014 ette tulnud vaid kolmel suvel: 2003. aasta juuli lõpul Edela-Eestis ning 2006. ja 2010. aasta juulis Kagu-Eestis (Tammets, 2012). Kuumalaine jõudis Eestisse ka 2014. aasta suvel ja kestis järjestikku 6 päeva (Riigi Ilmateenistus).

Samas teaduskirjanduses ja eelkõige kuuma ilma mõju tervisele käsitlevas kirjanduses kohtame erinevaid temperatuuri piirmäärasid. Näiteks paljudes riikides peetakse tavaliselt ohtlikuks öid, mil õhutemperatuur ei lasku alla +25 °C. Eestis, Türi ilmajaama andmetel pole aga vaadeldava 60 aasta jooksul ühtegi sellist ööd veel esinenud. Statistilises mõttes on Türi ööpäeva maksimumtemperatuuri 98. protsentiil perioodil 1951–2010 +27 °C, mis võiks tähistada kuumalaine piiri Eesti oludes. Ehk siis uuritakse vaid neid päevi, mille temperatuur oli nii kõrge. Vaadeldaval perioodil oli neid vaid kahel protsendil päevadest.

Kuumalained võimenduvad linnades, avaldades sageli linna soojasaarena, mille tekkimise sagedus ja intensiivsus kliimamuutuste korral tõenäoliselt suureneb (Oke, 2006). Linna soojasaare efekti tekkimine on seotud eelkõige linnade maakasutuslike ja ehituslike iseärasustega (van Hove *et al.*, 2015), kus tumedad tehismaterjalid neelavad suurema osa päikesekiirgusest, mille tõttu soojenevad teed ja ehitised, mis omakorda kütavad linnaõhku nii öösel kui päeval (Grize *et al.*, 2005; Kovats & Hajat, 2008; Dousset *et al.*, 2011; Gromke *et al.*, 2015). Keskmise temperatuuri erinevus linnas ja maal võib varieeruda +3 kuni +10 °C. Seega on maakasutusel siin määrav roll. Mida rohkem on tehiskeskkonna sees rohe- ja veealadid, seda tugevam on looduskeskkonna jahutav mõju (van Hove *et al.*, 2015; Heusinkveld, 2014). Lisakoormust seab ka õhusaaste, mis ei lase pikalainelist kiirgust tagasi peegeldada, ning ka reljeef ja linnamorfoloogia, mis takistavad tuule liikumist ja vähendavad selle jahutavat mõju (Grimmond, 2007; van Hoof & Blocken, 2010; Gromke *et al.*, 2015). Lisasoojust eraldab ka igasugune inimtegevus, näiteks liikumine ja eluruumide kütmine, tootmine jms (Klok *et al.*, 2015).

Soojasaare efekt ei ole tingimata vaid suuremate linnade probleem – seda esineb ka väiksemates linnades (Steenefeld *et al.*, 2011; van Hove *et al.*, 2015; Klok *et al.*, 2012). Soojasaare uuringuid on läbi viidud mitmetes linnades, enamasti modelleerimise põhjal, kuna linnade mikrokliimat puudutavaid andmeid väga suure täpsusastmega leidub ainult üksikute linnade kohta (Rizwan *et al.*, 2008).

Uuritus Eestis

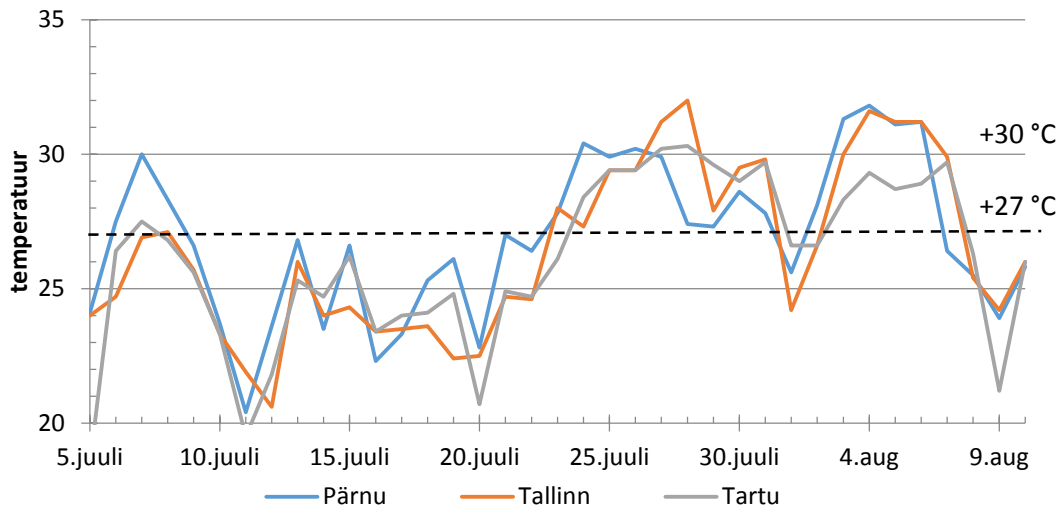
Eestis linnade mikrokliimat, sh soojussaare esinemist ja nende mõju, uuritud ei ole, küll aga on täpsemalt uuritud kuumalainete mõju inimtervisele (Rekker, 2013).

Riskid ja haavatavus

Kuumalaine ja soojussaare efekt Pärnus, Tallinnas ja Tartus 2014. aasta suvel. Kuumalaine ja soojussaare kombineeritud efekti uuriti 2014. aasta suve juuli ja augusti kuumalaine näitel. Soojussaare efekti peamist komponenti – maa pinnal asuvate tehisobjektide ülekuumenemist – hinnati satelliitpiltide abil, kus on olemas nn

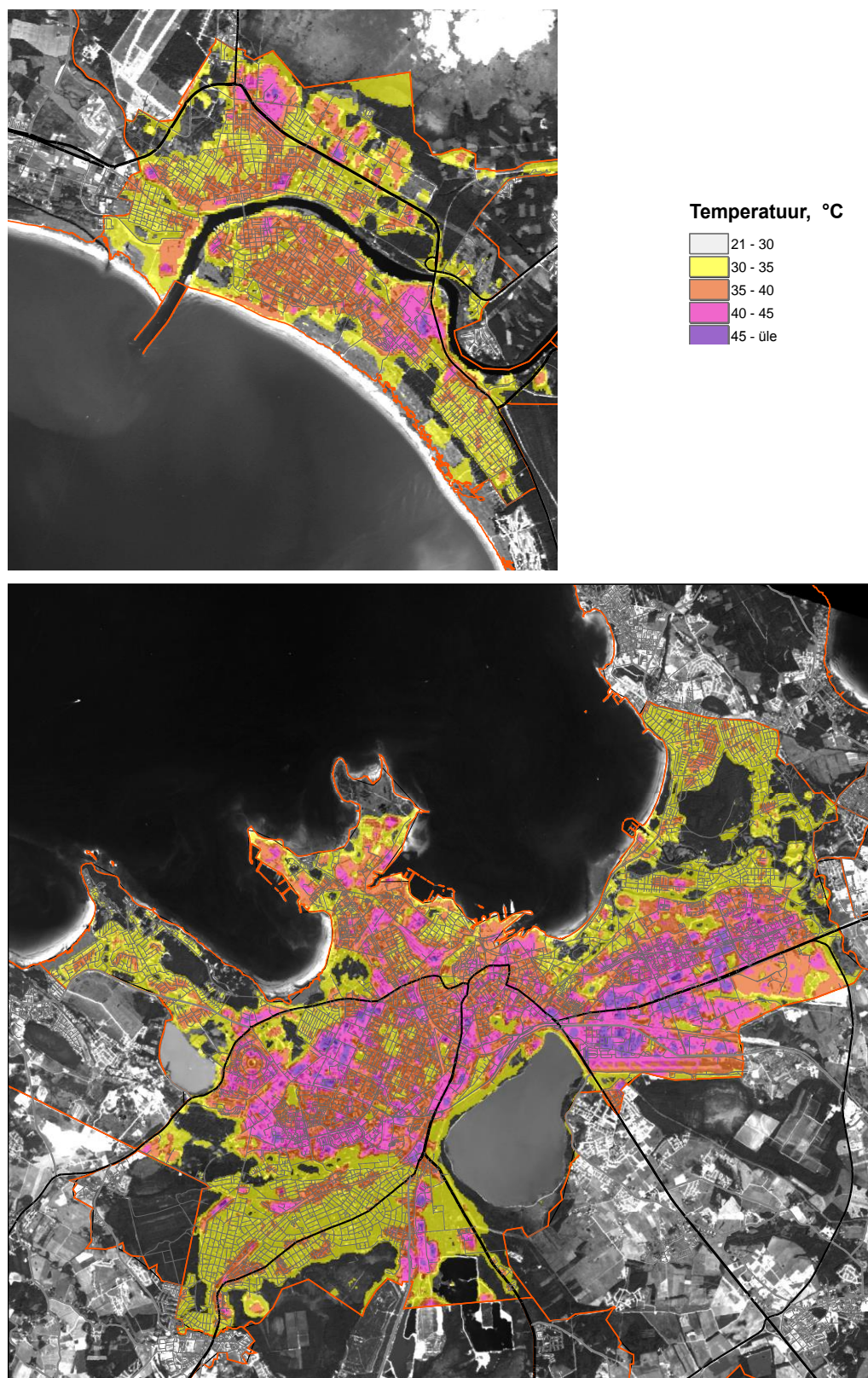
termo- ehk soojuskanal. Teisisõnu on sensor võimeline pildistama spektrivahemikus 10,30–12,50 μm .

Juuli lõpus mõõdeti suures osas Eesti ilmajaamadest ööpäeva maksimumtemperatuuriks $+30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ja enam. Pärnus, Tallinnas ja Tartus kestis üle $+27\text{ }^{\circ}\text{C}$ periood kaheksa päeva ning pärast paaripäevast pausi kestis kuum ilm veel kuus päeva (Joonis 3.4.3.1). Satelliitpildid, mis võimaldavad hinnata maapinna objektide temperatuuri, on tehtud 9. juulil, s.o enne kuumalaine algust, ja 25. juulil, kuumalaine algaasis. Need kaks pilti katavad ala Tallinnast Pärnuni, osaliselt saared, Lääne- ja osaliselt ka Kesk-Eesti kuni Viljandi ja Türi. Kolmas pilt, mis sattus kahe kuumalaine vahele, on tehtud 3. augustil, kattes Kesk-Eesti, Pärnu, Tallinna ja Tartu.



Joonis 3.4.3.1. 2014. aasta kuumalaine Pärnus, Tallinnas ja Tartus (Riigi Ilmateenistus)

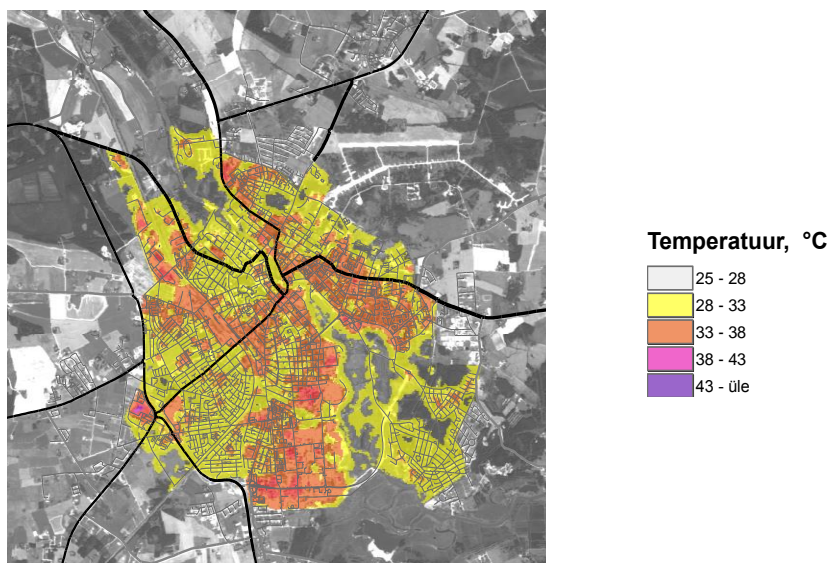
Joonistelt 3.4.3.2 on näha situatsioon Tallinnas ja Pärnus 25. juuli 2014 seisuga. Sellel päeval oli maksimaalne õhutemperatuur mõlemas linnas üle $+29\text{ }^{\circ}\text{C}$. Seega värviga tähistatud pinnad on erineva soojustugevusega alad $+30$ kraadist 5-kraadise sammuga.



Joonis 3.4.3.2. Pinnatemperatuur Pärnus ja Tallinnas 25. juulil 2014

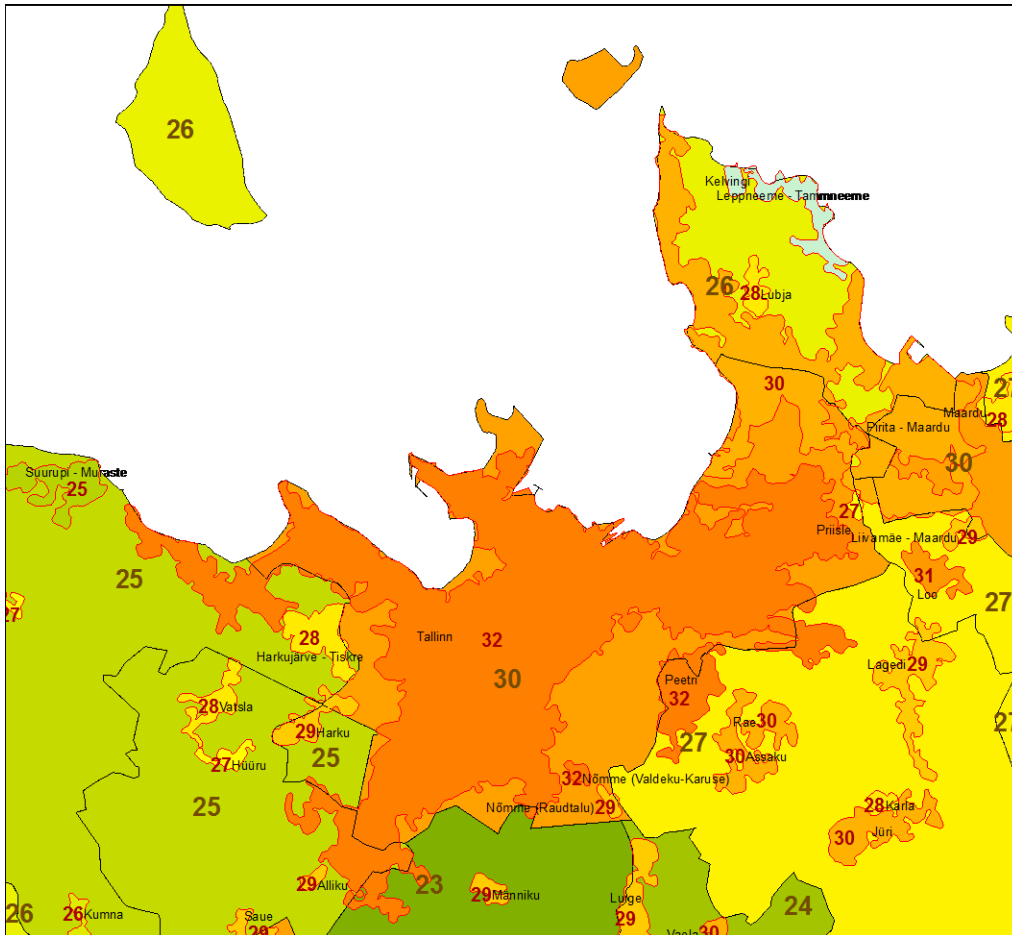
Joonisel 3.4.3.2 näeme, et linnad tervikuna kannatavad soojussaare efekti all – rohelised asumid vähemal (kuni +5 °C), kõrghoonestus, tööstus- ja kaubandusalad suuremal määral. Kõrghoonestusega elurajoonides Tallinnas (Lasnamäel, Õismäel) on temperatuuri hüpe nagu ka tööstuse/kaubanduse puhul koguni üle 15 kraadi ehk temperatuur on üle +45/+50 °C. Need alad on suured ja piltidelt hästi nähtavad. Roheluse poolest tuntud Pärnu linnas joonistuvad välja just kaubanduskeskused neid ümbritsevate parklatega ja Mai rajooni korruselamud.

Tartus mõõdeti 3. augustil maksimaalseks õhutemperatuuriks +28 °C. Joonis 3.4.3.3 illustreerib selle päeva soojussaareefekti Tartus 5-kraadise sammuga. Näeme pildilt, et soojussaar Tartus ei olnud nii dramaatiline kui nädal varem Tallinnas ja Pärnus. Suuri üle +45 °C alasid, nagu Tallinnas ja Pärnus, ei moodustunud. Tartu kõrghoonestus ja tööstus/kaubandusalad kuumentasid keskmiselt kuni 15 kraadi võrra.



Joonis 3.4.3.3. Soojussaare efekt Tartus 3. augustil 2014

Ka väiksemates asulates oli 2014. aasta suvel tunda nii kuumalaine kui ka soojussaare efekti. 25. juulil tõusis temperatuur Harjumaa asulates ümbritsevaga võrreldes +3 kuni +5 °C kõrgemale (Joonis 3.4.3.4). Seega võime väita, et Eesti linnad ja asulad kannatavad soojussaare efekti all juba praegu ja seda mitte vähemal määral kui kirjandusest tuntud suured linnad Lääne-Euroopas ja mujal maailmas.



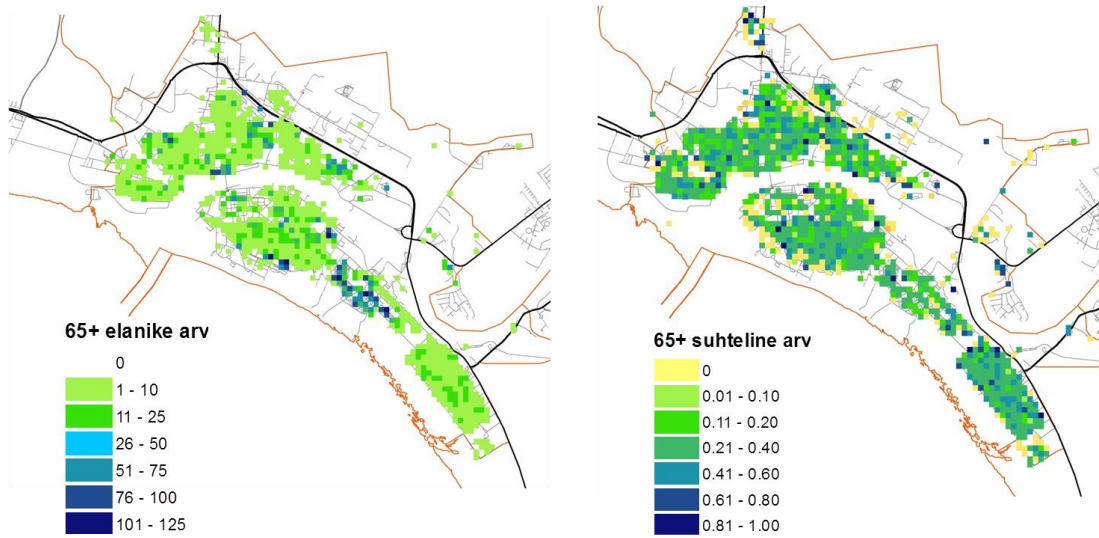
Joonis 3.4.3.4. Tiheasumid Tallinna ümbruses kannatavad samuti soojussaare efekti all. Hallid piirid ja numbrid on omavalitsuse piirid ja keskmine pinna temperatuur. Punased piirid ja numbrid on tiheasumite piirid ja keskmine pinna temperatuur. Leppneeme-Tammneeme tiheasumite keskmist temperatuuri ei olnud võimalik hinnata, kuna mõlemad asulad asuvad väljaspool satelliitpildi ulatust

Kuumalainete ja soojussaarte peamine otsene mõju on avaldub eelkõige inimeste tervisele. Omavalitsuste ja piirkondade tasemel on kogutud statistikat tervisehäirete ja surmajuhtumite kohta, kuumalaine mõju tervisele on käsitletud varasemates uuringutes (vt ptk 3.5). Need analüüsid põhinevad eranditult ilmajaamadest saadud andmetele, otsides statistilisi ja vahel ka ruumilisi seoseid tervise ja õhutemperatuuri vahel. Peamiseks riskigruppideks peetakse alla 4-aastaseid lapsi ja vanemat elanikkonda, mille vanuse alampiiriks kasutatakse tihti 65ndat eluaastat.

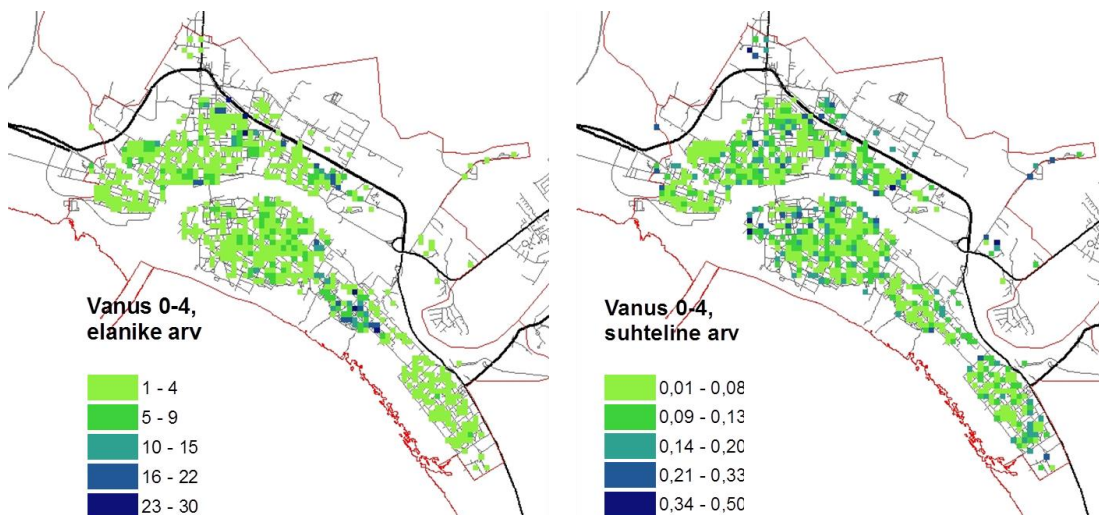
Kuna andmeid soojussaare efekti kohta oli varem üsna vähe – maapinnal asuvate objektide temperatuuri ja selle põhjustatud mõjusid tervisele ei ole Eestis veel jõutud uurida. Peale selle vajab detailne ruumiline pilt sellest, kus need saared tegelikult linna sees asuvad ja kus neis tekivad ekstreemsed temperatuurihüpped teistsugust statistikat rahva tervise kohta – andmed peavad olema varemast detailsema asukohainfoga.

Soojussaare potentsiaalset mõju võib hinnata kaardistades riskigruppide tundlikkust ehk antud juhul vanema ja kõige noorema elanikkonna paiknemist linnades ja nende osakaalu teiste elanike suhtes (Joonis 3.4.3.5). Ühendades riskirühma kaardi satelliitpildilt saadud soojussaartega, saadakse mõjukaart riskigrupi elanike kohta.

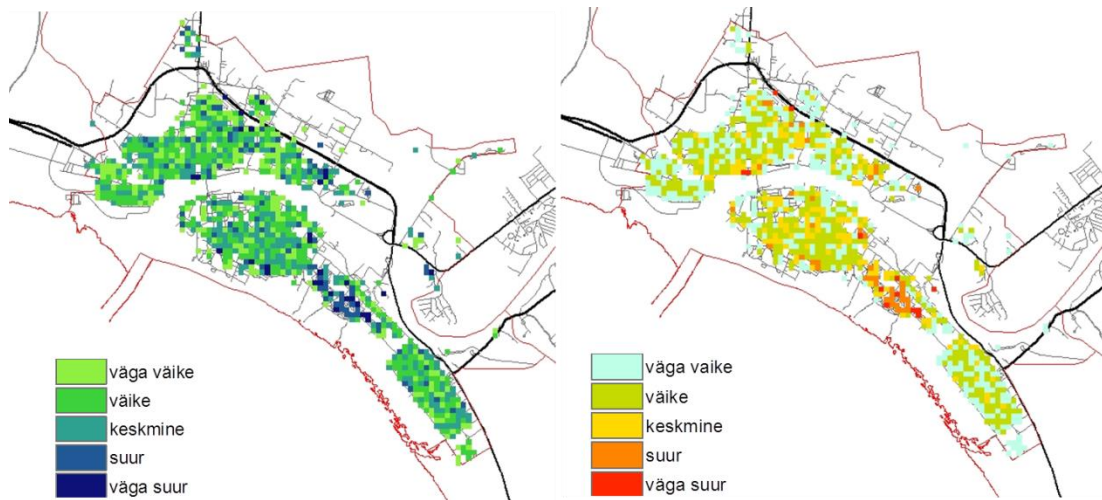
Ruumilised andmed linnade rahvastiku kohta 100×100 meetri ruuduna on saadud Statistikaametist.



Joonis 3.4.3.5. (A) Tundlikkus soojussaare efekti suhtes Pärnus, vanusegrupp 65+



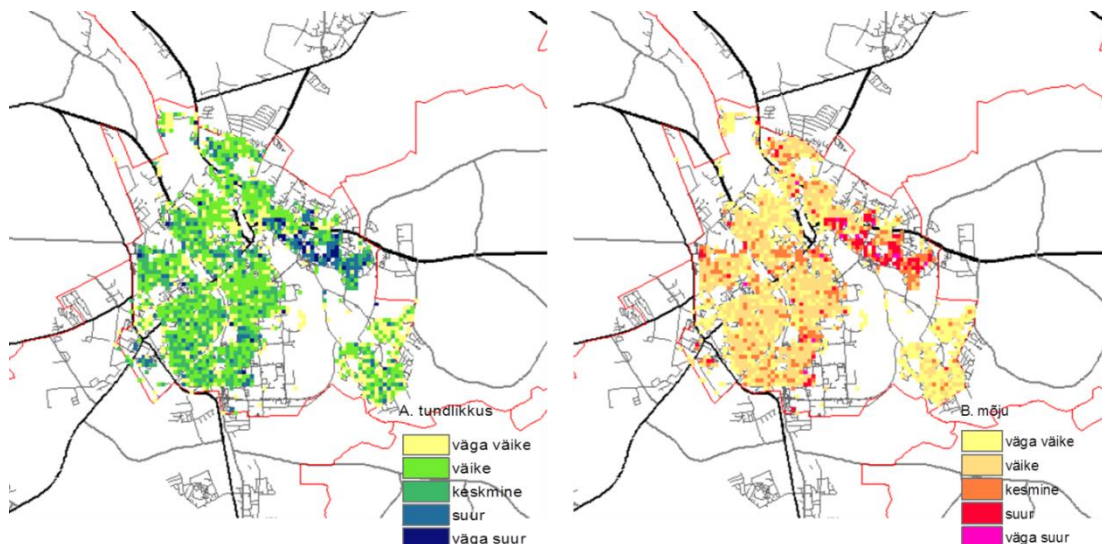
Joonis 3.4.3.5. (B) Tundlikkus soojussaare efekti suhtes Pärnus, vanusegrupp 0-4



Joonis 3.4.3.5. (C) Tundlikkus soojussaare efekti suhtes (vanusegrupid kokku) ja mõju Pärnus, 25. juuli 2014

Soojussaare efekti analüüs Pärnu linnas (Joonis 3.4.3.5) näitab, et see on valdavalt väike kuni keskmine, välja arvatud Mai tänava korruselamute rajoonis, kus mõju on kõige suurem riskigrupi elanike kõrgema kontsentratsiooni tõttu. Suurema mõjuga üksikud hoonerühmad asuvad ka Rannarajoonis ja Vana-Pärnus.

3. augusti pilt Tartu kohta on üsna rahulik (Joonis 3.4.3.6), ootusepäraselt on suurema mõjuga Annelinna linnaosa oma korruselamutega. Siin on mõlemad, nii temperatuur kui riskigruppide esindajate kontsentratsioon ja suhteline osakaal, suuremad kui mujal linnas.

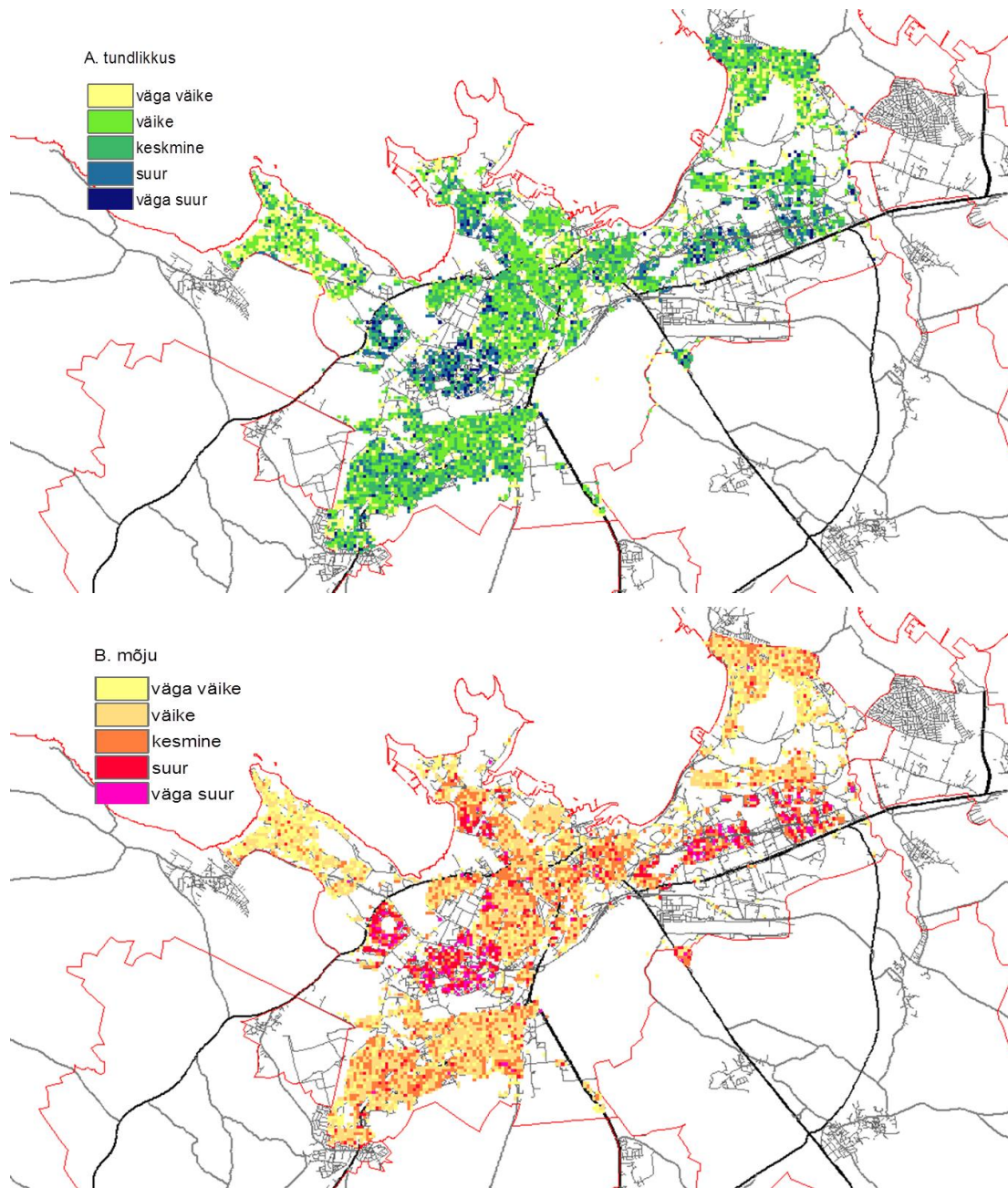


Joonis 3.4.3.6. Tundlikkus soojussaare efekti suhtes (vanusegrupid kokku) ja mõju Tartus, 3. august 2014

Seevastu Tallinnas oli 25. juuli kuumalaine mõju korruselamute piirkondades valdavalt suur kuni väga suur, hõlmates Lasnamäge, Õismäed, Mustamäed ja Pelguranna piirkonda (Joonis 3.4.3.7). Suurema pindalaga ja kõrgema hoonestusega alad võimendavad siin lokaalse temperatuuri tõusu koguni 20 kraadi võrra, võrreldes

ilmajaamas mõõdetud õhutemperatuuriga. Samuti on nendes asumites elanike tihedus suurem kui Pärnu ja Tartu paneelmajaasumites.

Üks analüüsi puudusi on see, et mõju elanikele vaadeldi üksnes nende elukohaga seoses ning ostukestuste, tööstuse ja transpordi poolt hõivatud suured alad oma ekstreemsete temperatuuridega jäid analüüsist välja. Vaatamata sellele, et valitud riskigruppide esindajad on linnaruumis vähemmobiilsed, ei tähenda see seda, et linnaplaneerimise meetmed peavad piirduma elamualadega. Inimesed satuvad töö ja argitoimetuste tõttu pidevalt elamualadest väljapoole. Samas on multifunktsionaalne Tallinna Kesklinn elurajoonide järel järgmine riskipiirkond, kus kuumalaine ja soojussaare efekt avaldavad suurt mõju.



Joonis 3.4.3.7. Tundlikkus (A) soojussaare efekti suhtes (vanusegrupid kokku) ja (B) mõju Tallinnas 25. juulil 2014

Reeglina hinnatakse piirkonna haavatavust liites kliima mõju kohalikule kohanemisvõimekusele. Kohanemisvõimekus on aga inimeste teadlikkuse, hariduse, jõukuse ja vaesuse summaarne näitaja ning seda hinnatakse erinevate statistiliste näitajate ja indeksite abil, nagu näiteks SKT elaniku kohta ja GINI koefitsient. Need statistilised näitajad on saadavad omavalitsuste ja maakonna tasemel, kuid harva väljendatavad omavalitsusest detailsemal ruumilisel tasemel, näiteks linnaosa või asumi lõikes. Küll aga saab kohanemisvõimekust ja seeläbi haavatavust võrrelda linnade vahel (Tabel 3.4.3.1). Linnaaladel, kus mõju on keskmine, kasvab haavatavus

kohanemisvõimekuse langusega¹⁷. Seega võib suurema kohanemisvõimekusega linnas (linnaosas) haavatavus olla väiksem või sarnane sellele, mis on väiksema mõju ja väiksema kohanemisvõimekusega asulas või linnas.

Tabel 3.4.3.1. Haavatavuse määramise näide

Linn	Mõju	Kohanemisvõimekus (summaarne 0–4 ja 65+ riskigrupid)*	Haavatavus
Tallinn	0,5 – keskmine	0,479 – suur	0,2395
Tartu	0,5 – keskmine	0,627 – keskmine	0,3135
Pärnu	0,5 – keskmine	0,684 – väike	0,3420
Tallinn	0,7 – suur	0,479 – suur	0,3353
Tartu	0,5 – keskmine	0,627 – keskmine	0,3135
Pärnu	0,3 – väike	0,684 – väike	0,2052

*Mida suurem on number, seda väiksem on kohanemisvõimekus ja suurem haavatavus. Arvutused Tanel Tamm (2015).

Mõjud tulevikus – kuumalaine sagedus suureneb. Mida saab kuumalainete kohta öelda tulevikukliima seisukohalt? Tehes lihtsa statistilise tehte ja liites normkliima andmetele (periood 1971–2000) modelleeritud temperatuuritõusu, saab summeerida kuumapäevad (Tabel 3.4.3.2). 21. sajandi keskpaigaks sageduvad need rohkem kui kaks korda. Sajandi lõpus võib olla aastas päevi, kus temperatuur ööpäevas tõuseb üle +27 °C, kuni üks kuu ja arvestades veel standardhälvet, võib mõnel aastal esineda kuumapäevi summaarselt üle kahe kuu.

Tabel 3.4.3.2. Üle +27 °C päevade arv. Arvutused Mait Sepp (2015)

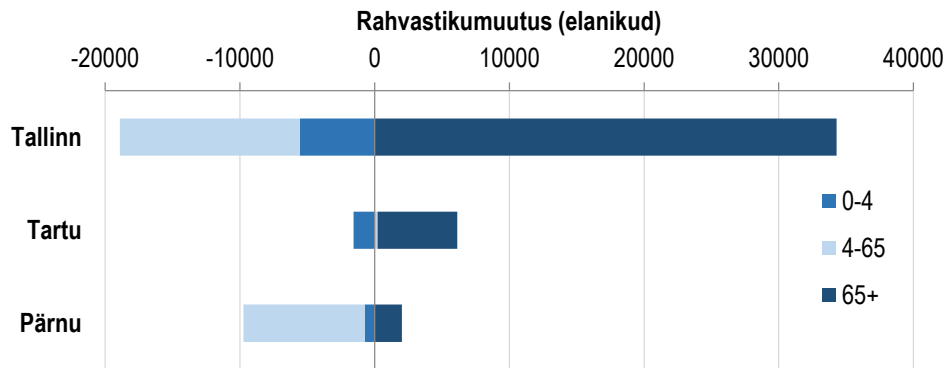
Piirkond, ilmajaam	Normkliima 1971–2000	RCP4.5 2040–2070	RCP8.5 2040–2070	RCP4.5 2070–2100	RCP8.5 2070–2100
Lääne-Eesti					
Tallinn/Harku	4.8	11.0	13.8	14.1	22.7
Lääne-Nigula	7.4	15.2	18.2	19.1	28.9
Pärnu	6.7	13.6	16.9	17.5	27.1
Ida Eesti					
Jõhvi	5.6	11.2	14.7	15.5	26.1
Tartu	8.7	17.3	21.2	22.6	34.9
Võru	11.0	20.7	24.7	25.9	38.9
Kesk Eesti					
Türi	8.7	17.7	20.6	20.6	32.4

Linnastumine ja rahvastiku vananemine. Linnastumine ja rahvastiku vananemine on kaks tegurit, mis suurendavad kuumalainete ja soojusaarte mõju tulevikus. Statistikaamet on koostanud rahvastikuprognooosi aastani 2040¹⁸, mille järgi kasvab elanike arv Tallinnas ja Tartus, kuid teistes Eesti linnades elanike arv hoopis väheneb. Võttes arvesse Pärnu tervise- ja puhkuselinna staatust, võib oletada, et soojemate ja pikemate suvede tõttu kasvab suviti Pärnu külastajate arv märgatavalt ning suvitajad jäävad Pärnusse ka pikemaks ajaks. Püsielanike rahvastikustruktuuri vaadates aga selgub, et kõikides linnades kasvab vanemaaliste arv, Tallinnas näiteks 34 000 võrra (Joonis 3.4.3.8), 17%-lt 2014. aastal kuni 25%-ni 2040. aastal. Seega suureneb

¹⁷ Mida suurem on number, seda väiksem on kohanemisvõimekus ja suurem haavatavus. Arvutused Tanel Tamm (2015).

¹⁸ [Statistikaameti rahvastikuprognooosi aastani 2040](#)

linnade tundlikkus erakordse sooja ilma suhtes vaatamata sellele, kas linn kasvab või mitte, ja seda juba lähema 25 aasta jooksul.



Joonis 3.4.3.8. Rahvastiku vananemine linnades: muutused elanike arvus perioodil 2014–2040 vanusegrupi järgi (Statistikaameti rahvastikuprognosis aastani 2040¹⁸)

Kokkuvõtteks võib öelda, et kui tänapäeval võime hinnata (Tabel 3.4.6.1) kuumalainete ja soojusaarte efekti mõju meie linnadele väike, nende sagedust väga madalaks ja mõju ala piirdub üksnes suuremate linnadega, siis juba 2030. aastaks see mõju linnade tundlikkuse kasvu ehk linnastumise ja rahvastiku vananemise tõttu kasvab ja avaldub tõenäoliselt ka väiksemates linnades. Sajandi keskel lisandub demograafiliste protsesside kõrvale arvestatav soojade ilmade sagenemine ning sajandi lõpus on võimalik, et need ilmad muutuvad uueks normiks.

Rakendatud meetmed

Planeerimisseadus, looduskaitse seadus, keskkonnamõju hindamise ja keskkonnanjuhtimissüsteemi seadus, veeseadus, töötervishoiu ja tööohutuse seadus ning ehitusseadus võimaldavad planeeringute koostamisel kuumalainetega kaasnevaid riske ennetada ja leevendada. Keskkonnamõju strateegiline hindamine peab muuhulgas sisaldama hinnangut kliimamuutustele. Olemasolevate õigusaktide täiendamiseks võib teatav vajadus tekkida, kuid võtmeks on siiski õigusaktide tegelik rakendamine ja halduslahendused.

Linnade soojasaare efekti on võimalik ennetada ja leevendada ka üldplaneeringutes maakasutus- ja ehitustingimuste seadmise abil. Kuumalainete mõju aitab leevendada haljastuse ja veealade suurem osakaal linnades ja nende selge määratlemine planeeringutes (peamiselt rohevõrgustiku teemaplaneeringutes ja üldplaneeringutes), eelkõige varju pakkuva kõrghaljastuse olemasolu või selle kavandamine läbi planeeringute või haljastusprojektide. Kõik üldplaneeringud, mis on koostatud ja kehtestatud pärast 2003. aastat, sisaldavad ka roheline võrgustiku teemat, mille raames traditsiooniliselt kajastatakse linna rohealasad ning nendega seonduvaid tingimusi – võrgustiku sidusust, haljastuse osakaalu, olemasolevaid ja kavandatavaid haljasalasad jne, kuid nende olulisust kliimamuutustega kohanemisel ei ole seni rõhutatud.

Linnade soojusaarte efekti leevendamisel tuleb tagada hea õhuliikuvus linnaruumis, võttes seda arvesse hoonestuse (maksimaalne täisehitatus) ja rohealade planeerimisel. Lisaks tuleb arvestada hoonestuse kõrguse ja fassaadimaterjalidega ning kasutatavate värvitoonidega. Hoonete sisekliima tagab eelkõige hea isolatsioon, aga ka

jahutussüsteemide olemasolu. Hiljutised kuumad suved on hoogustanud jahutussüsteemide väljaehitamist. Uusehitistele rakendatakse järjest tõhusamaid energianõudeid, kuid samas tegeletakse ka vana hoonestusega. Alates 2010. aastast on läbi Kredexi korterelamute rekonstrueerimistoetuste kliimakindlamaks muudetud ca 500 kortermaja (Kredex, 2014). See kõik loob võimaluse kulutõhusalt siduda leevendamise- ja kohanemismeetmeid.

Kuumalainete leevendamine ja nendega kohanemine Tartu ja Pärnu linnade üldplaneeringutes

Tartu linna üldplaneeringus pööratakse teiste linnade üldplaneeringutega võrreldes erandlikult tähelepanu linna mikrokliimale, kus mikrokliima parendamise meetmena nimetatakse veekogude ja haljastuse olemasolu ning nende säilitamist. Seevastu kliimamuutustega neid otseselt ei seostata (Tartu Linnavolikogu, 2005, lk 37, 40).

Koostatavas Pärnu linna üldplaneeringus moodustab eraldi peatüki teema rohestruktuur ja puhkealad (Pärnu Linnavalitsus, 2014, lk 136–144). Haljastusega seonduvat käsitletakse üldplaneeringut läbivalt, st enamike juhtotstarvete lõikes on seatud haljastuse põhimõtted (haljastuse osakaal, liik vms). Ptk-is 9.2 sätestatakse põhimõttena, et kaubanduskeskuste maapealsed parklad tuleb haljastusega liigendada.

3.4.4. Ruumiline planeerimine kliimakohanemise meetmena

Kliimamuutuste mõjud on äärmiselt mitmeplaasilised ning puudutavad kõiki linnakeskkonna komponente, võimendavad olemasolevaid ja tekitavad uusi, keerukaid väljakutseid, mille lahendamist on vaja juba täna ette näha – planeerida (Giddens, 2009). Ehitatud keskkonna eluiga on tavaliselt 40–100 aastat ja selle rajamine nõuab suuri investeeringuid. Seega on väga oluline, et linnakeskkonna planeerimisel, disainimisel ja ehitamisel arvestataks võimalikku tulevikukliimat juba täna. Kuna ehitatud keskkond uueneb Euroopas kiirusega alla 1% aastas, ehk poole sajandiga uueneb elamufondist umbes kolmandik (Usanov *et al.*, 2013), on olemasoleva hoonestuse ja taristu kliimakindlamaks muutmine märksa suurem väljakutse. Kohanemismeetmete rakendamine juba olemasolevasse linnakeskkonda võib osutada keerukaks, kuna see sõltub vaadeldava ala kompleksisusest, mida iseloomustavad erinevad ehitatud keskkonna karakteristikud, omandisuhted, maakate, mullareostus, maa-aluse ja maapealse taristu paiknemine ning mitmed sotsiaal-majanduslikud tegurid (Bastien *et al.*, 2010; Sauerwein, 2011; Fryd *et al.*, 2013). Mida komplekssem on ala, seda raskem on kohaldada erinevaid kohanemismeetmeid. Näiteks omandisuhete tõttu on rohelisi ja siniseid meetmeid eramaal raskem kohaldada kui munitsipaalmaal.

Ruumiline planeerimine planeerimisseaduse tähenduses on demokraatlik, erinevate elualade arengukavasid koordineeriv ja integreeriv, funktsionaalne, pikaajaline ruumilise arengu kavandamine, mis tasakaalustatult arvestab majandusliku, sotsiaalse ja kultuurilise keskkonna ning looduskeskkonna arengu pikaajalisi suundumusi ja vajadusi (Planeerimisseadus, 2003). Ruumiline planeerimine on kliimakohastumisel muutumas üha olulisemaks vahendiks, mis võimaldab terviklikumalt, holistiliselt ja pikemas perspektiivis kliimamuutuse riskidele läheneda, kujundades välja konkreetseid leevendamise ning kohanemise strateegiaid ja meetmeid (Giddens, 2009).

Ruumilise planeerimise olulisust kliimamuutustega kohanemisel EL-is rõhutasid esimeste seas EL-i valge raamat „Kliimamuutustega kohanemine: Euroopa tegevusraamistik“ (KOM, 2009) ja EL-i territoriaalne tegevuskava 2020 (2011), kus kirjeldatakse eri territooriumide kohanemisstrateegiate vajalikkust

ühtekuuluvuspoliitika jõulisemaks muutmisel. Vastavasisulised eesmärgid liikmesriikidele on konkreetselt seadnud Euroopa Komisjoni kliimamuutustega kohanemise strateegia (COM 216, 2013), mille tegevus 2 rõhutab kliimamuutustega kohanemise olulisust eriti haavatava valdkonnana teiste seas linnade ruumistruktuuri, maakasutuse planeerimist ja looduslike ressursside majandamist. Lisaks edendab Euroopa Komisjon kliimamuutustega kohanemist just linnade tasandil pilootprojektiga „Adapteerumise strateegiad Euroopa linnades“ (Ricardo-AEA, 2013), mille tegevusi arendatakse koordineerituna teiste EL-i poliitikatega. Sealjuures järgitakse ka kliimamuutustega kohanemise strateegia tegevuse 3 initsiatiivi „Linnapeade pakt“, kus juba üle 95 Euroopa linnalise omavalitsuse on vabatahtlikult võtnud endale ülesandeks parandada linna kui elukeskkonna kvaliteeti, järgides EL-i kliima ja energiaeesmärke (Mayors Adapt, 2014). Eesti linnad ennast kirja pannud veel ei ole.

Linnade juhtivat rolli kliimamuutuste mõjudega kohanemisel ja selle valdkonna aktuaalsust kinnitavad ka sellealased uuringud (EEA, 2012; Ricardo-AEA, 2013; Revi *et al.*, 2014), mille arv kasvab suure kiirusega (Albers & Bosch, 2015). Erinevate Euroopa ametkondade poolt tellitud uuringud on integreerinud laiad teadmised probleemidest, mis kliimakohanemisega Euroopa linnades kaasnevad (EEA, 2010; Schauser *et al.*, 2010; Rosenzweig *et al.*, 2011; EEA, 2012; Ricardo-AEA, 2013). Täpsemad teadmised kohalikul tasandil toimuvast on siiski veel väga piiratud (Ricardo-AEA, 2013). Seetõttu on kasvamas nõudlus kliimamuutuste mõjude, nende leevendamise- ja kohanemisalaste teadmiste järele just kohalikul tasandil, mida kinnitab ka Euroopa Keskkonnaagentuuri uuringu küsitluse tulemus, kus 17st vastanud riigist pidas linnaplaneerimist kliimamuutuste mõjudega kohanemisel prioriteetseks kaheksa (EEA, 2014). Suuresti just tänu puudulikele teadmistele on kohanemisvõimekus ligi 90% Euroopa linnadest lähima 10 aasta perspektiivis veel väga madal ning rohkem kui kolm neljandikku Euroopa linnadest ei ole käesolevaks hetkeks midagi ette võtnud, et end kliimamuutusteks ette valmistada (Ricardo-AEA, 2013).

Siiamaani on Eesti riiklikes ning linnade arengu- ja planeerimisdokumentides kliimamuutustega kohanemise temaatikat käsitletud väga põgusalt ning vastavad poliitikad on alles formuleerimisel (EEA, 2014). Eri haldustasanditel juba tasapisi teadvustatakse, et strateegiline ning pikaajalisem lähenemine kliimamuutustega arvestamisel ning leevendamise- ja kohanemismeetmete väljatöötamisel on linnade arengu planeerimisel möödapääsmatu. Kõige selgemalt ja mitmeplaanisemalt on riiklikul tasandil kliimamuutustega kohanemise küsimusi ja meetmeid seni käsitletud ühtekuuluvuspoliitika fondide rakenduskavas aastateks 2014–2020 (Rahandusministeerium, 2014), mis oma prioriteetsetes suundades toob välja jätkusuutliku linnapiirkondade arengu, roheline infrastruktuuri ja hädaolukordadeks valmisoleku suurendamise, mille üheks temaatiliseks eesmärgiks ja investeerimisprioriteediks on kliimamuutustega kohanemise, riskiennetamise ja -juhtimise edendamine ning kliimamuutuste leevendamiseks ja nendega kohanemiseks ettenähtud meetmed.

Ruumilise planeerimise puhul tuleb silmas pidada asjaolu, et tegemist on erinevate valdkondade integreerimisega ruumis. Planeeringutes käsitletakse transpordi, energeetika, rekreatsiooni, elamuehituse jms seonduvaid teemasid. Nimetatud valdkondade kliimamuutustega seonduvaid eesmärke tuleb arvestada ka planeeringute koostamisel, nt ühistranspordi, taastuvenergeetika eelistamisel.

Eesti planeerimissüsteemis on neli planeeringuliiki – riigi tasandil üleriigiline ja maakonnaplaneering ning kohaliku omavalitsuse tasandil üldplaneering ja detailplaneering. Planeerimissüsteem on hierarhiline – üldisemates planeeringutes sätestatud tuleb arvestada detailsemate planeeringute koostamisel. Detailsemate planeeringutega on omakorda võimalik teha ettepanekuid üldisemate planeeringute muutmiseks (v.a üleriigiline planeering).

Olulisemaks riigi tasandil ruumilist arengut suunavaks dokumendiks on üleriigiline planeering „Eesti 2030+“, mis on kehtestatud Vabariigi Valitsuse 30.08.2012 korraldusega nr 368. Üleriigilises planeeringus „Eesti 2030+“ käsitletakse kliimamuutust olulisemate ruumilise mõjuga üleilmsete suundumuste kontekstis planeeringu sissejuhatavas osas, ptk-is 1.1 ja 1.3 (Eesti 2030+, 2012). Kliimamuutust nimetatakse ptk-is 5.4, kus eesmärgiks on seatud soovimatu mõju vältimine kliimale, suurendades taastuenergia osakaalu (Eesti 2030+, 2012, lk 44). Samuti ptk-is 6, mille kohaselt rohetaristu võimaldab liikidel rännata ja kliimamuutustega kohaneda, andes ühtlasi elutähtsa panuse kliimamuutuse looduslikku leevendamisse ja sellega kohanemisse (Eesti 2030+, 2012, lk 46).

Üldiseid kliimamuutustega kohanemise eesmärgi saab seada maakonnaplaneeringuga. Seejuures tuleb arvestada asjaoluga, et uute maakonnaplaneeringute järelevalvesse esitamise tähtaeg on 2015. aasta lõpp. Siseministeeriumi poolt koostatud maakonnaplaneeringu lähteülesandes¹⁹ ei ole eraldi nimetatud kliimamuutuse või sellega kohanemise meetmete kajastamise vajadust maakonnaplaneeringutes, kuid lähteülesande kohaselt tuleb kaaluda üleujutusriskiga aladele asustusala planeerimise vältimist.

Peamine planeeringu liik ja instrument kliimakohanemisel on üldplaneering, millest lähtutakse omakorda detailplaneeringute koostamisel või ehitiste projekteerimistingimuste väljastamisel. Suuremate linnade puhul võiks sobivaks planeeringuks olla linnaosa üldplaneering. Üldplaneeringute koostamisel kliimamuutustega või selle kohanemisega seonduvat üldreeglina ei kajastata. Vaatamata sellele käsitletakse üldplaneeringutes üleujutusala ja ehituskeeluvööndi temaatikat, mis tuleneb looduskaitsealadest. Pärast 2005. aasta jaanuarikuu tormi kaardistasid mitmed omavalitsused, sh linnad, tormikahjustusi ning üldplaneeringute koostamisel on üleujutusriskidega arvestatud eelkõige merega piirnevates omavalitsustes.

Kõige vähem käsitletakse kliimamuutuste teemat detailplaneeringutes. See on ka mõistetav, sest planeeringuala, millele detailplaneeringut koostatakse, on tavaliselt väike. Detailplaneeringute koostamisel kipuvad sageli hänguma ka üldisemate planeeringutega seatud strateegilised eesmärgid. Seega kaob detailplaneeringute koostamisel laiem käsitlus nii territooriumist kui ka ruumilise arengu eesmärkidest. Kahjuks esitatakse ehituskeeluvööndi vähendamise taotlusi peamiselt just detailplaneeringutega (

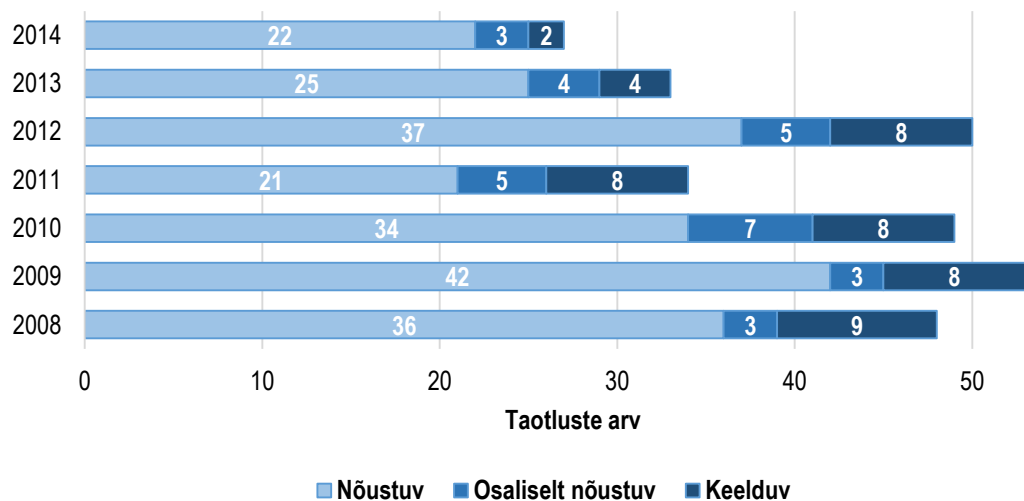
Tabel 3.4.4.1). Siin tuleb arvestada ka asjaolu, kas tegemist on taotluse esitamisega hoone või tehnilise infrastruktuuri rajamiseks. Võib esineda juhtumeid, kus taotlus ei esitata mitte hoone vaid rajatise kavandamiseks (teed, linnuvaatlustorn jne).

¹⁹ Vabariigi Valitsuse 18.07.2013 korralduse nr 337 punkti 5 juurde kuuluvad [lähteseisukohad maakonnaplaneeringute koostamiseks](#).

Tabel 3.4.4.1. Ehituskeeluvööndi vähendamise taotlusi üldplaneeringutega ning alevite ja linnade ehituskeeluvööndi vähendamise taotlusi (üld- ja detailplaneeringutega*) 2009–2014 (Keskkonnaameti andmete põhjal)

Aasta	Üldplaneeringuga ehituskeeluvööndi vähendamise taotlusi	Alevites ja linnades ehituskeeluvööndi vähendamise taotlusi*
2014	1	5
2013	3	8
2012	1	10
2011	5	7
2010	6	8
2009	0	9

Ehituskeeluvööndi vähendamise taotluste esitamine on üldiselt ajas vähenenud (Joonis 3.4.4.1). Keskkonnaameti hinnangul on selle üheks põhjuseks parem koostöö ametiga planeeringu koostamise etapis. Sageli jõutakse protsessi käigus lahenduseni, mis randa ja kallast ei kahjusta või otsustatakse kavandada ehitised väljapoole ehituskeeluvööndit.



Joonis 3.4.4.1. Ehituskeeluvööndi vähendamise taotluste arv ajavahemikul 2008–2014 ning Keskkonnaameti poolt tehtud otsused taotlustega nõustumisel/osaliselt nõustumisel või keeldumisel/osaliselt keeldumisel (Keskkonnaameti andmete põhjal)

Õigusaktid

Mitmed õigusaktid (nt planeerimisseadus, looduskaitseadus, keskkonnamõju hindamise ja keskkonnajuhtimissüsteemi seadus, veeseadus) loovad raamistiku, mille alusel on võimalik planeeringute koostamisel kliimamuutustega kaasnevaid riske ennetada. Keskkonnamõju hindamise ja keskkonnajuhtimissüsteemi seaduse (KeHJS) kohaselt on üleriigilise, maakonna ja üldplaneeringu koostamisel kohustuslik läbi viia keskkonnamõju strateegiline hindamine (KSH), mille aruanne peab muuhulgas sisaldama hinnangut kliimamuutustele. Planeerimisseadus sätestab, et planeeringute koostamisel võetakse arvesse keskkonnamõju strateegilise hindamise ning hädaolukorra riskianalüüsi tulemusi. Viimane sisaldab omakorda ülejutustest

tuleneva riski hindamise nõuet. Detailplaneeringu koostamisel viiakse läbi KSH juhtudel, mis on määratud KeHJSis.

Looduskaitseeaduse (LKS) kohaselt on ranna või kalda kaitse eesmärk looduskosluste säilitamine, inimtegevusest lähtuva kahjuliku mõju piiramine, ranna või kalda eripära arvestava asustuse suunamine ning seal vaba liikumise ja juurdepääsu tagamine. Lisaks sellele täidab regulatsioon ka kliimamuutustest tulenevate negatiivsete mõjude leevendamise eesmärgi, vähendades üleujutustest tulenevaid riske ja kahjusid rannal ning kaldal.

LKS määrab rannal ja kaldal piirangu-, veekaitse- ja ehituskeeluvööndi. Samuti objektide loendi, millele ehituskeeluvöönd ei laiene. Ehituskeeluvööndit saab suurendada üldplaneeringuga ning vähendada üld- või detailplaneeringuga. Nõusoleku ehituskeeluvööndi vähendamiseks annab Keskkonnaamet. LKS kohaselt määratakse ka korduva üleujutusega ala piir mererannal üldplaneeringuga. Aleviku või küla tiheasustusala laiendamine ranna ja kalda piiranguvööndis ning olemasoleva tiheasustusala laiendamine rannal või kaldal toimub samuti kehtestatud üldplaneeringu alusel.

Uus planeerimisseadus kliimamuutuse riske ei nimeta ega sätesta

Uude planeerimisseadusesse (jõustub 01.07.2015) on integreeritud varem looduskaitseeaduses sätestatud, kuid otseselt kliimamuutustega seonduvaid regulatsioone seadus ei sätesta. Sarnaselt seni kehtinud seadusega tuleb ka jõustunud planeerimisseaduse kohaselt planeeringu koostamise korraldajal arvesse võtta planeeringute koostamisel riskianalüüsi tulemusi.

Edasised tegevused

Linnade kliimakohanemine kujutab endast väga laia süsteemi, mis hõlmab kõiki ühiskonnagruppe ja eluvaldkondi ning sõltub kliimamuutustealastest teadmistest, eri tasandite valitsuste, institutsioonide ja indiviidide kompetentsist ning võimekusest teadvustada riske ja võimalusi, hinnata valikuid, võtta vastu otsuseid, teha koostööd erinevate sidusrühmadega ning kohaldada need teadmised ja põhimõtted arengu- ja maakasutusplaanidesse, poliitikasse ja investeringutesse (Vale & Campanella, 2005; Bicknell *et al.*, 2009; Bulkeley, 2010; Romero-Lankao & Qin, 2011). Strateegiline kliimamuutustega kohanemise juhtimine on siinkohal hädavajalik, et levitada teadmisi, suunata ja toetada või ka vältida kohalikke algatusi, mobiliseerida vajalikke ressursse (sh struktuurifondid, erasektori investeringud), kohaldada maakasutus- ja ehitustingimusi, luues selleks vastavaid raamtingimusi, infrastruktuuri ning teenuseid (Revi *et al.*, 2014).

Seega sobivad õigusakte toetama pigem juhised, suunised ning pilootprojektid, mis abistavad planeeringu koostajaid kliimamuutustega kohanemisel nt maakasutus- ja ehitustingimuste seadmisel. Eelistada tuleks juhendmaterjale, mis on koostatud pilootprojektide või parema olemasoleva kogemuse baasil. Keskenduma peaks üld- ja detailplaneeringutele. Lisaks neile on vajalik koostata ka soovitusel, kuidas keskkonnamõju strateegilise hindamise raames hinnata kliimamuutuste mõju eri tasandi planeeringutes, kuna planeeringute eesmärk ning täpsusaste on planeeringuliikide lõikes erinev. Riskianalüüside koostamisel tuleks enam tähelepanu pöörata kohaliku tasandi riskianalüüsi koostamisele või anda soovitusel, kuidas seni suure üldistusastmega riskianalüüsi oleks kohaliku omavalitsuse tasandil võimalik mõistlikult kasutada.

Toetavaks tegevuseks on kohapõhiste uuringute koostamine (nt suuremate linnade mikrokliimat puudutavad uuringud).

Eestis on kliimateadlikkus võrreldes teiste Euroopa riikidega on Eestis kliimateadlikkus väga madal (TNS Opinion & Social, 2014), kohalikke uuringuid tehtud vähe ja üldine kliimateave on killustatud erinevate valdkondade, organisatsioonide ja asutuste vahel (Kets & Uustal, 2014). Seega on oluliseks tegevuseks ka teadlikkuse tõstmine kliimamuutustest ja selle mõjust tervikuna (sh olulise eristamine ebaolulisest). Selleks on vajalik välja töötada spetsiaalne koolitus eelkõige omavalitsuste planeeringuspetsialistidele, mis annaks teadmise, kuidas kliimamuutustega kohanemise meetmeid planeeringute koostamisel rakendada.

3.4.5. Uurimisvajadus

Eesti linnade haavatavus tulevikukliimas

Eeskätt vajavad teaduslikku analüüsi ja süüvimist kliimamuutuse mõjude ja riskide avaldumise kompleksed seosed ja mõjuahelad Eesti linnades. Ühtlasi seotaks uuringus olulisemate kliimariskide klimatoloogilised tegurid sotsiaalmajanduslike aspektide ning linnakorralduse ja haldussüsteemiga. Uuring võimaldaks hinnata ka seniste planeerimisotsuste kliimakindlust või kuidas linnaarengu otsused haavatavust suurendavad või kuidas lisada linnaehitusse kliimakindlaid ja -kohanevaid lahendusi. Senised kliimamuutuste mõjude üksikuuringud ja riskianalüüsid on läbi viidud enamasti valdkonna 'huvides' ega väljenda linnasüsteeme kui tervikut.

Soojussaare efekt Eestis, nüüdis- ja tulevikukliimas

Soojussaare efekti uurimises keskenduti selle peamisele komponendile – tehispindade omadusele absorbeerida päikesest saadud energiat ja emiteerida soojust. Uurimusi tuleb laiendada ka teistele faktoritele, eelkõige tehispindade veeärajuhtivusele ja maakasutusele ehk rohe- ja veealade osakaalule linnaruumis ning nende faktorite omavahelistele seostele ja jahutavale mõjule linnakeskkonnas.

Landsat 8 TIRS satelliitpiltide kasutamisel on probleemiks liiga pikk periood pildistamiste vahel – ühte ja sama kohta pildistab satelliit iga 16 päeva tagant. Seega ei pruugi lühiajalised ilmastikunähtused olla pildil jäädvustatud. Kuumalaine ja soojussaarte jälgimisel tuleb kasutada satelliitpilte erinevatelt sensoritelt, uusi ja arhiividest, keskendudes tulevikus EL-i ja ESA uusimale satelliitsüsteemile Sentinel.

Põhjalikumat uurimist vajab soojussaare efekti mõju linnaelanike tervisele ja tööjõu tootlikkusele, milleks on vaja detailsemat ja asukohaga seotud tervisestatistikat. Siin võivad olla kasulikud uuemad andmete kogunemise meetodid nagu sihtgruppide sesoonse- ja ööpäevamobiilsuse uuringud.

Teiste riikide kogemusi arvestades tuleb uurida soojade ilmade sagenemisest põhjustatud muutusi energiatarbimises, eelkõige lühenevat kütteperioodi ja energiakulu suurenemist ruumide jahutamiseks. Nende muutustega seotud väljakutsed linnaplaneerimisele peavad olema õigeaegselt arvesse võetud.

3.4.6. Mõjude üldistus

Peamised kliimamuutustega kaasnevad riskid avalduvad ja võimenduvad erakordsetele ilmastikunähtustele eksponeeritud linnades, kus inimeste elutegevus on

koondunud piiratud maa-aladele, millel on spetsiifiline maakasutus, ehitatud keskkond ja linnamaastik.

Kõige olulisemad kliimategurid (riskid), mis Eesti linnadele mõju avaldavad, on tormid, üleujutused ja kuumalained. Neist kõige suurema mõjuga on üleujutused, mis leiavad aset rannikul ohustades nelja linna ja kaheksat alevikku.

Eesti linnade haavatavus kliimamuutuste suhtes sõltub eelkõige rahvastikuprotsessidest, milleks on rahvastiku kahanemine ja vananemine, iibe langus, aga ka kasvav ruumiline polariseerumine, tallinnastumine ja Harjumaa tihenemine, eeslinnastumine, väikelinnade hääbumine, ääremaastumine ning ulatuslik väljaränne.

Kliimariskide sagenemine tulevikus on väga tõenäoline ning mitmete linnade haavatavus suureneb oluliselt seoses rahvastiku kiire kahanemisega.

Tabel 3.4.6.1. Kliimamuutuste mõjude linnades

Periood	Kliimarisik	Alavaldkond	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund + / 0 / -	Majanduslik mõju	Tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Kuni 2030 – Kehitb senine ilmastik	Ekstreemsed tormid	Tormid	Tuule purustav ja häiriv mõju tiheasustusaladel ja eelkõige elektritaristutel	-	keskmine	madal	otsene	Tiheasustusalad
	Üleujutused rannikutel	Üleujutused	Tormiajust põhjustatud veetaseme tõusust tingitud rannikualade üleujutused põhjustavad kahju hoonestusele ja taristule, häirivad majandustegevust	-	suur	madal	otsene	Lääneranniku linnad
	Üleujutused siseveekogudel	Üleujutused	Lammialade tiheasustusalade üleujuste tõenäosuse ja ulatuse vähenemine, kuid mitte kadumine	+/-	madal	madal	otsene	Lammialadele jäävad tiheasustusalad
	Paduvihmad	Üleujutused	Erakordsed sademed tekitavad üleujutusi tehiskeskkonnas, mis ei lase sademeveel infiltreeruda	-	väike	madal	otsene	Üleujutusriskiga tiheasustusalad
	Kuumalained	Kuumalained	Kuumalainete mõju võimendub suuremates linnades, tekitades lokaalseid kuumasaari	-	madal	madal	kaudne	Suuremad linnad
2030 – 2050 – RCP8.5	Ekstreemsed tormid	Tormid	Sagenevate tormide ja tugevneva tuule purustav ja majandustegevust häiriv mõju	-	suur	keskmine	otsene	Tiheasustusalad
	Üleujutused rannikutel	Üleujutused	Sagenevatest tormidest ja meretaseme tõusust tingituna üleujutused rannikuala linnades sagenevad ja üleujutusriskiga ala suureneb	-	suur	madal	otsene	Lääneranniku linnad
	Üleujutused siseveekogudel	Üleujutused	Lammialade tiheasustusalade üleujuste tõenäosuse ja ulatuse vähenemine, kuid mitte kadumine	+/-	keskmine	madal	otsene	Lammialadele jäävad tiheasustusalad
	Paduvihmad	Üleujutused	Erakordsed sademed tekitavad üleujutusi tehiskeskkonnas, mis ei lase sademeveel infiltreeruda	-	keskmine	madal	otsene	Üleujutusriskiga tiheasustusalad
	Kuumalained	Kuumalained	Kuumalainete mõju võimendub suuremates linnades, tekitades lokaalseid kuumasaari	-	keskmine	keskmine	kaudne	Suuremad linnad
2050–2100 – RCP8.5	Ekstreemsed tormid	Tormid	Sagenevate tormide ja tugevneva tuule purustav ja majandustegevust häiriv mõju	-	suur	keskmine	otsene	Tiheasustusalad
	Üleujutused rannikutel	Üleujutused	Sagenevatest tormidest ja meretaseme tõusust tingituna üleujutused rannikuala linnades sagenevad ja üleujutusriskiga ala suureneb	-	suur	madal	otsene	Lääneranniku linnad
	Üleujutused siseveekogudel	Üleujutused	Lammialade tiheasustusalade üleujuste tõenäosuse ja ulatuse vähenemine, kuid mitte kadumine	+/-	keskmine	madal	otsene	Lammialadele jäävad tiheasustusalad
	Paduvihmad	Üleujutused	Erakordsed sademed tekitavad üleujutusi tehiskeskkonnas, mis ei lase sademeveel infiltreeruda	-	keskmine	madal	otsene	Üleujutusriskiga tiheasustusalad
	Kuumalained	Kuumalained	Kuumalainete mõju võimendub suuremates linnades, tekitades lokaalseid kuumasaari	-	keskmine	keskmine	kaudne	Suuremad linnad

II Tervis ja päästevõimekus

3.5. Tervis

Ilm ja kliima mängivad inimeste tervises seisundi kujunemisel väga olulist rolli. Kliimamuutused mõjutavad tavapäraseid ilmastikutingimusi, millega me antud piirkonnas harjunud oleme. Kõrgemad temperatuurid suurendavad näiteks kuumapäevade ja kuumalainete arvu, mis omakorda viib kuumaga seotud haigestumiste ja surmade sagenemisele. Sagedasemate tormide tõttu suureneb üleujutuste ning suure tuulega seotud õnnetuste risk. Kõrgemad temperatuurid halvendavad ka õhukvaliteeti, suurendavad ultraviolettkiirguse hulka ning võivad forsseerida veega seotud probleeme. Sellised muutused kliimaatilistes tingimustes võivad omakorda viia vee, toidu või siirutajate kaudu levivate haiguste sagenemisele.

Peale selle sõltuvad kliimamuutuste tervisemõjud veel mitmetest teistest teguritest nagu tervisesüsteemide võimekus ja valmisolek, elanike tundlikkus ja ebavõrdsus, haavatavamate elanike (eakad, lapsed, kroonilised haiged jt) osakaal ning hoiatussüsteemide olemasolu ja tervisesüsteemide kohanemisvõime muutuva kliimaga.

Tervise alavaldkondade defineerimise aluseks on Euroopa Komisjoni töödokument: „Commission Staff Working Document. Adaptation to climate change impacts on human, animal and plant health“, SWD (2013) 136 final, Brüssel, 16.04.2013 (SWD 136, 2013).

Antud dokumendis pakutud alavaldkondade teemad vaadati Eesti ekspertide poolt kriitiliselt üle ning osad nendest pakutud teemadest grupeeriti ümber vastavalt Eesti jaoks olulistele prioriteetidele – samas ühtegi dokumendis välja pakutud teemat välja ei jäetud. Antud dokumendis välja toodud tundlike isikute teemat käsitletakse eraldi iga alapeatüki all, tuues välja riskigruppi kuuluvad enam ohustatud isikud.

Selle alusel on alavaldkondlik jaotus alljärgnev:

- 1) äärmuslikud ilmastikunähtused,**
- 2) õhukvaliteet ja allergiad,**
- 3) veega seotud probleemid,**
- 4) toiduohutus,**
- 5) siirutajate kaudu levivad haigused,**
- 6) ultraviolettkiirgus ja päikesevalgus,**
- 7) ebavõrdsus ja keskkonnamuutuste põhjustatud migratsioon.**

Järgnevalt võrreldi saadud jaotust naaberriikide kohanemisplaanides välja toodud terviseteemade alajaotusega. Selgus, et selline jaotus on detailsem kui näiteks jaotus Rootsis ja Soomes. Rootsis on tervise teemade all käsitletud äärmuslikke õhutemperatuure, halvenenud õhukvaliteeti, üleujutuste, tormide ja maalihetega seotud terviseriske ning nakkuste levikut (Rydell *et al.*, 2010). Soome eelmises, 2005. aastal koostatud kohanemiskavas ei ole tervist sisuliselt välja toodud. Uuema kava eelnõus (MMS, 2014) on tervis sees, kuid käesolevaks hetkeks ei ole see detailselt veel välja kirjutatud. Käsitletavatest teemadest on seal välja toodud õhutemperatuuride muutus, üleujutused ning riskid, mis on seotud siirutajate kaudu levivate haiguste leviku muutusega. Lisaks on Soome kohanemisplaanis märgitud vaimse

tervise riske, mis tulenevad suuremast pilvisusest ning lumikatte vähenemisest ehk siis riskidest, mis on seotud pikaajalise pimedaga ja sünge ilmaga. Kuna antud teema on oluline ka Eesti puhul, lisatakse sellekohane diskussioon ultraviolettkiirgust käsitleva alapeatüki alla.

Paralleelselt võrreldi antud jaotust ka Ühendkuningriigi jaotusega, millekohast teadmist saab pidada juhtivaks Euroopas (Vardoulakis & Heaviside, 2012). Selle alusel on Ühendkuningriigis tervise seisukohast olulisteks teemadeks järgnevad: temperatuuri mõjud, õhusaaste, aeroallergeenid, siseõhu saastatus, ultraviolettkiirgus, üleujutused, siirutajate kaudu levivad haigused ning vee ja toidu kaudu levivad haigused. Kõik eespool loetletud teemad on käsitletud ka käesolevas Eesti kohanemisplaani aluseks olevas ülevaates.

Iga teema all on välja toodud kontekst, ohud, riskid ja näited, uuritus Eestis, hinnang mõjudele Eestis ning käesoleval hetkel meetmed. KATI projekti kolmandas etapis kuni septembrini 2015 lõpetatakse täiendavad uuringud, hinnatakse kliimamuutuste majanduslikku mõju ning analüüsitakse täpsemalt meetmete toimivust ning antakse soovitusi nende parandamiseks, täiendamiseks ja uute meetmete lisamiseks.

Sellele järgnevalt analüüsitakse tervisesüsteemi ning selle potentsiaali vähendada kliimamuutuste tervisemõjusid. Lisaks antakse ülevaade elanike kliimamuutuste riskide tunnetamisest ja tajust, kokkupuutest äärmuslike ilmastikuoludega ning suhtumisest nendega seotud tervisemõjudesse.

3.5.1. Äärmuslikud ilmastikunähtused

Kliima pikaajalised muutused ja äärmuslikud ilmastikunähtused mõjutavad otseselt või kaudselt inimeste tervist. Otsene mõju avaldub suremuse ja haigestumuse (südame-veresoonkonna-, hingamis- ja ajuvereringe haigused, kuumastress, külmakahjustused) ja õnnetusjuhtumite (uppumised, liiklusõnnetused jt) sagenemises, kaudne mõju aga ökoloogiliste muutuste kaudu haiguste levimuse (eriti nakkushaiguste), elutingimuste ja -viisi muutustes. Tervisemõjusid võimendavad teisedki keskkonnas toimuvad muutused nagu õhu saastumine, keskkonna hapestumine, põuaperioodid, üleujutused vms. Kõik inimesed alluvad äärmuslikele ilmastikunähtustele, kuid tervisemõjud olenevad inimeste vastuvõtlikkusest, haavatavusest ja võimest toimunud muutustega kohaneda, aga ka sotsiaal-majanduslikest ja kultuurilistest tingimustest, sh haridustasemest ja terviseteenustest. Negatiivseid trende saab ennetada ja vähendada elanike teadlikkust tõstes, kohanemisvõimet suurendades ja vastavaid tervishoiu- ning teisi teenuseid arendades.

Kliimamuutuste prognoosid näitavad kliima üldist soojenemist, erakordselt kuumade suvede, sh kuumalainete sagenemist, pikenemist ja intensiivistumist ning seda ka nendes piirkondades, kus neid on varem harva esinenud. Erakordselt kuumaks peetakse sellist suve, mille kolme kuu keskmine õhutemperatuur on pikaajalisest suvekuude keskmisest temperatuurist kahe standardhälbe või enama võrra kõrgem, s.o $T \geq T_{\text{kesk}} + 2\delta$ (Twardosz & Kossowska-Cezak, 2013). Eestis on olnud selline suvi ainult 2010. aastal. Kui äärmuslikult kõrge õhutemperatuur püsib pikemat aega, siis nimetatakse vastavat perioodi kuumalaineks. Kuumalainete esinemise sagedus, kestus ja intensiivsus sõltub paikkonna geograafilisest asukohast. Kuumalaine kriteeriumid ei ole üheselt määratletud (Montero *et al.*, 2013).

Äärmuslikult kõrge õhutemperatuur suurendab suremust ja haigestumist, laiendab/muudab teatud nakkushaiguste leviala ning halvendab elutingimusi ja

heaolu. Kliima soojenedes need mõjud suurenevad ja sagenevad. Võrreldes 2000. aastaga prognoositakse Suurbritannias üldsoremuse tõusu 2020. aastaks 70%, 2050. aastaks 260% ja 2080. aastaks 540% (Vardoulakis & Heaviside, 2012).

Äärmuslike temperatuuride tervisemõjude prognoosimiseks on vaja teada künnistemperatuuri, s.o temperatuuri, millest alates tervisemõjud sagenevad. Uuringud on näidanud, et ööpäevase maksimaalse õhutemperatuuri tõustes 1 °C võrra jääb suremuse tõus olenevalt regioonist 1% ja 3% vahele. Näiteks Euroopa Vahemere linnades oli üldsoremuse tõus 3,12% (0,60–5,72%), mandriosa linnades 1,84% (0,06–3,64%). Künnistemperatuurid olid vastavalt 29,4 °C ja 23,3 °C (Basu, 2009). Suurbritannias oli tõus 2,1% (Vardoulakis & Heaviside, 2012).

Ent kuumalainete ajal on võrreldes kuuma suvega tervisemõju veel suurem. Näiteks Euroopas tõusis aastatel 1990–2002 ja 2004 esinenud kuumalainete ajal vanurite (65-aastased ja vanemad) suremus Vahemere linnades 21,8% (Milanos isegi 33,6%) ja mandriosa linnades 12,4% (Budapestis 21,1%). Kestva intensiivse kuumalaine mõju võib isegi kahekordistuda (D'ippoliti *et al.*, 2010). 2003. aasta erakordselt kuum suvi põhjustas 16 Euroopa riigis kokku 70 000 lisasurmajuhtu (Robine *et al.*, 2007). Tervisemõju oleneb kuumalaine kestusest, intensiivsusest ja ajastusest. Suve esimese kuumalaine mõju on suhteliselt suurem, järgnevate lainete mõjud omavahel oluliselt ei erine. Laine kestus avaldab suuremat mõju kui intensiivsus (D'ippoliti *et al.*, 2010).

Äärmuslike temperatuuride ebasoodsa tervisemõju kõige olulisemaks riskirühmaks on vanurid (65-aastased ja vanemad), kelle kohastumisvõime on vähenenud ja kontroll termoregulatsiooni üle langenud. Eelkõige on ohustatud linnade kortermajades elavad vanurid, kel puudub võimalus kas või osaliselt konditsioneeritud õhuga keskkonnas viibida. Peamisteks surmapõhjusteks on neil südame-veresoonkonna- (40–50%), hingamiseldundite (10%) ja peajuveresoonte haigused (10%) (D'ippoliti *et al.*, 2010). Sageneb haigete hospitaliseerimise vajadus (Åström *et al.*, 2013). Kuumadel suvepäevadel suureneb ka suremus välispõhjuste tõttu, näiteks uppumised, kukkumised, liiklusõnnetused vms.

Kõrgemate õhutemperatuuridega kaasnevad sageli põuaperioodid, mistõttu on raske eristada, kas tervisemõju tuleneb lühiajalisest kuumalainest või pikaajalisest põuast (kuumastress). Kuumale võib lisanduda metsapõlengute suits nagu see oli 2010. aasta ulatusliku Venemaa ja Ukraina kuumalaine puhul (Zvyagintsev *et al.*, 2011).

Külma ilma osas on uuritud peamiselt madala õhutemperatuuri seost üldsoremusega, mis tuleneb eelkõige hüpotermiast, respiratoor- ja kardio-vaskulaarhaigustest. Lisanduvad ka surmad vigastusest ja õnnetustest (libisemised, kukkumised, vingumürgistused, tuleõnnetused jt). Uuringud on näidanud, et võrreldes kuumaperioodidega on külmast tingitud summaarne tervisekaotus suurem, sest külmapäevi on märksa rohkem ja tervisemõjud avalduvad hilinemisega pikemaajaliselt (nihe e lag on nädalaid). Erinevus võib olla mitmekümnekordne, nt Inglismaal tuleb aastas 68,7 külma- ja 3,3 kuumasurmajuhtu 100 000 inimese kohta. Üldsoremus tõuseb Inglismaal 2,0 % võrra õhutemperatuuri 1 °C languse kohta alates külma künnistemperatuurist, mis Londonis on 13,2 °C ja Walesis 11,9 °C (Vardoulakis & Heaviside, 2012). Philadelphias on näiteks saadud külma künnistemperatuuriks -5 °C (Kalkstein & Valimont, 1987).

Kliima soojenedes muutuvad talved leebemaks (külmapäevade arv väheneb) ja seega võib oodata külmast tingitud liigsoremuse vähenemist. Inglismaal prognoositakse suremuse langust 9%, 26% ja 40% vastavalt aastateks 2020, 2050 ja 2080 (kui

rahvastiku arv oluliselt ei muutu). Samas see ei pruugi nii olla, kuna mõõtmisandmed viimase 60 aasta kohta (1951–2011) ei näita talvise suremuse vähenemist (Staddon *et al.*, 2014).

Äärmuslike ilmastikunähtustega nagu sademed ja üleujutused seotud terviseriskid on esitatud ptk. 3.5.3. „Veega seotud probleemid“ ning põuaga seotud metsatulekahjude mõju õhukvaliteedile ptk 3.5.2. „Õhukvaliteet ja allergiad“.

Uuritus Eestis

Eestis peetakse kuumalaine hädaolukorraks sellist erakordselt kuumat ilma, kus õhutemperatuur on kõrgem kui +30 °C kauem kui kaks päeva, mille tagajärjel võib sattuda ohtu inimese elu või tervise või mis võib tekitada kahju elutähtsatele teenustele (Terviseamet, 2011). Sellist olukorda on Eestis ajavahemikul 1961–2010 esinenud kümnel aastal (kokku 32 korral, neist 20 korda viimasel dekaadil). Meteoroloogid peavad inimese tervisele eriti ohtlikuks ööpäeva maksimaalse õhutemperatuuri püsimist +30 °C ja kõrgemal viie ja enama päeva vältel. Seda on Eestis ajavahemikul 1961–2014 ette tulnud vaid kolmel aastal (kokku 5 korral), kõik käesoleval sajandil (2003, 2006 ja 2010). Kui õhutemperatuur on kõrgem kui 30 °C üksikul või kahel järjestikul päeval, nimetatakse neid päevi kuumapäevadeks (Tarand jt, 2013). Järgnevalt tuuakse ülevaade 2010. Aasta kuumalaine tervisemõjudest, mida käesoleva projekti raames on põhjalikumalt analüüsitud.

0–4 ja 65+ vanuserühmade haavatavuse analüüs kuumapäevade suhtes

Kliimamuutuste ja nende mõju seisukohast on eriti oluline elanikkonna haavatavus. Kliimamuutuste kohanemismeetmetega oleks võimalik haavatavust vähendada, kuid eelnevalt on oluline teada saada, kus on Eestis haavatavus kõige suurem ning millised tegurid mõjutavad haavatavust kõige enam.

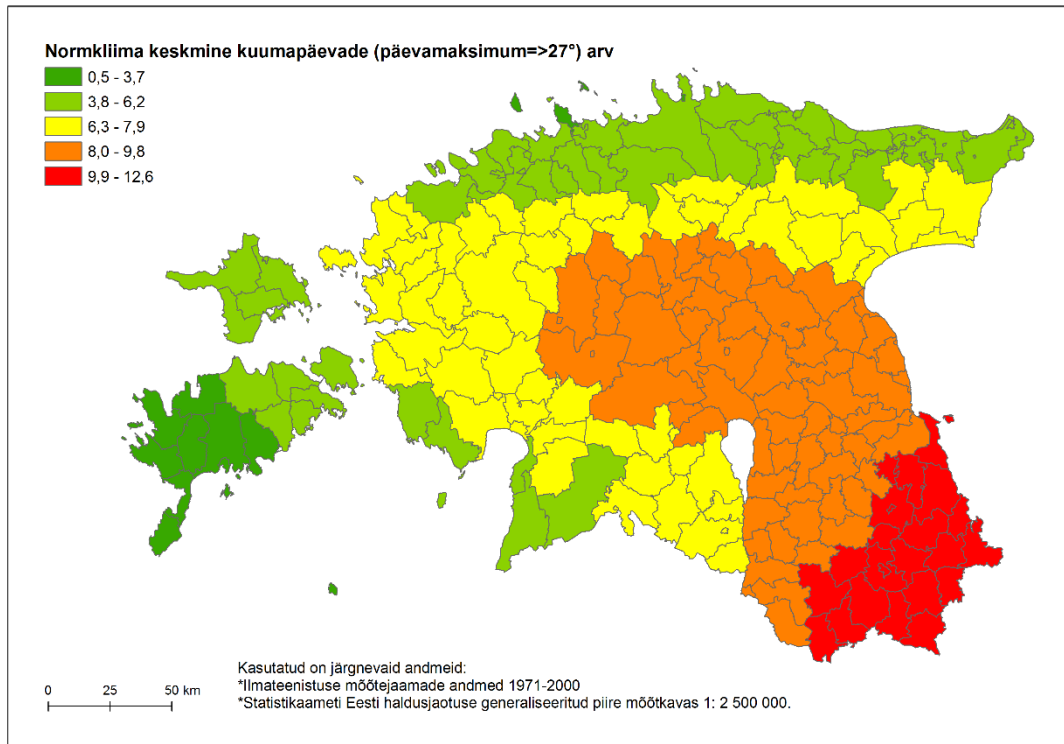
Inimtegevuse geograafilised arengusuunad mõjutavad oluliselt regionaalset haavatavust kliimamuutuste suhtes ning leevendamise-, ja kohanemisvõimekuse meetmete väljatöötamist (ESPON, 2011). Omavalitsuste ülese ruumilise planeerimisega on võimalik kliimamuutuste leevendamise ja kohanemisvõimekuse tõstmise meetmete kaudu inimtegevust suunata. Seejuures on oluline, et meetmed oleksid kohaspetsiifilised ja põhineksid parimal geograafilisel teabel, mis on hetkel kättesaadav. Järgnevalt on kirjeldatud Eesti omavalitsuste põhiste analüüsi 0-4 ja 65+ vanuserühmade haavatavuse määramiseks kuumapäevade suhtes.

Käesoleva haavatavuse analüüsi meetodilise raamistiku aluseks oli ESPON *Climate Change and Territorial Effects on Regions and Local Economies* teaduslik raport (ESPON, 2011; WHO, 2012). Analüüs viidi läbi omavalitsuste kaupa 01.01.2012 kehtinud seisul – kokku 226 omavalitsust. Täpsema ülevaate meetodikast on antud ESPON 2011. Järgnevalt on toodu analüüsi aluseks olnud andmestikud ning nende alusel loodud tulemandmestikud.

1. Eksponeeritus kliimateguritele.

- 1.1. Kliimategurite indikaatoriks võeti käesolevas analüüsis üle 27 kraadise (98-protsentiil) päevamaksimumiga päevade arv normkliima mõõtmiste (1971–2000) alusel kaheksas ilmajaamas: Jõhvi, Lääne-Nigula, Pärnu, Tallinn-Harku, Tartu-Tõravere, Türi, Võru, Vilsandi (Joonis 3.5.1.1). Selle alusel on selliseid päevi kõige enam Kagu-Eestis, kuid ka Ida-Eestis tervikuna. Samas

on selgesti näha ka mere jahutav mõju, sest rannikualadel on kuumapäevade arv olnud väiksem.

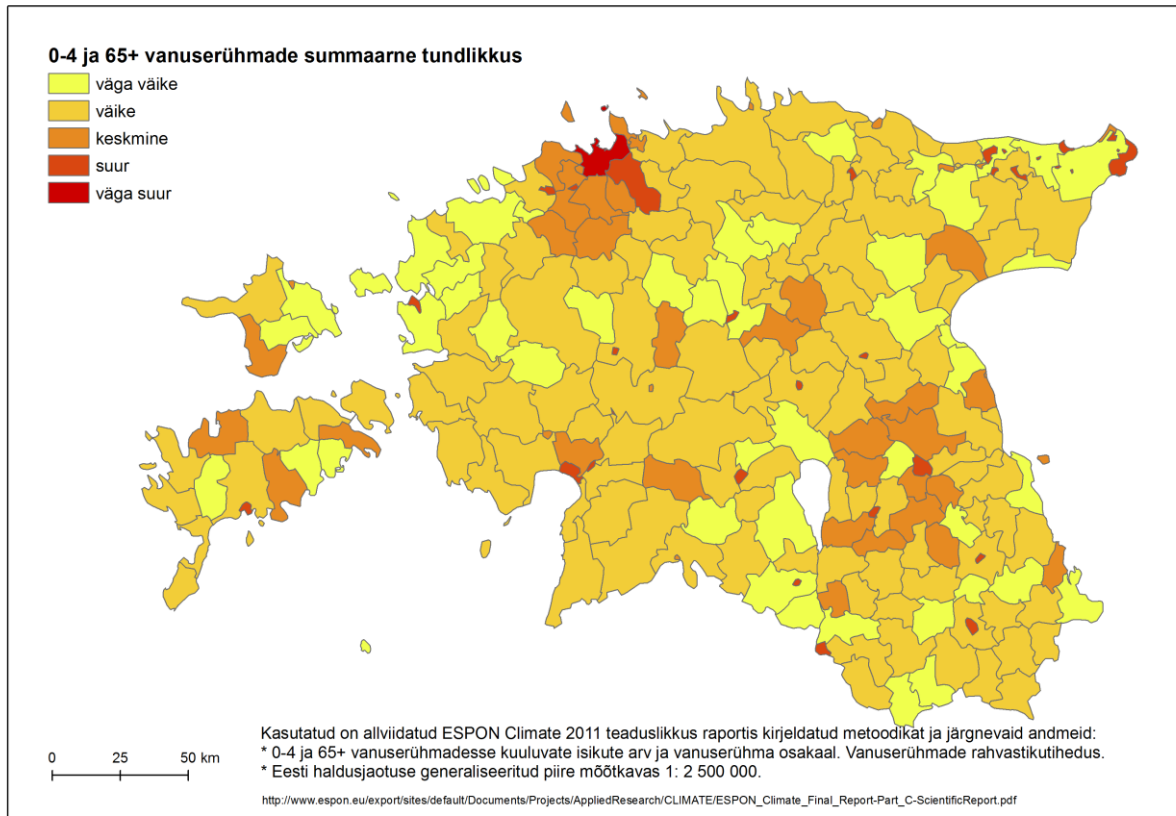


Joonis 3.5.1.1. Normkliima üle 27-kraadise päevamaksimumiga päevade arv aastas keskmiselt perioodil 1971–2000

1. Tundlikkus kliimateguritele

Järgnevalt selgitati välja elanikkonna tundlikkus kliimateguritele. Selleks leiti analüüsi esimeses faasis enam tundlike 0–4 ja 65+ vanusegruppide inimeste arv ja osakaal erinevates Eesti omavalitsustes ning vanusegruppide rahvastikutihedus (täpsemad kaardid on toodud lisa 3).

Imnes, et Summaarne tundlikkus on suurem linnades ja tihedalt asustatud omavalitsustes ning omavalitsustes, kus vanuserühm 0–4 ja/või 65+ moodustab olulise osa kogu rahvastikust (Joonis 3.5.1.2).

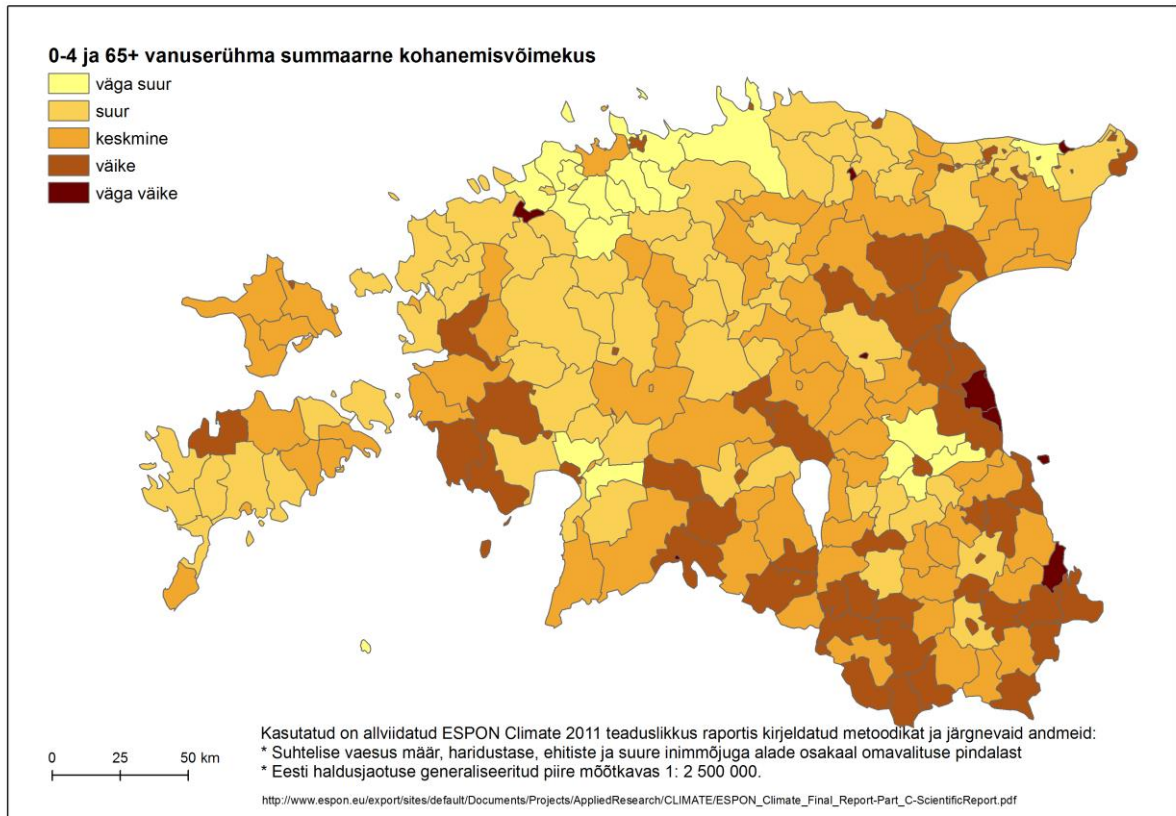


Joonis 3.5.1.2. Vanuserühmade 0–4 ja 65+ summaarne tundlikkus

1. Kohanemisvõimekus

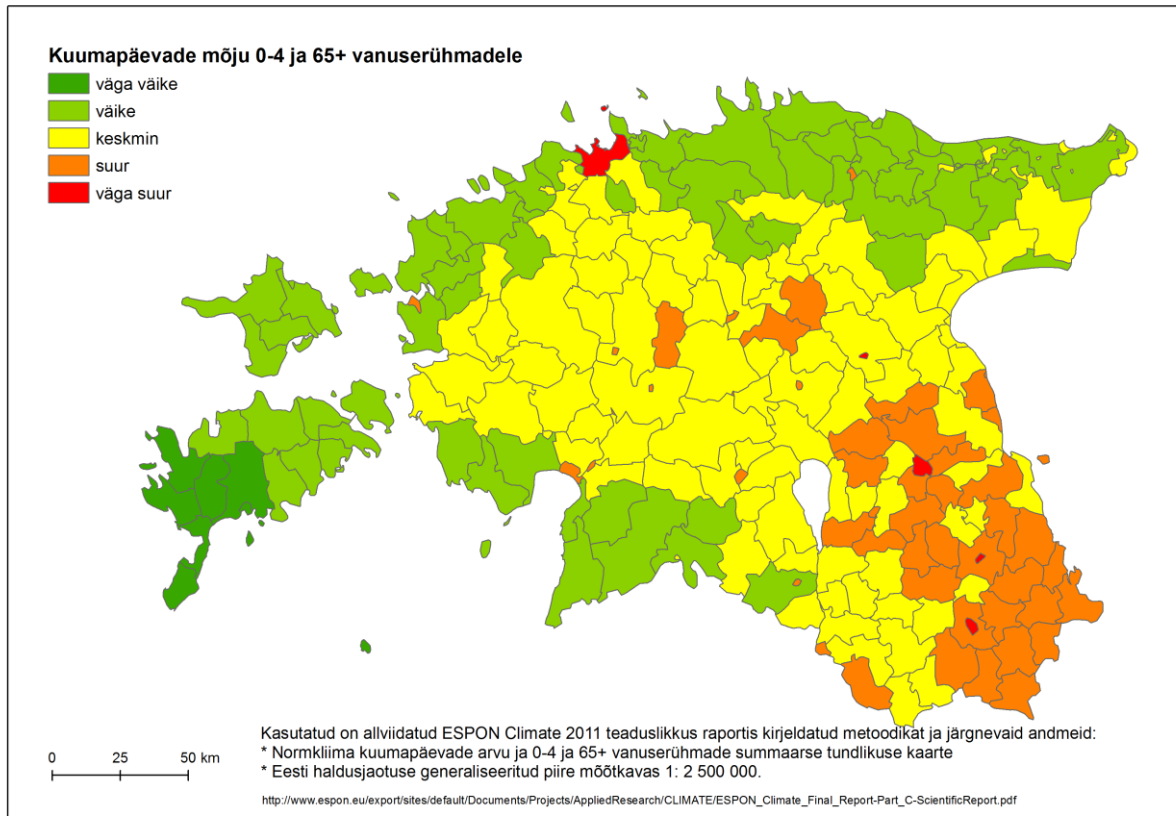
Järgnevalt selgitati välja erinevate omavalitsuste summaarne kohanemisvõimekus. Summaarne kohanemisvõimekus koosneb suhtelise vaesuse määrast, haridustasemest: kesk-, kesk-kutse ja kõrgharidusega isikute osakaal ning ehitiste ja tugeva inimõjuga alade osakaalust omavalitsuse pindalasse (täpsemad kaardid on toodud lisa 3).

Ilmnes, et kohanemisvõimekamad on omavalitsused, milles ehitiste ja suure inimõjuga alade osakaal kogupindalast ei ole suur, sest taimkattega alad aitavad kuumapäevade mõju leevendada (Joonis 3.5.1.3). Suurem on kohanemisvõimekus ka jõukates omavalitsustes, sest inimestel on parem ligipääs tehnilistele võimalustele kuuma leevendamiseks. Samuti mõjutab kohanemisvõimekust positiivselt kõrgem haridustase, sest haritumad inimesed teadvustavad enam kuumapäevade negatiivseid mõjusid ning panustavad enam tundlikke vanusegruppide kaitseks lahenduste otsimisele.



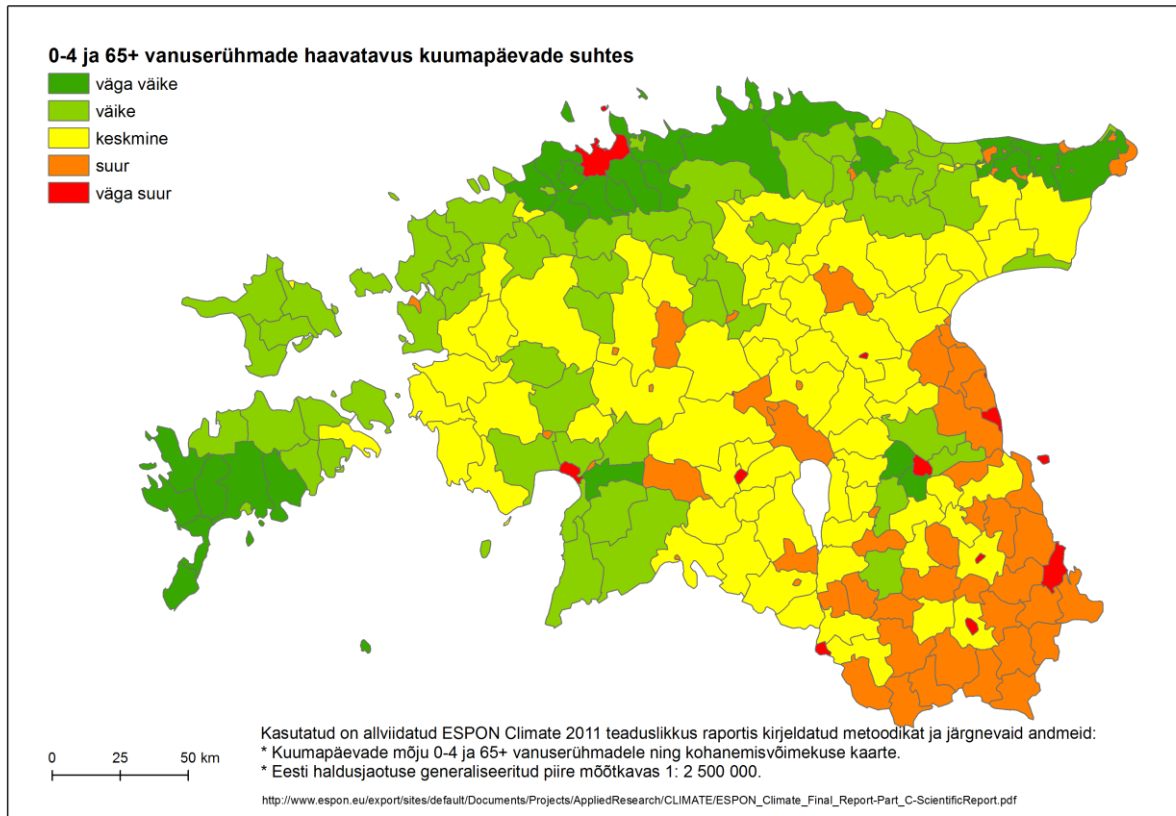
Joonis 3.5.1.3. Vanuserühmade 0–4 ja 65+ summaarne kohanemisvõimekus

Kliimateguri ja tundlikkuse kombineerimisel arvatati välja kuumapäevade mõju enam tundlikele vanuserühmadele (Joonis 3.5.1.4). Ilmnes, et mõju avaldub eelkõige Kesk- ja Kagu-Eesti linnalistes omavalitsustes ning ka Kagu-Eesti hõredalt asustatud omavalitsustes. Eranditeks on Tallinn, Rakvere, Haapsalu ja Pärnu, kus samuti on kuumapäevadel suur mõju. Kõige suurem võiks olla antud analüüsi alusel mõju Tartu, Tallinna, Võru, Põlva ja Jõgeva linnas. Ka mitmetes Tallinna ja Tartu ümbruse omavalitsustes on mõju keskmine või suur.



Joonis 3.5.1.4. Kuumapäevade võimalik mõju 0–4 ja 65+ vanuserühmadele

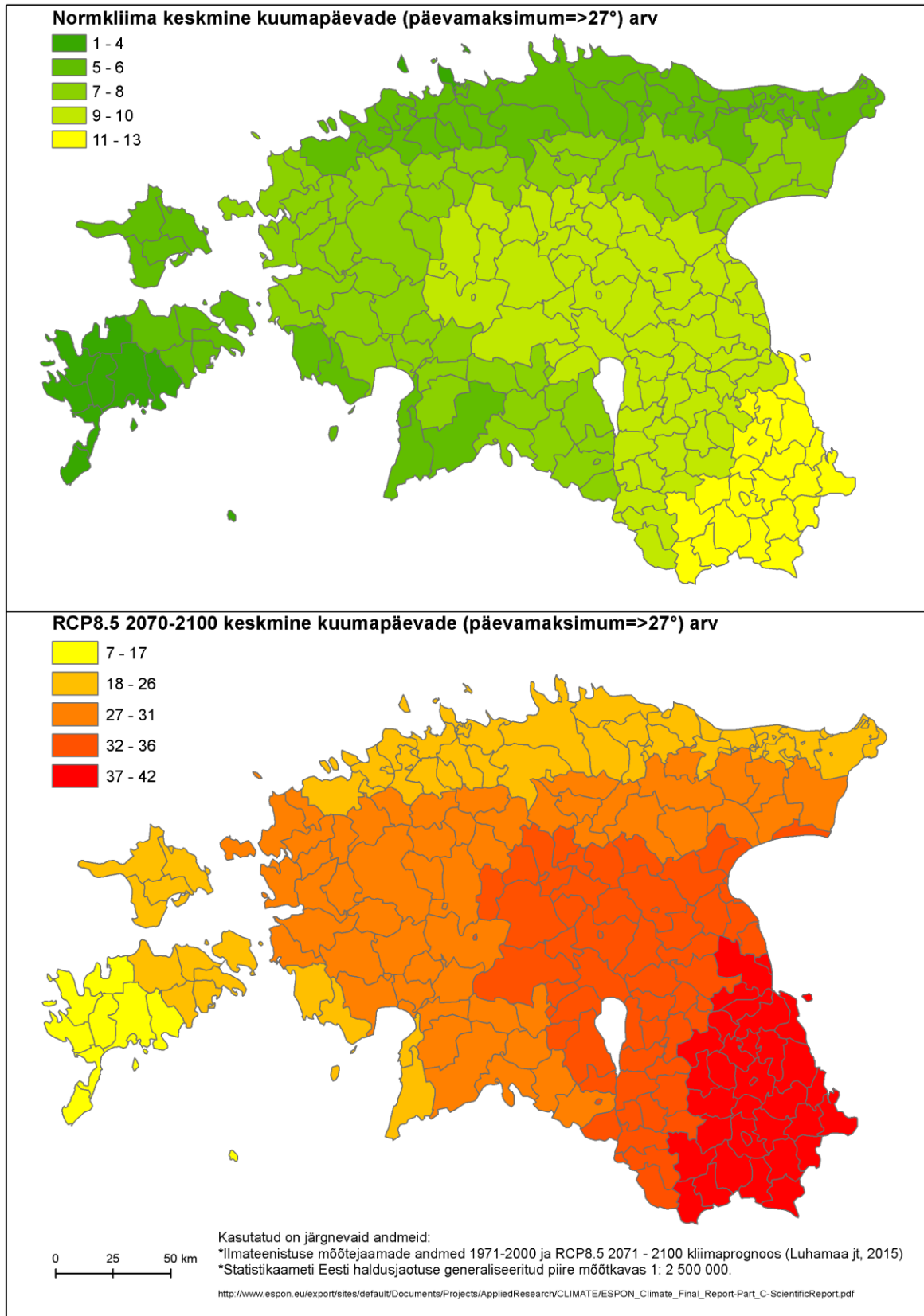
Järgnevalt arvutati 0–4 ja 65+ vanuserühmade kuumapäevade mõju andmestiku ja summaarse kohanemisvõimekuse andmestiku kombineerimisel omavalitsuste kaupa välja 0–4 ja 65+ vanuserühmade haavatavus kuumapäevade suhtes (Joonis 3.5.1.5). Suuremate linnade ümbruses on omavalitsuste kohanemisvõimekus reeglina väga suur. Mitmetes Tallinna ja Tartu ümbruse omavalitsustes kohanetakse analüüsi kohaselt kuumapäevade mõjuga hästi ning seetõttu on seal ka haavatavus väiksem. Haavatavus on suur mitmetes Ida-Virumaa linnades seetõttu, et linnadele on omane suur tehislake objektide ja vähene taimkatte osakaal ning see omakorda kutsub võib esile kutsuda kuumasaarte efekti.



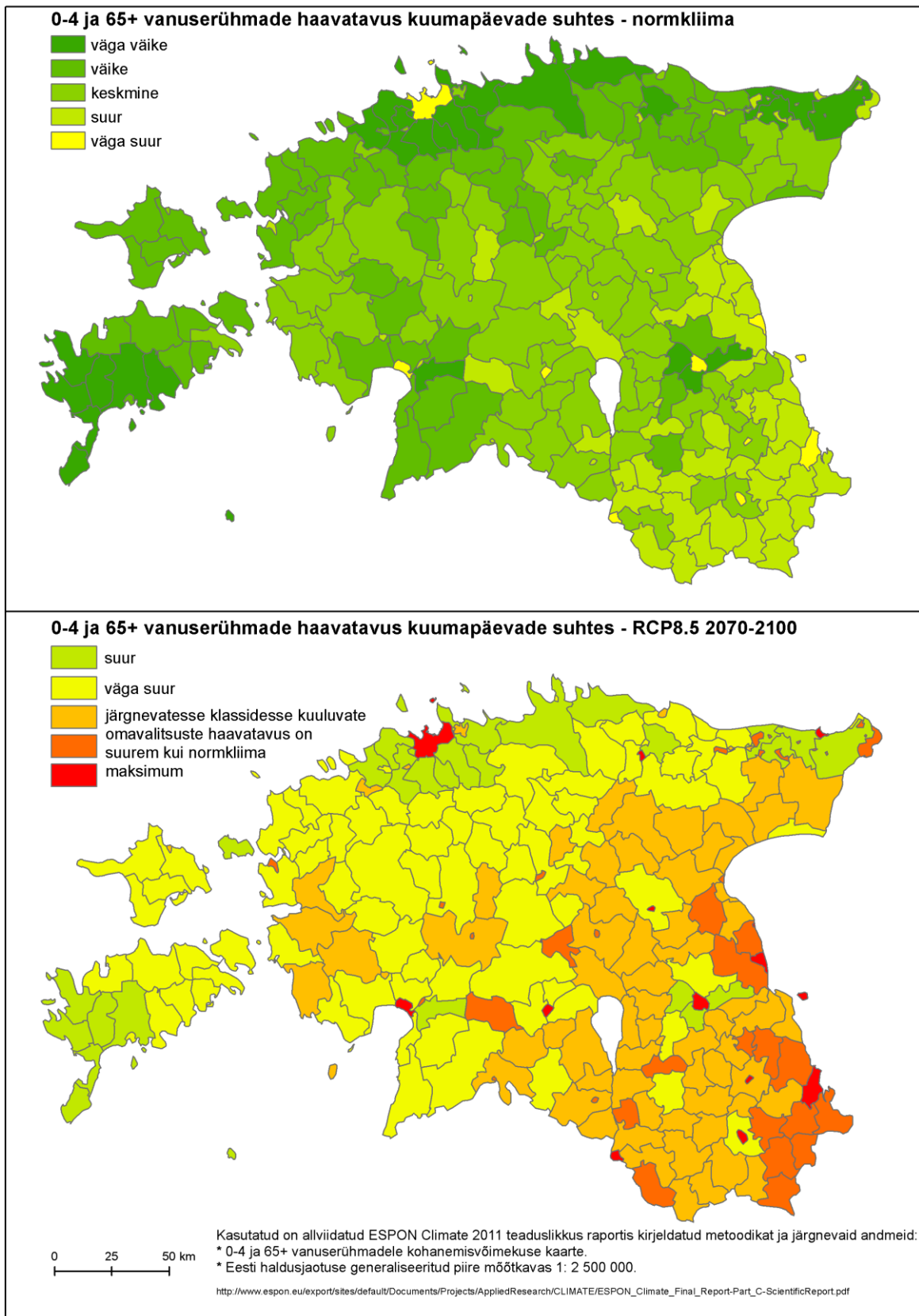
Joonis 3.5.1.5. Vanuserühmade 0–4 ja 65+ haavatavus kuumapäevade suhtes

Võttes aluseks üle 27-kraadise päevamaksimumiga päevade arvu prognoosi RCP8.5 2071–2100 kliimastenaariumi alusel (Luhamaa jt, 2015) (Joonis 3.5.1.6) ning jättes muutmata tundlikkuse ning kohanemisvõimekuse näitajad arvutati välja tulevikuprognoos 0–4 ja 65+ haavatavuse kohta (Joonis 3.5.1.7). Kõige negatiivsema mõjuga RCP8.5 2071–2100 kliimastenaariumi järgi on meil tulevikus Saaremaa läänes osas sama palju kuumapäevi kui praegu on Kagu-Eestis. Mandri Eesti omavalitsustes esineb seninägematult palju kuumapäevi, mis moodustavad pikk kuumalaineid. Kagu-Eestis tuleb prognoosi kohaselt arvestada kuni 40 kuumapäevaga aastas.

Omavalitsuste haavatavuse hindamisel tulevikus on tehtud väga oluline lihtsustus – tundlikkus, sealhulgas rahvaarv ja tundlike vanuserühmade osakaal omavalitsustes, ning ka kohanemisvõimekus püsivad muutumatutena. Selline lihtsustus tuleb teha seetõttu, et tundlikkuse ja kohanemisvõimekust määravaid tegureid ei ole omavalitsuste kaupa nii pika perioodi peale ette prognoositud. Haavatavuse ruumiline jaotus on sarnane hinnanguga, mis on saadud normkliima andmeid kasutades. Oluline tendents on see, et ka rannikualade omavalitsuste haavatavus muutub prognoosi kohaselt suureks või väga suureks.



Joonis 3.5.1.6. Kuumapäevade arv normkliima ja RCP8.5 2070–2100 alusel



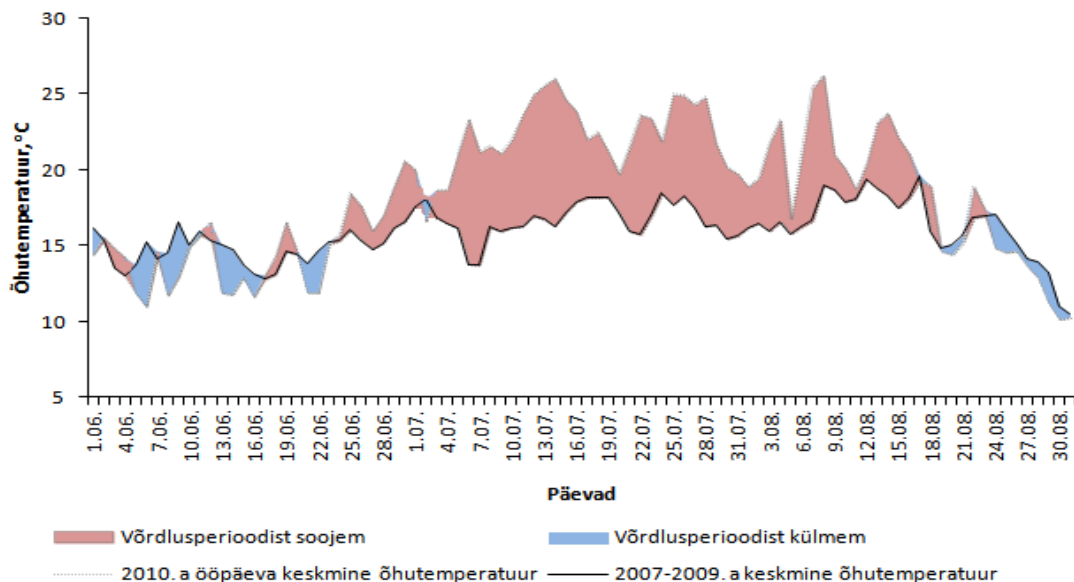
Joonis 3.5.1.7. 0–4 ja 65+ vanuserühmade haavatavus kuumapäevade suhtes normkliima ja RCP8.5 2070–2100 alusel

2010. aasta erakordselt kuuma suve mõju Eesti rahva tervisele

Käesoleva projekti raames uuriti täiendavalt 2010. aasta erakordselt kuuma suve mõjusid rahvastiku tervisele. Antud andmete põhjal on Tartu Ülikooli Tervishoiu instituudis valminud ka magistritöö (Rekker, 2013), mille eesmärgiks oli: 1) analüüsida 2010. aasta suve meteoroloogilisi tingimusi võrdlevalt eelneva kolme aastaga (2007–2009); 2) kirjeldada 2010. aasta suvel esinenud kuumalaineid Eestis; 3) anda ülevaade 2010. aasta suve üldsuresumusest ja ning selle erinevusest võrdlusperioodiga; 4) arvutada kuumast suvest ja kuumalainetest põhjustatud liigsuresumus.

Uuringuperioodi moodustasid 2010. aasta suvekuud (juuni–august) ning võrdlusperioodi eelneva kolme aasta (2007–2009) suvekuud. Uuringu aluseks olid Eesti Meteoroloogia ja Hüdroloogia Instituudi 8 meteoroloogiajaama ilmastiku seireandmed ja Eesti Riikliku Surma Põhjuste Registri suremusandmed uuringu- ja võrdlusperioodi kohta päevade kaupa. Uuring viidi läbi Kesk- ja Ida-Eesti üheksas maakonnas (Võru, Valga, Põlva, Tartu, Viljandi, Jõgeva, Järva, Lääne-Viru ja Ida-Viru), kus 2010. aasta kuumalaine avaldus kõige intensiivsemalt. Uuringupiirkond hõlmas üle poole (57,5%) Eesti pindalast ning 45,9% rahvastikust. Uuringuperioodi ja võrdlusperioodi meteoroloogilisi tingimusi võrreldi lineaarse regressiooni abil, suremuse andmeid aga üldsuresumuskordajate suhte (MRR) kaudu. Kuumalainena käsitleti perioode, mil ööpäeva maksimaalne õhutemperatuur oli üle 30 °C kauem kui kaks päeva.

Uuringu tulemused näitavad, et 2010. aasta oli Eestis meteoroloogiliste tingimuste poolest erakordne aasta, mil õhutemperatuurid uuringupiirkonnas olid oluliselt kõrgemad kui võrdlusperioodil (2007–2009) (Joonis 3.5.1.8).



Joonis 3.5.1.8. Ööpäeva keskmine õhutemperatuur uuringupiirkonnas 2010. aasta suvekuudel, võrreldes aastate 2007–2009 suvekuudega

Juulikuust kujunes Eesti 2010. aasta kõige soojem kuu, olles võrdlusaastate juulikuust 5,6 °C soojem. Ka Leedu ja Läti keskmine juulikuine temperatuur oli tavapärasest vastavalt 4,8 °C ja 5,4 °C kõrgem (Blunden *et al.*, 2011). Põhjuseks 2010. aasta suvel

kogu Euroopas väldanud kuumalaine, mis avaldus kõige intensiivsemalt Ida-Euroopas (Venemaal), kus Kesk-Aasia antitsüklon põhjustas kestva ekstreemselt kuumu ilma (alates juuli algusest kuni augusti keskpaigani). Kuumalained esinesid Eestis 2010. Aastal uuringupiirkonnas kahe pika lainena: I laine 11.–15. juuli kestis 5 päeva ning II laine 25.–28. juuli kestis 4 päeva. Ööpäeva maksimaalne õhutemperatuur oli siis püsivalt üle 30 °C (keskmisena 32,2 °C). Ka ööpäevade keskmine õhutemperatuur oli suhteliselt kõrge: vastavalt 25,0 °C (I) ja 24,8 °C (II).

Hoolimata asjaolust, et Eestis on üldsuresus viimastel aastatel (2007–2011) olnud langustrendis, tõusis suresuskordaja 2010. aasta suvekuudel (juunist augustini) eeldatust 11% võrra kõrgemaks. Suurim oli tõus juulikuus (23%), mil esines ka kaks kuumalainet. Esimese kuumalaine ajal suurenes suresus 30,9% ja teise laine ajal 30,2%. Teistes riikides on liigsuresus kuumalainete perioodil olnud: Prantsusmaal 55% (Fouillet *et al.*, 2006), Inglismaal 42% (Johnson *et al.*, 2005), Tšehhis 13% (Kysely, 2004), Hollandis 12,1% (Huynen *et al.*, 2001), Saksamaal 7,6% (D'Ippoliti *et al.*, 2010) ja Hispaanias 8% (Simon *et al.*, 2005). Peamisteks surmapõhjusteks kuumalainetest põhjustatud liigsurmajuhude puhul on südame-veresoonkonna (40–50%), hingamiseldude (10%) ja peajuveresoonete (10%) haigused (D'Ippoliti *et al.*, 2010). Samuti suureneb ka suresus välispõhjustesse (uppumised, kukkumised, liiklusõnnetused vms) (Ishigami *et al.*, 2008).

Siseministeeriumi veeõnnetuste ülevaatest aga selgub, et 2010. aasta oli ka uppumissurmade poolest erandlik aasta – juulikuus uppus 35 inimest. Eelnevatel aastatel (2009 ja 2008) oli uppunuid vastavalt 13 ja 14 (Siseministeerium, 2010). See aga näitab, et osa 2010. aasta juulikuisest liigsuresusest võib olla seotud uppumissurmade sagenemisega. Antud hüpoteesi võib pidada üsna tõenäoliseks, kuna kuumade ilmade ajal püüavad inimesed ennast veekogudes jahutada.

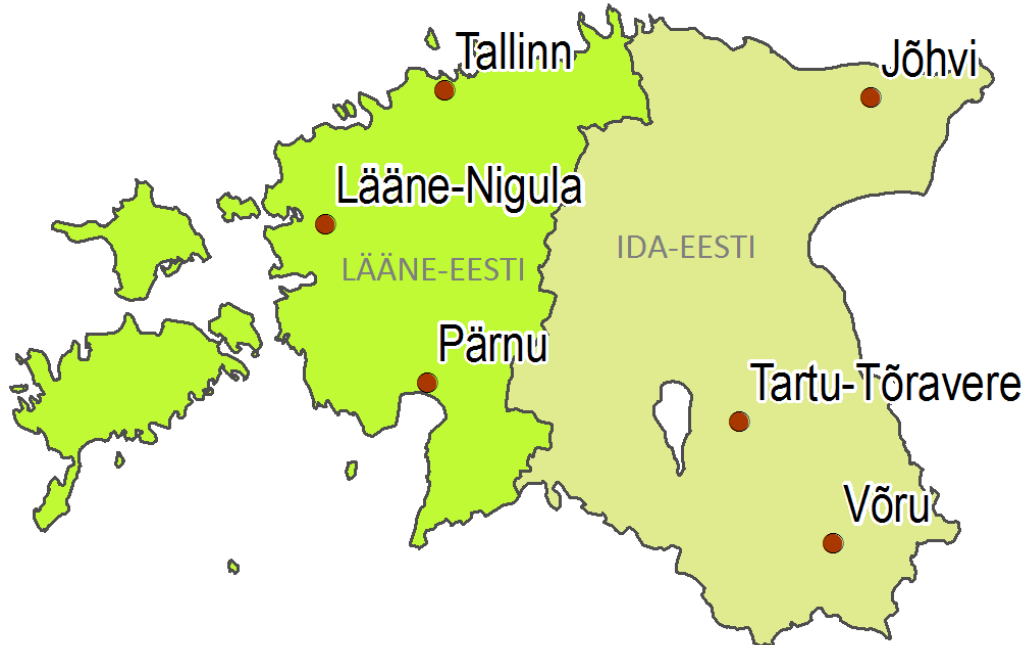
Uuringutes on leitud, et kuumalainete ajal suureneb ka kiirabi väljakutsete arv (Argaud *et al.*, 2007). Terviseameti 2010. aasta andmetest selgub, et suuremates linnades täheldati kuumalaine perioodil mõningatel ööpäevadel kuni 5% väljakutsete üldarvu tõusu (Terviseamet, 2010). Seega kokkuvõtteks võib järeldada, et 2010. aasta kuumal suvel, sh kuumalainetel oli Eesti rahvastiku tervisele väga oluline mõju.

Äärmuslike temperatuuride mõju suresusele Eesti perioodil 1996–2013

KATI raames viidi läbi uuring, kus esmakordselt Eestis uuritakse õhutemperatuuri ja üldsuresuse seost nii kogu riigis tervikuna kui eraldi Lääne- ja Ida-Eestis, võrreldes rannikualasid, kus avaldub mere leevendav mõju kuumade ilma puhul) ja sisemaad. Uuritakse ka suresuse aeg-nihet ja suresuse ajalist ümberpaigutust (*harvesting*) kuumu ilma korral. *Tegemist on analüüsi esialgsete tulemustega. Lõplikud ning täiendatud tulemused esitatakse projekti lõppraportis, kuivõrd tegemist on keerulise ja mahuka analüüsiga. Lõppraportis antakse ka täpne suresuse projektsioon, kui palju lisasurmajuhte on meil tulevikus oodata nii RCP4.5 kui RCP8.5 kliimastenaariumi korral.*

Analüüs põhineb riikliku statistika andmetel, Eesti riiklikust surma põhjuste registril (SPR) ning Riigi Ilmateenistuse meteoroloogiajaamade andmetel. Mõjuriks on välisõhu ööpäevane maksimaalne ja keskmine temperatuur. Uuringu eesmärgiks on teada saada üldsuresuse risk erinevate temperatuuride korral, esmajoones äärmuslike kuumade ja külmade ilmade korral. Uuringuperiood katab 1997–2013, kokku 17 aastat. Uuritava piirkonna moodustab kogu Eesti, mis on jaotatud kaheks eraldi

piirkonnaks: Lääne-Eesti ehk rannikuala (Harju, Rapla, Lääne, Pärnu, Saare ja Hiiu maakond), kus avaldub Läänemere mõju ilmastikule, ja Ida-Eesti e sisemaa (Ida-Viru, Lääne-Viru, Järva, Jõgeva, Viljandi, Tartu, Põlva, Valga ja Võru maakond), kus kliima on kontinentaalsem (Joonis 3.5.1.9).



Joonis 3.5.1.9. Eesti territooriumi jaotus Lääne- ja Ida-Eestiks koos referents-meteoroloogiajaamadega, mille andmeid on uuringus kasutatud.

Meteoroloogilised andmed saadi iga vaatlusjaama ning parameetri kohta päevade lõikes kogu uuringuperioodi (1997–2013) kohta. Uuritavad parameetrid olid: ööpäevane maksimaalne, minimaalne ja keskmine õhutemperatuur ning suhteline õhuniiskus. Saadud andmete põhjal arvutati ka igale päevale igas jaamas kuuma-indeks, s.o tegelikult tajutav temperatuur, mis arvestab õhutemperatuuri ja õhuniiskuse koosmõju ning iseloomustab kõige paremini inimese ebamugavust palavuses.

Kuumaks ilmaks peeti perioodi, kui välisõhu ööpäevane maksimaalne temperatuur ületas kahel või enamal järjestikusel päeval 98-nda protsentiili väärtuse (27 °C), mis saadi kogu uurimisperioodi vaatlusandmetest.

Suremuse andmed rahvastiku kogusuremuse kohta kõikidesse põhjustesse (ingl k *all-cause mortality*) sama perioodi kohta saadi isikustamata kujul maakondade kaupa päevade lõikes. Iga juht sisaldas järgmisi andmeid: elukoht maakonna täpsusega, surmaaeg, surmapõhjus (riikliku haigus klassifikatsiooni alusel), sugu ja vanus.

Andmete statistilisel analüüsil kontrolliti esmalt suremuse andmete jaotumise vastavust Poissoni jaotusele. Kuna see sellest oluliselt ei erinenud, kasutati Poissoni regressiooni. Järgnevalt arvutati iga päeva kohta suremuskordajad 1000 elaniku kohta (MR). Temperatuuri mõju üldsuremusele analüüsiti suremuskordajate suhte (relatiivse riski-RR) alusel.

Meteoroloogiliste andmete analüüs näitas, et õhu maksimaalne temperatuur ja selle muutused olid Lääne- ja Ida-Eestis üsna sarnased. Siiski Ida-Eestis (sisemaal) oli muutuste amplituud suurem: rohkem oli kuuma ilma päevi (Tabel 3.5.1.1).

Tabel 3.5.1.1. Õhutemperatuuri (°C) statistilised näitajad Lääne- ja Ida-Eestis perioodil 1997–2013

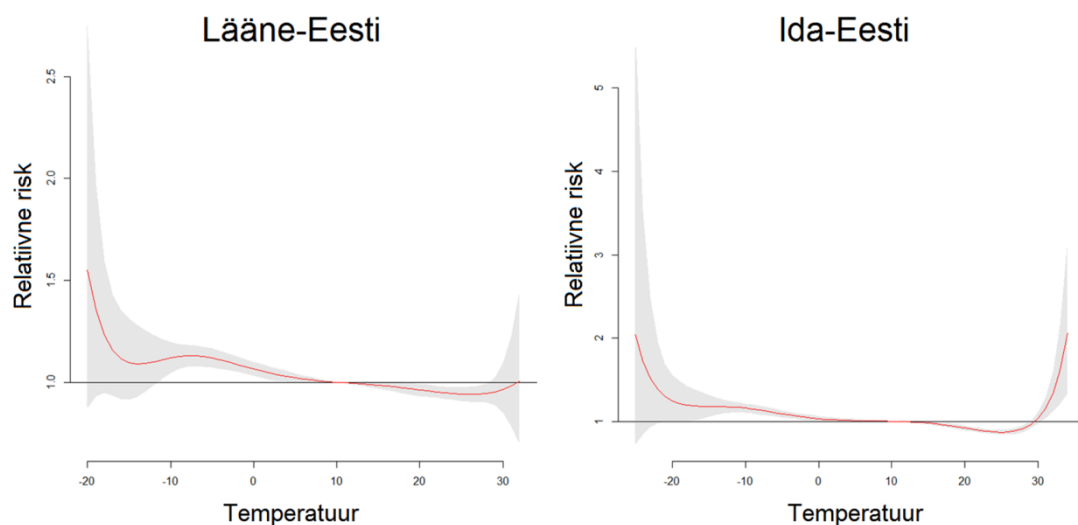
	Keskmine	Standardhälve	Min	Max	98-nes protsentiil	98% kuuma-päevade arv
Lääne-Eesti (rannikuala)	10,2	9,66	-20,4	32,4	27,3	66
Ida-Eesti (sisemaal)	10,0	10,4	-25,3	34,3	27,9	65

Eestis oli vaadeldaval perioodil kokku 294 314 surmajuhtu, mis jagunesid Lääne- ja Ida-Eesti vahel suhteliselt võrdselt, kuid kuna elanike arv nendes regioonides erineb, siis suremuse määr (suremuskordaja – MR) oli Ida-Eestis suurem (Tabel 3.5.1.2).

Tabel 3.5.1.2. Üldsuremuse statistilised näitajad Eestis ning eraldi Lääne- ja Ida-Eestis perioodil 1997–2013

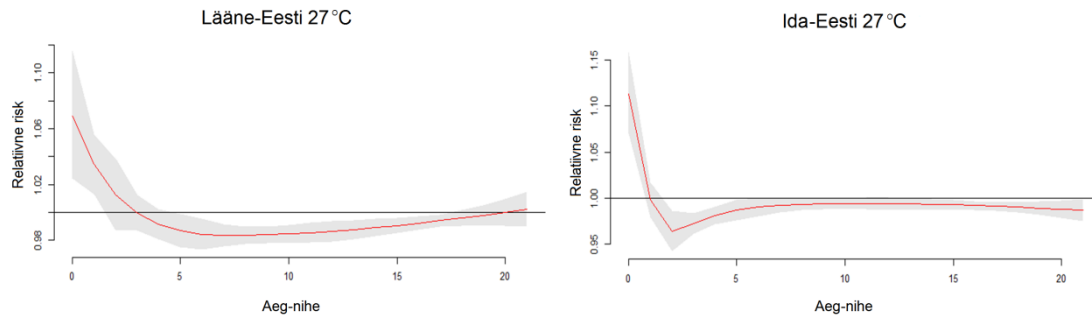
Piirkond	Rahvastiku arv (keskm)	Aastane suremuskordaja (10^{-3})	Surmajuhte päevas			
			Absoluutarv	Keskmine	Min	Max
Lääne-Eesti	741 237	11,5	145 452	23,5	8	44
Ida-Eesti	619 482	14,0	147 362	23,7	7	48
Eesti kokku	1 360 719	12,7	294 314	47,4	21	84

Temperatuuri ja üldsuremuse seos on sarnane mõlemas uuritud piirkonnas. Temperatuurist tingitud suremusriski (RR) arvutamise aluseks võeti suremus 10 °C juures, mis on kogu uurimispiirkonna keskmine temperatuur. Suremusrisk tõuseb järsult äärmuslike külmade ilmade korral nii Ida- kui Lääne-Eestis, kuid eriti kuumade ilmade korral avaldub järsk tõus ainult Ida-Eestis (Joonis 3.5.1.10).



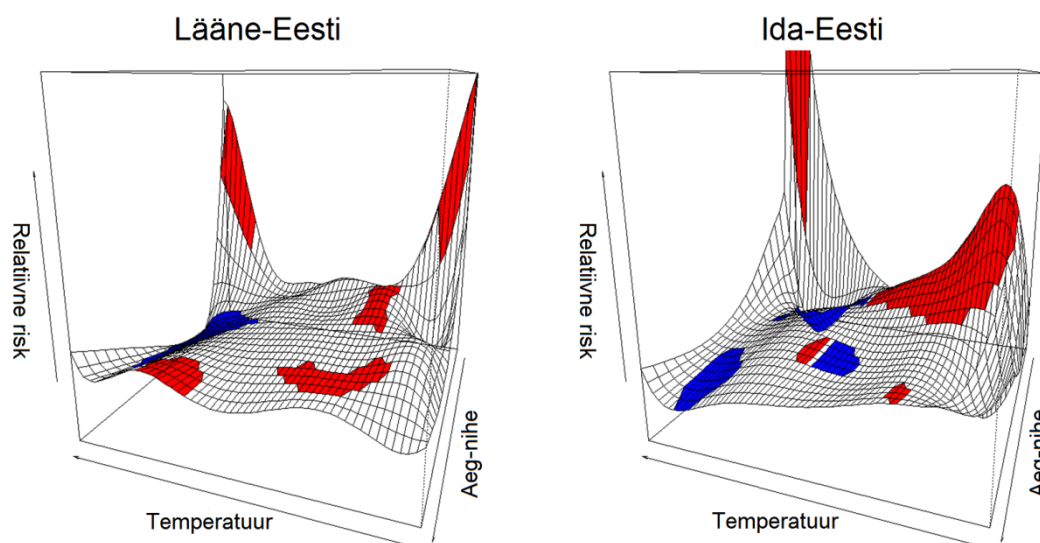
Joonis 3.5.1.10. Välisõhu maksimaalse ööpäevase temperatuuri ja suremuskordajate seosed 1997–2013 aasta andmete alusel.

Temperatuuridel üle 27 °C (98-nes protsentiil) saadi märgatav suuremuse nihe (ümberpaigutumine järgnevast perioodist), mis oli jällegi regiooniti erinev (Joonis 3.5.1.11). Ida-Eestis saabus nihe kaks päeva pärast 27 °C kuuma ilma algust ja kestis ainult kolm päeva, seevastu Lääne-Eestis saabus nihe viie päeva pärast ja kestis kokku kaksteist päeva. Seega Ida-Eestis on kuuma ilma vahetu mõju suurem kui Lääne-Eestis, sest suuremuse nihe saabub varem ja on lühemaajalisem võrreldes Lääne-Eestiga.



Joonis 3.5.1.11. Suremuse ümberpaigutumine kuumaperioodil (maksimaalne õhutemperatuur üle 27 °C).

Suremuse aeg-nihke ja ümberpaigutumise koosmõju välisõhu temperatuuri ja suremuse seosele regiooniti näitab joonis 3.5.1.12. Nii Lääne- kui Ida-Eestis on näha oluline suremuse suurenemine äärmuslikult kõrgete temperatuuride ajal ning vahetult nende järgselt. Hiljem on suremus oluliselt madalam suremuse ümberpaigutumise tõttu. Oluline suremuse suurenemine ilmneb Eestis ka äärmuslikult madalate temperatuuride puhul. Ka siis on teatud erinevus kahe regiooni puhul kus Lääne-Eestis ilmneb mõju kõige madalamatel temperatuuridel ning Ida-Eestis väga madalatel (kuid mitte kõige madalamatel) temperatuuridel. Kuna kõige madalamad temperatuurid on Ida-Eestis madalamad (Tabel 3.5.1.1), siis sisuliselt on mõju avaldavad temperatuurid sarnased.



Joonis 3.5.1.12. Temperatuuri, suremusrisi ja aeg-nihke seosed Lääne- ja Ida-Eestis (punasega on märgitud oluline suremuse suurenemine ja sinisega suremuse vähenemine).

Kliimamuutuste mõju äärmuslike ilmastikunähtuste põhjustatud tervise- mõjudele Eestis

Projekti viimases etapis leitakse Eesti andmete põhjal temperatuuri ja suremuse vahelised koefitsiendid ning nende põhjal leitakse kliimamuutuste mõju äärmuslike ilmastikunähtuste põhjustatud tervisemõjudele Eestis RCP4.5 ja RCP8.5 juures johtuvalt tulevikukliimast aastatel 2030, 2030–2050 ning 2050–2100.

Rakendatud meetmed

Äärmuslike temperatuuride ebasoodsaid tervisemõjusid aitavad vältida ja vähendada õigeaegne ilmaprognoos, hoiatusüsteemid, elanike teadlikkus tervisemõjudest, kogukonna valmisolek ja kiire tegutsemine. Väga oluline on rahvastiku vanuselise struktuuri ja kohanemisvõime arvestamine, linnastumise tase, sotsiaal-majanduslikud ja -kultuurilised tingimused, tervishoiuteenuste kättesaadavus jms. Seda kõike on püütud senistes meetmetes arvestada.

Keskonnaagentuur koostab tormi- ja ohtlike ilmastikunähtuste hoiatusi ja edastab need riigiasutustele. Koostatud on ka erakordselt külma ja kuumu ilma ning tormi ja üleujutuse riskianalüüsid Päästeameti poolt. Terviseameti rolliks on elanikkonnale (sh tundlikele riskirühmadele nagu vanurid, kroonilised haiged, lapsed) soovitusi andmine, kuidas käituda erakordselt kuumu ja külma ilma korral. Lisaks on Päästeameti roll veohutusega tegelemine, kus eesmärgiks on läbi elanikkonna teavitamise vähendada uppumiste ja veeõnnetuste hulka (mille hulk suureneb kuumadel suvedel).

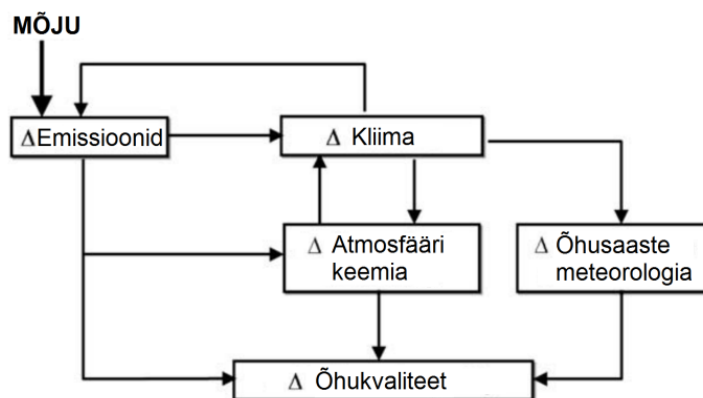
Kavandatavad meetmed

Toodud analüüsi kohaselt ilmnevad kuumu ilma tervisemõjud ka 30 kraadist, ametlikust kuumalävest madalamate õhutemperatuuride juures. Selle alusel töötatakse projekti viimases faasis välja täpsed soovitusid, milliste temperatuuri juures tuleks inimesi juba hoiatada. Lisaks on analüüsis ilmnenu ka külma ilma tervisemõjud, mille puhul võiks samuti mõelda inimeste hoiatamisele.

3.5.2. Õhukvaliteet ja allergiad

Probleemid

Kliimamuutused mõjutavad õhukvaliteeti läbi mitmete seoste ja mõjuahelate (Joonis 3.5.2.1). Õhku paisatavate saasteainete emissioonid mõjutavad kliimat ning kliima omakorda saasteainete moodustumist atmosfääris ja nende hajumist.



Joonis 3.5.2.1. Kliimamuutuste mõju õhukvaliteedile (Jacob & Winner (2009) põhjal)

Esiteks mõjutavad kliimamuutused õhu saasteainete emissioone (heitmeid) (Joonis 3.5.2.1). Näiteks kuumalainete sagenemise tõttu võib suurenda metsatulekahjude risk Põhja-Euroopas (Fischlin *et al.*, 2009). Soomes on hinnatud, et aastateks 2010–2029 kasvab metsatulekahju riskiga päevade arv ühe päeva ja aastateks 2080–2099 seitsme kuni kümne päeva võrra võrreldes perioodiga 1961–1990 (Mäkelä *et al.*, 2014). Suviste õhutemperatuuride tõusu ning põuaperioodide pikenemise tõttu võiks tulevikus ka Eestis metsatulekahjude sagedus ning selle kaudu õhukvaliteedi halvenemisest tulenev terviseoht tõusta. Suurenenud õhusaaste kahjustab eeskätt hingamiselundeid ja silmi, aga võib põhjustada ka ägedaid ja kroonilisi mürgistusi ning mõjuda südame-veresoonkonnale.

Samas positiivne näide on talviste õhutemperatuuride kasv, mis vähendab kütmist ning saasteainete õhkupaiskamist Põhja-Euroopas (Pielke, 2013). Pessimistliku stsenaariumi järgi võiks pakaseõde arv selle sajandi lõpuks väheneda ligi kaks korda. Samas hiljutine analüüs Inglismaalt ja Walesist ei näita talvise suremuse vähenemist, seda tõenäoliselt suurema talvise ilmastiku muutlikkuse tõttu (Staddon *et al.*, 2014). Teisalt on leitud, et teatavad kliimanetraalsed poliitikad võivad väljendada ka negatiivset mõju õhukvaliteedile, näiteks taastuvate kütuste suurem kasutamine kodumajapidamises (sh ahiküte) (McFiggans, 2015).

Teiseks, mõju võib olla ka vastupidine – saasteainete emissioonid mõjutavad omakorda kliimat. Eriti puudutab see lühiealise kliimamõjuga saasteained (*short lived climate pollutant*), kuhu kuulub muuhulgas tahm, neelates soojust ja seeläbi võimendades kliimamuutuseid, põhjustab muutusi pilvede tekkes ja sademete hulgas. ÜRO on välja toonud, et tahma õhkupaiskamist piirates oleks kliimamuutuseid võimalik leevendada suhteliselt kiiresti (UNEP, 2011). ÜRO on asutanud ka Kliima ja puhta õhu koalitsiooni vähendamaks lühiealise kliimamõjuga saasteaineid. 2015. aasta jaanuariks oli sellega liitunud 100 partnerit (nende hulgas 46 riiki, Eesti nende hulka veel ei kuulu).

Kolmandaks võivad kliimamuutused mõjutada ka atmosfääri keemilisi protsesse, millest kõige enam on mõjutatud maapinnalähedase osooni sisaldus. Osooni sisaldusi mõjutavad eeskätt temperatuur, õhuniiskus, tuul ning eeldusainete olemasolu. Lihtsamalt öeldes suureneb temperatuuri kasvades keemiliste reaktsioonide aktiivsus ning suureneb osooni formeerumine. Üleeuroopaline analüüs leidis, et käesoleva sajandi keskpaigaks kliimamuutuste tõttu osooni sisaldused suurenevad. Teisalt Põhja-Euroopas osooni sisaldused kliimamuutuste tõttu võiksid hoopis väheneda, mille arvatavaks põhjuseks on muutused eeldusainete transpordis (Orru *et al.*, 2013).

Neljandaks, kuigi selle kohta on vähem tõendeid, võivad kliimamuutused mõjutada ka meteoroloogilisi tingimusi (suurem atmosfääri kihistumine), mis omakorda võiks halvendada saasteainete hajumist: seda nii osooni kui peente osakeste puhul. Projektsioonide alusel võiks tulevikus olla enam ilmaolusid, kus saasteainete hajumine on halb ning tekivad tervisele ohtlikud õhusaaste sisaldused (Horton *et al.*, 2014).

Kliimamuutused võivad mõjutada ka allergiate (sh allergilise riniidi ja allergilise astma) teket eeskätt tänu pikemale õietolmu hooajale: õietolmu hooaeg algab varem, õietolmu on enam ning tänu kliimamuutustele laieneb taimede leviala (Pielke, 2013). Hiljutine analüüs Euroopas on näidanud nii õietolmu hulga suurenemist kui ka õietolmu produtseerivate taimede leviku muutust (Ziello *et al.*, 2012).

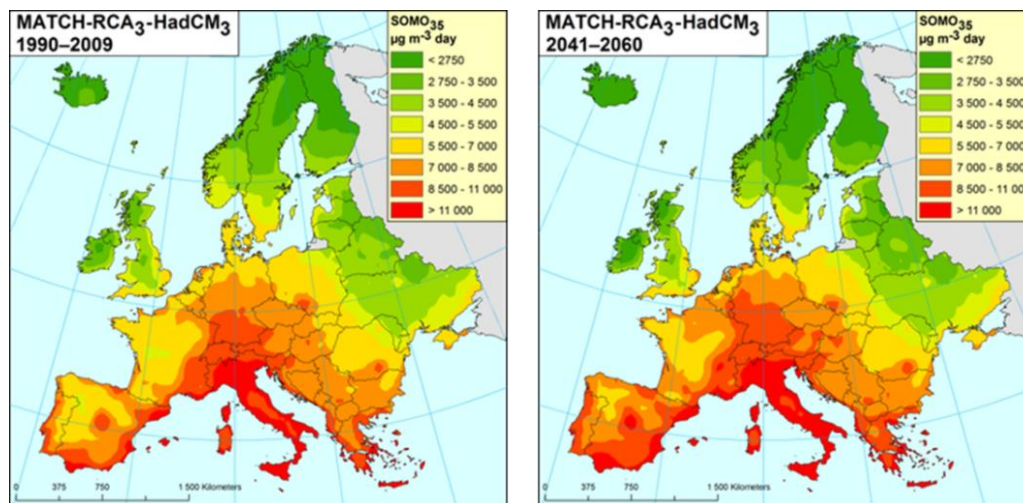
Kliimamuutuste mõju õhukvaliteedile Eestis

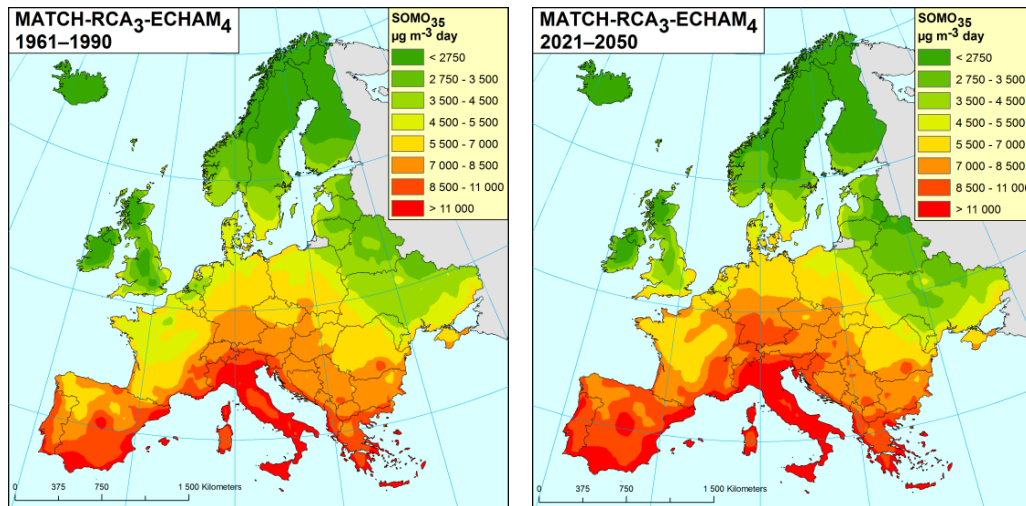
Kuivõrd mõjutavad kliimamuutused õhukvaliteeti Eestis, saame ütelda eeskätt eelnevate üle-Euroopaliste analüüside põhjal, mille uuringualasse jääb ka Eesti. Näiteks on leitud, et kliimamuutuste tõttu tulevikus maapinnalähedase osooni sisaldused Eestis vähenevad (Joonis 3.5.2.2).

Maapinnalähedaste osoonisalduste vähenemisega väheneb ka tervisemõju (tabel 3.5.2.1). Kusjuures tervisemõju vähenemine on suurem agressiivsema IPCC emissioonistsenaariumi A2 (*mõnevõrra sarnane antud raporti aluseks olevale RCP8.5le*) kui A1B (*mõnevõrra sarnane antud raporti aluseks olevale RCP4.5le*) korral.

Tabel 3.5.2.1. Osoonist põhjustatud varajaste surmade muutus kliimamuutuste tõttu võrreldes aastatega 1961–1990 (peale kliima kõik teised tegurid jätud muutumatuks).

Kasvuhoonegaaside emissioonistsenaarium ja hinnagu keskaasta	A1B – 2035	A1B – 2050	A2 – 2035
Eesti	-5%	-11%	-7%
Euroopa	+9%	+10%	+14%

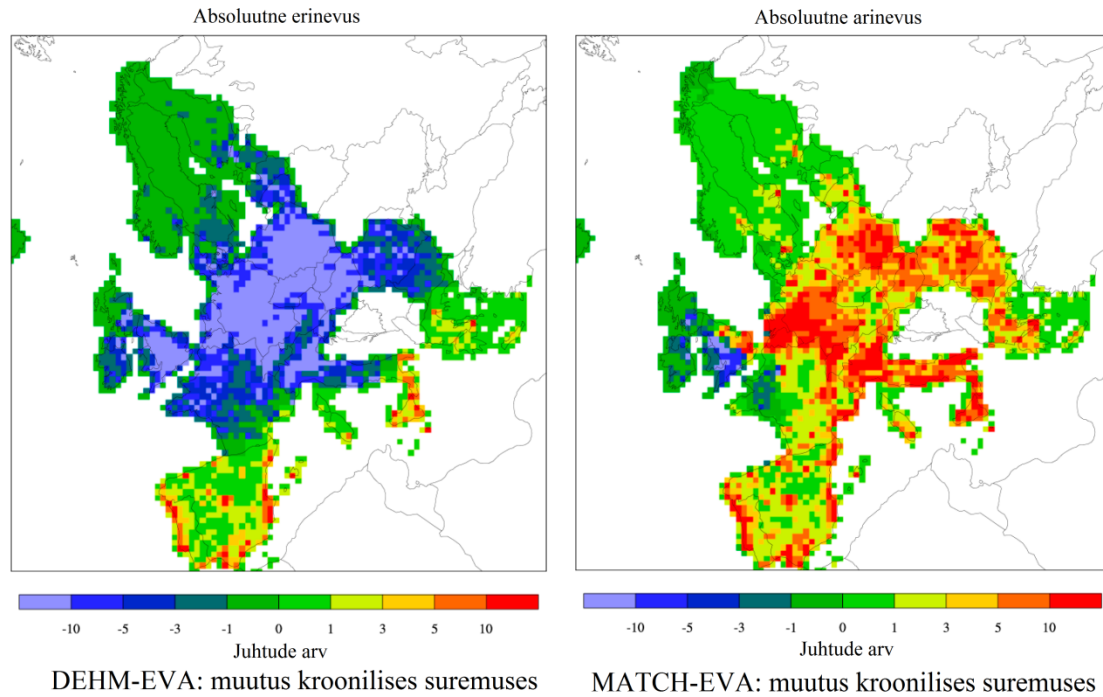




Joonis 3.5.2.2. Osooni $SOMO_{35}$ väärtused referentsperioodil 1961–1990, käesoleval ajal 1990–2009 ning tulevikus 2021–2050 ja 2041–2060 (Orru *et al.* (2013) põhjal).

Hiljutises Geels *et al.* (2015) poolt läbiviidud uuringus vaadati lisaks maapinnalähedale osoonile peente osakeste sisalduste muutust Euroopas kuni käesoleva sajandi lõpuni ning kliimamuutuste mõju peente osakeste sisalduse. Antud uuringus kasutati tundlikkusanalüüsi osana paralleelselt kahte atmosfääri keemilist transpordi mudelit. Olenevalt mudeli eeldustest on Eestis sajandi lõpuks oodata kas väikest suuremuse tõusu või langust kliimamuutuste põhjustatud õhukvaliteedi muutuste tõttu (Joonis 3.5.2.3). Mõlemal juhul on tegemist väga väikese muutusega – kogumuutus suuremuses mõni % võrrelduna näiteks eeldatava 600 peentest osakeste põhjustatud surmaga käesoleval hetkel Eestis, millele lisandub kuni 60 osooni põhjustatud varajast surma (Orru *et al.*, 2011; Orru *et al.*, 2013).

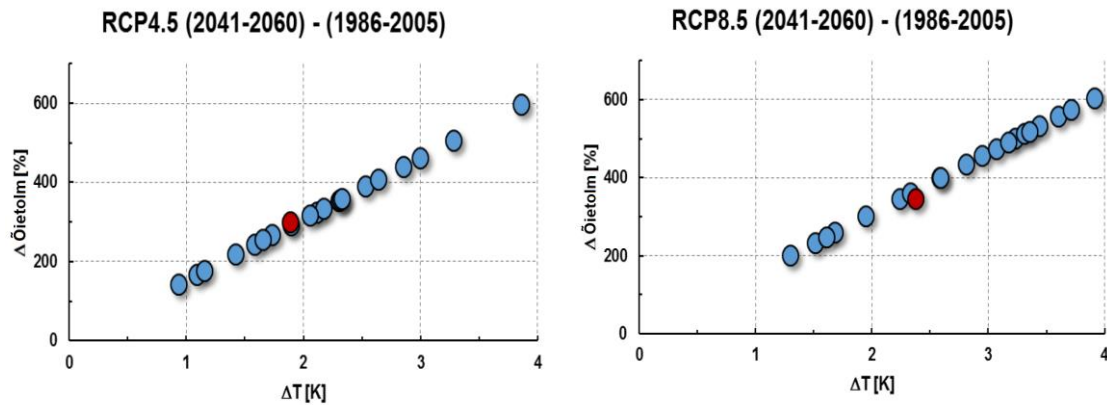
Eesti kliimaprojektsioonide alusel on meil selle sajandi lõpuks ka pikem vegetatsiooniperiood: algus nihkub aprillist märtsi ning selle lõpp niisamuti hilisemaks (novembris ja detsembris hakkavad samuti vahelduma suhteliselt pikad sooja- ja külmalained). Selle tulemusena võib pikeneda õietolmu hooaeg ning intensiivistuda õuetolmu teke. Eelnevates Eesti läbiviidud töodes on prognoositud kõrreliste õietolmu hooaega Tartus fenoloogiliste ja aerobioloogiliste meetoditega (Kaplinski, 1999). Kuigi tegemist on käesolevaks hetkeks 16 aasta vanuste andmetega, oli juba siis näha märke õietolmu hooaja nihkumisest.



Joonis 3.5.2.3. Krooniliste surmade arvu muutus (juhtude arv 50×50 km ruutudes) tulevikus (2080ndad) võrrelduna 2000ndate aastatega. Analüüsis on kasutatud kahte atmosfääri keemilist transpordi mudelit: DEHM ja MATCH.

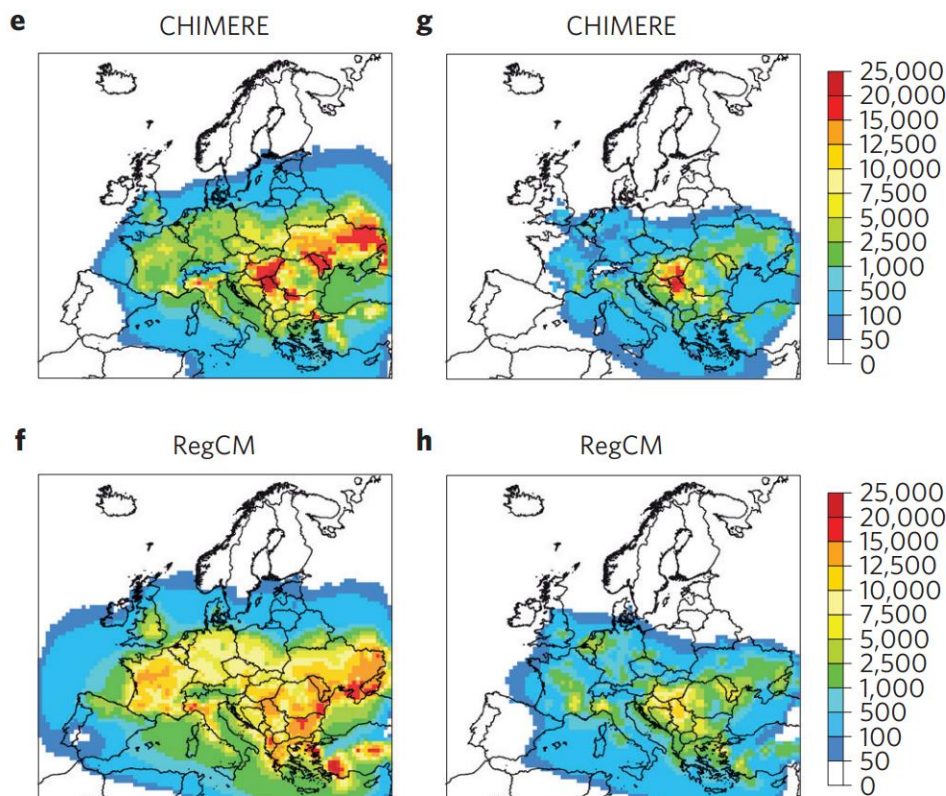
Eesti Allergialiidu hinnangul kimbutab õietolmuallergia umbes 10 protsenti Eesti elanikest. Õietolmuallergia ehk pollinoos on haigus, mille põhjuseks on ülitundlikkus puude ja taimede õietolmu suhtes. Limaskestadele (silmad, hingamisteed) sattunud õietolm kutsub esile allergilise reaktsiooni, millega kaasneb mitmesuguseid vaevusi: silmade sügelus, punetus ja turse, pisaravool, nina sügelus ja punetus, sage aevastamine, rohke vesine nohu, nina kaudu hingamise takistus, sügelus kurgus ja köhatamisvajadus, raskematel juhtudel hingamisraskus (astmahoog). Lisaks võivad allergikuid kimbutada nahalööbed, migreenitaoline peavalu, liigesevalu, seedehäired ja temperatuuri tõus (nn heinapalavik). Märtsist (ja viimastel aastatel isegi juba veebruarist) maini õitsevad paju, sarapuu, lepp ja kask, mai lõpus lisanduvad tamm ja võilill. Juunis-juulis õitsevad paljud aasaheinad (näiteks timut, kerahein, aruhein ja rebasesaba) ning kõrrelised (näiteks rukis ja nisu). Augustist septembrini õitsevad umbrohud (näiteks puju, malts, koirohi) ja sügislilled (näiteks astrid, krüsanteemid).

Üle-Euroopaliste hinnangute alusel tõuseb kliimamuutuste tõttu nii õietolmu hulk kui ka selle allergilises. Käesoleval hetkel käimas olevatest projektidest analüüsib ATOPICA (*Atopic diseases in changing climate, air quality and land use*) muuhulgas kliimamuutuste mõju atoopiliste haiguste levikule. Võrreldes RPC4.5 ja RCP8.5 stsenaariume, on viimase puhul on õietolmu lisandumine Euroopas tulevikus oluliselt suurem (Joonis 3.5.2.4).



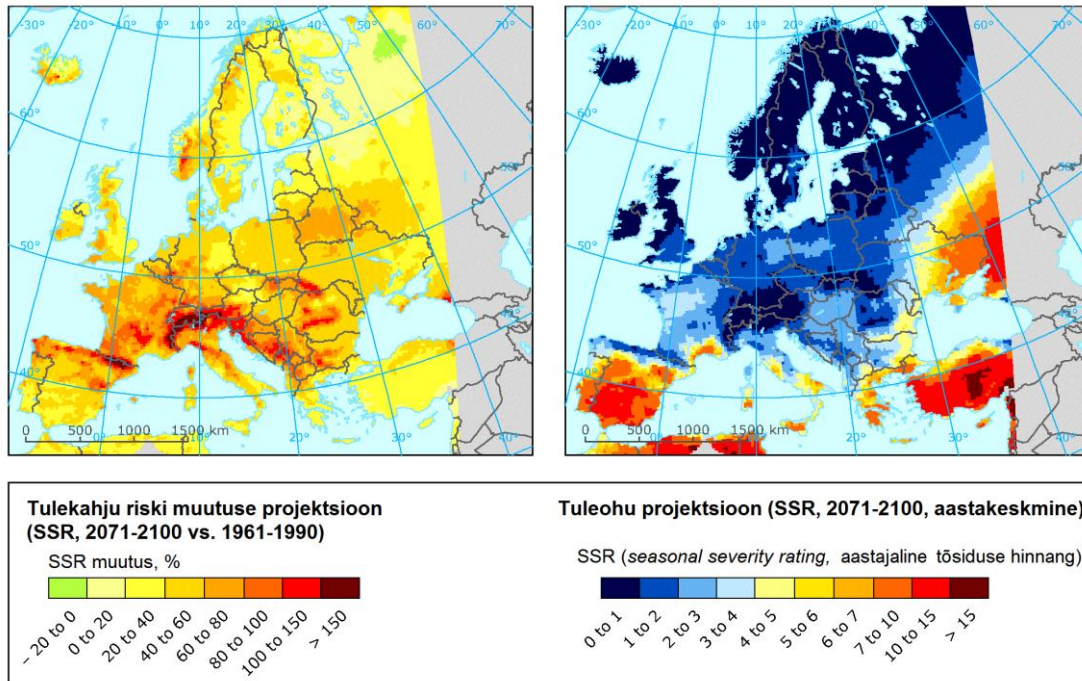
Joonis 3.5.2.4. Õietolmu koguste muutus Euroopas kliimamuutuste tõttu kahe erineva kliimatsenaariumi korral: RCP4.5 ja RCP8.5 (Giorgi & Torma (2015) alusel).

Peale selle võib kliimamuutuste tõttu tulevikus Eestisse levida uute taimede õietolmu. Üheks väga oluliseks õietolmu allergiat tekitavaks taimeks Lõuna-Euroopas on pujulehine ambrosia (*Ambrosia artemisiifolia*). Kuigi hetkel see Eestis ei levi, võib see olulisema kliimamuutuste stsenaariumi korral jõuda sajandi lõpuks ka Eestisse (Joonis 3.5.2.5); seni on nähtud õhus olevas õietolmus vaid üksikuid terakesi (Vill, 2014).



Joonis 3.5.2.5. Projektsioneeritud pujulehise ambrosia õietolmu kogused (tera m⁻³) aastal 2050 arvestades kiiremat (e, f) ja aeglasemat (g, h) ambrosia leviku kava kliimatsenaariumi RCP8.5 puhul kahe erineva atmosfääri keemilise transpordi mudeli (CHIMERE ja RegCM) korral (Hamaoui-Laguel *et al.* (2015) alusel).

Tulevikus mõjutab teatud määral Eestis õhukvaliteeti ka võimalik metsatulekahjude sagenemine (küll hetkel metsatulekahjud pigem on muutunud harvemaks). Kui suur see mõju täpsemalt on, selgub käimasolevast analüüsist, mille tulemused esitatakse lõppraportis. Küll on tulekahjude riski suurenemist projetteeritud Euroopa üleselt (EEA, 2012). Selle alusel suureneb sajandi lõpuks tulekahjude aastajaline tõsidus 20–40% võrreldes eelmise sajandi lõpuga (Joonis 3.5.2.6).



Joonis 3.5.2.6. Tulekahjuriski muutus Euroopas (EEA, 2012 põhjal)

Rakendatud meetmed

Õhukvaliteediga seotud riske aitavad vähendada eeskätt õhukvaliteedi (sh õietolmu) jälgimis- ja hoiatussüsteemid. Õhukvaliteedi kohta on võimalik saada infot Eesti Õhukvaliteedi Juhtimissüsteemist²⁰. Tegemist on osaga süsteemist: „Alamtegevusvaldkond: keskkonnaseire süsteemi arendamine ja keskkonnainfo kättesaadavuse tagamine“ ning „Alamtegevusvaldkond: kvaliteetse keskkonnainfo kättesaadavuse tagamine“, mida haldab Keskkonnaministeerium. Siiani on halvast õhukvaliteedist hoiatatud reeglina ajakirjanduse vahendusel. Samas on hoiatamine olnud ebaregulaarne ning erinevate institutsioonide poolt. Hoiatussüsteemid oleks veelgi paremad, kui oleks täpselt paika pandud, millal toimub hoiatamine, kes täpselt hoiatab ja milliseid kanaleid selleks kasutatakse. Lisaks võiks tulevikus olla välja töötatud ka tegevuskavad, milliseid tegevusi viiakse ellu hoiatuste ajal õhukvaliteedi parandamiseks. Päästeamet on koostanud ka hädaolukordade riskianalüüsi, mis käsitleb ulatuslikku metsa- või maastikutulekahjut (Päästeamet, 2013b), kuid seal ei ole tekkivale õhusaastele tähelepanu pööratud.

²⁰ [Eesti Õhukvaliteedi Juhtimissüsteem: Seire, modelleerimine, infomaterjalid](#)

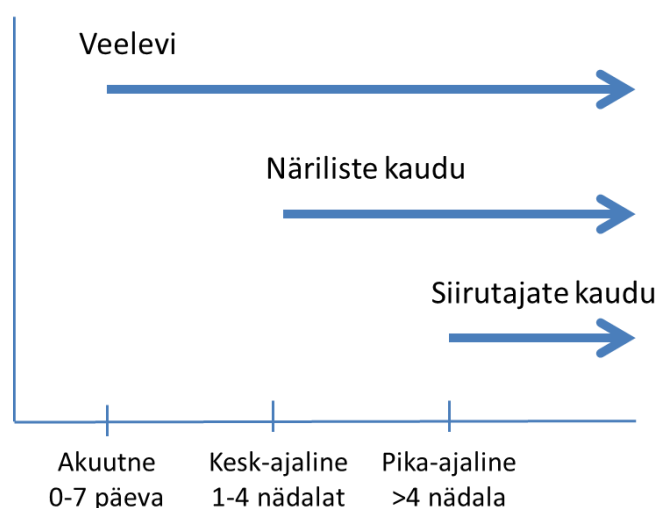
3.5.3. Veega seotud probleemid

Probleemid

Kliima soojenemine toob kaasa jääliustike sulamise, merevee taseme tõusu, aga ka sademete hulga ja aastasisese jaotuse muutuse. Sagenevad ja intensiivsemaks muutuvad rannikualade üleujutused ja paduvihmadest põhjustatud siseveekogude üleujutused ning seda ka piirkondades, kus neid varem esines harva.

Üleujutused tiheasustusaladel mõjutavad väga suurt hulka inimesi. Nad tabavad elanikke ootamatult. Vahetud (kohesed) tervisekahjustused on uppumised, õnnetused (kukkumised, vigastused), südameinfarktid, hüpotermia, tugev stress (eluaseme ja vara kaotus, majanduskahju vms) ja nakkusoht (sanitaarsete tingimuste ja teenuste halvenemine). Nende sagedus on suurenenud üleujutuse saabumise kiirusest ja ulatusest ning päästetegevuse tõhususest. Mehed ja vanurid on enam ohustatud. Ajavahemikus 2000–2009 hukkus jõgede üleujutuse tõttu WHO Euroopa regioonis 1000 inimest ja 3,4 miljonit said kannatada. 2080. aastaks prognoositakse kannatanute arvu kahekordistumist (EEA, 2012).

Vahetuid tervisekahjustusi on suhteliselt lihtne kindlaks teha ja üleujutusega põhjuslikult seostada, aga märksa keerukam on hinnata üleujutuste kaudseid ja pikaajalisi tervisemõjusid. Näiteks üleujutusejärgsel aastal tõusis keskealiste (45–64-aastased) üldsuremus 50%, eluasemete taastamis- ja korrastustöödel said vigastusi peaaegu pooled (48%) töötajatest. Täheldatud on kõhulahtisuse, hingamiseldite ja maksahaiguste, leptospiiroosi jt haiguste sagenemist (esmajoones veevarustus- ja kanalisatsioonisüsteemide häiretest) (Wade *et al.*, 2004). Nakkushaiguste levimus on suurenenud üleujutuse saabumise kiirusest ja ulatusest ning päästetegevuse tõhususest. Siia kuuluvad veelevi, näriliste ja siirutajate kaudu levivad nakkushaigused, mille avaldumise ajad on erinevad (Joonis 3.5.3.1 **Tõrge! Ei leia viiteallikat.**). Üleujutatud alad jäävad heaks elukeskkonnaks nii haigustekitajatele kui ka nende ülekandjatele. Pärast üleujutusi on täheldatud koolera, krüptosporidiumi, rotaviirus, tüüfusi ja paratüüfusi sagenemist.



Joonis 3.5.3.1. Üleujutustega seotud nakkushaiguste avaldumise ajad

Üleujutused võivad mõjutada ka siseruumide elukeskkonda – niiskuskahjustused, hallitus ja mürgised eritised kiirelt taastatud eluruumides võivad halvenda õhu kvaliteeti ning põhjustada mürgistusi ja allergiaid (Ahern *et al.*, 2005). Uuringud on näidanud, et kliimamuutuste tõttu võiks bioaerosoolide (sh hallituse eoste) osa õhus suurem olla (Morey, 2010).

Kõige tõsisemad ja kestvamad on aga mõjud vaimsele tervisele. Uuringud on näidanud, et tavaline depressioon (unetus, äng, rahutus vms) kolmekordistus uputuse üle elanud naistel (Ginexi *et al.*, 2000), psühholoogiline distress neljakordistus (Reacher *et al.*, 2004); traumajärgse stressi sümptomid (unehäired, ärrituvus, viha, raevutsemine, liigne valvsus, kontsentratsioonivõime langus) esinesid kuue kuu möödudes 22% ja aasta möödudes veel 10% kannatanuist. Sagenesid ka enesetapud jne (Ahern *et al.*, 2005).

Lisaks üleujutuste otsestele tervisekahjustustele nõuavad tähelepanu ka teised veega seotud probleemid. Mitmete veega edasikanduvate haiguste puhangute korral on põhjuseks rohked sademed, mis on levitanud haigustekitajaid või põhjustanud ulatusliku veereostuse kanalisatsioonitorude üleujutuste tõttu. Suvised kõrgemad veetemperatuurid võivad põhjustada vetikate vohamist ja tervisele ohtlike vetikatoksiinide produtseerimist. Suvine madal veetase põuaperioodidel võib madalad kaevud ja ojad kuivaks jätta, mis jätab talud vajaliku kvaliteetse olmeveeta. Veekogude madal veetase suurendab vee bakteriaalse ja keemilise reostuse võimalust (väiksem lahjendus). Fekaalbakterite tase kasvab tõenäoliselt ka veevõtukohtades ning supluseks kasutatavates veekogudes. Suureneb nakkushaiguste leviku oht ja halvenevad hügieenitingimused.

Kliimamuutuste mõju veega seotud probleemidele Eestis

Eestis siiani puuduvad uuringud, mis käsitleksid kliimamuutuste mõju veega seotud probleemide esinemisele. Teada on vaid, et kui võrrelda perioode 1891–1950 ja 1961–2006, on Eestis sademete hulk suurenenud ja ekstreemsete paduvihmade esinemine sagenenud üle kahe korra (Tammets, 2008). Seega võiks teatud mõju joogiveele olla sellistel sündmustel ka Eestis (kui joogivee allikana kasutatakse pinnavett nagu Tallinnas ja Narvas või kasutusel on kaitseta salvkaevud), sest selliste sündmuste ajal joogivette sattunud parasiidid on põhjustanud terviseprobleeme nii Rootsis (Tornevi *et al.*, 2013) kui uuemate andmete kohasel ka Soomes (autorite isiklik konsultatsioon). Niisamuti puuduvad täpsemad uuringud, kuidas võiksid mõjutada kliimamuutused vetikatoksiinide levikut Eestis ning inimese tervise joogi- ja suplusvee kvaliteedi kaudu.

Rakendatud meetmed

Eestis on kehtestatud „Pinna- ja põhjavee reostusallikate identifitseerimine ning väljaselgitamine“ ning veebipõhine avalik veeinfosüsteem²¹, mis sisaldab ka suplusvett. Lisaks on koostatud ohuplaanid joogi- ja suplusvee saastumise avastamiseks ja likvideerimiseks. Terviseameti ning Tervise Arengu Instituudi tööplaani kuulub ka meedia-, juhend- ja teabematerjalide väljatöötamine ja levitamine, teabepäevade korraldamine elanikkonnale jms.

²¹ [Vee terviseohutuse infosüsteem](#)

3.5.4. Toiduohutus

Probleemid

Kliimamuutustel on mõju ka toidu ohutusele ning selle kaudu inimese tervisele ja heaolule. Kuigi kliimamuutustel on ka positiivseid mõjusid, nt pikem vegetatsiooniperiood, peetakse negatiivseid mõjusid tervisele (eeskätt toiduohutuse kaudu) siiski oluliselt suuremateks kui kliimamuutustest saadavat kasu.

Põhja-Euroopa mõõduka kliimaga riikides arvatakse kliimamuutustel olevat kombineeritud mõjud (ECPA, 2015; Miraglia *et al.*, 2009; Parry *et al.*, 2007). Lumevaba perioodi pikenemine ja soojem kliima tagab põllukultuuride varajasema õitsemise, lühema kasvuperioodi ja saagikuse tõusu ning tulevikus võimaluse siinsetel laiuskraadidel kasvatada uusi põllukultuure, edendades nii põllumajandust kui ka toiduainetetööstust (Commission of the European Communities, 2007). Hinnanguliselt tõuseb Põhja-Euroopas põllukultuuride kasvatamine 10–30%, seda keskmise õhutemperatuuri tõusmisel 1–3 °C võrra (Miraglia *et al.*, 2009). Baseerudes käesoleva töö aluseks olevatele kliimaprojektsioonidele võib samasugust tendentsi oodata ka Eestis. Välja on toodud, et ainuüksi maisi kasvatamine võib arvestuslikult Põhja-Euroopas tõusta 30–50% (Menne & Wolf, 2007). Seetõttu võib kliima soojenemine viia toidutootmise nihkumiseni ühelt lähteriigilt teisele (Lake *et al.*, 2012; Havelaar *et al.*, 2010).

Toit on suurepärane ülekandete bakteritele, viirustele ja parasiitidele (Newell *et al.*, 2010) ning WHO peab toidu saastumist rahvatervise üheks olulisemaks probleemiks (WHO, 2015b). Soojem ja niiskem kliima stimuleerib patogeene kasvu toidus, mistõttu võib suureneva temperatuuritundlike nakkushaiguste arv (Miraglia *et al.*, 2009; Jaykus *et al.*, 2008). Õhutemperatuurist otseselt sõltuvad bakterid on näiteks *Salmonella* ja *Campylobacter* liigid (Kovats *et al.*, 2004).

Toidupatogeene põhjustavad inimestel kergeid seedetraktihaigusi (kerge diarröa) kui ka tõsisemaid infektsioosseid probleeme nagu hemorraagiline koliit (*E. Coli O157:H7*), polüneuropaatia (*Campylobacter spp*) ning meningiit (*L. Monocytogenes*) (Miraglia *et al.*, 2009). Kerge diarröa on kõige sagedamini esinev toidunakkus, kuid tagajärjed võivad varieeruda neeru- ja maksapuudulikkusest kuni surmani. WHO andmetel sureb maailmas toidukaudsetesse haigustesse igal aastal hinnanguliselt 2,2 miljonit inimest, millest valdav osa siiski arengumaades (WHO, 2015a). Euroopas on 71% toidunakkustest põhjustatud *Salmonella* liikide poolt (Kovats *et al.*, 2004). Projektsioonide kohaselt peaks toidunakkuste arv nagu salmonelloos ja kampülobakterioos Euroopas aastaks 2040 tõusma kuni 29 000 juhuni aastas ning aastaks 2100 võib haigestunute arv olla juba kuni 36 000 juhtu (Paci, 2014).

Temperatuuri tõusmine jaheda või mõõduka kliimaga riikides põhjustab ka mükotoksiinide sagenemise põllukultuuridel (Russell *et al.*, 2010). Mükotoksiinid on erinevatel põllukultuuridel (mais, teravili) kasvavate hallitusseente tüvede poolt toodetud looduslikud sekundaarsed metaboliidid, mis põhjustavad inimestel haigusi (Fels-Klerx, 2013; Jaykus *et al.*, 2008). Hallitusseened võivad toota mitmeid erinevaid mükotoksiine nagu näiteks aflatoksiin, fusariumid, ohratoksiin jt (Peraica *et al.*, 1999). Leviku riski suurenemist peetakse kõige suuremaks just mõõduka kliimaga arenenud riikides (Russell *et al.*, 2010), kuhu kuulub ka Eesti. Samuti võib kliima soojenemine endaga kaasa tuua seni Lõuna-Euroopas laialdaselt levinud seeneliikide (nt *F. verticilloides*) levimise Põhja-Euroopasse või siinsetel põllukultuuridel uute tundmatute seeneliikide ilmumise (Fels-Klerx, 2013). Uute põllukultuuride

kasvatamine uutel aladel võib kaasa tuua ka nendega seotud haiguste ja kahjurite (sh hallitusseente) levimise, mis omakorda tingib uute taimekaitsevahendite kasutamise – see kõik võib suurendada toiduohutusega seotud probleeme.

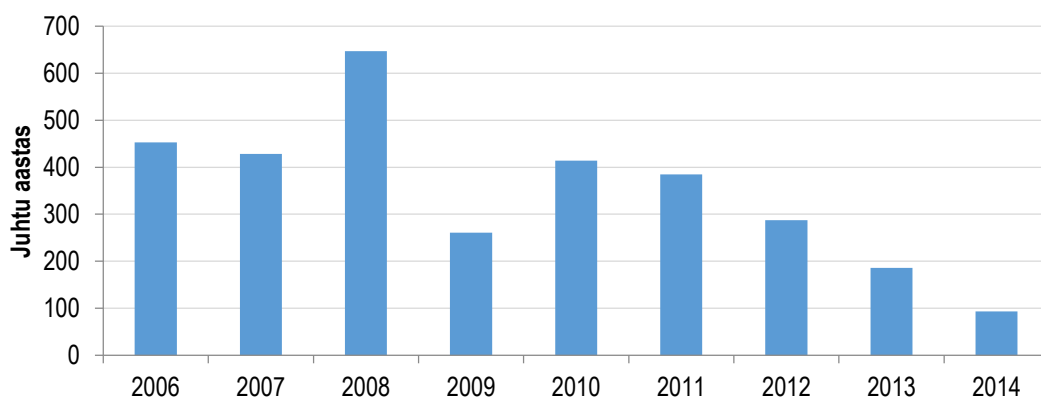
Mükotoksiinide puhul on tegu mürgiste immuunsupressiivsete, mutageensete, teratogeensete ja kantserogeensete ühenditega (Peraica *et al.*, 1999), mis põhjustavad inimestel mükoosi, mükoallergoosi või mükotoksikoosi. Itaalias on näiteks alates 2003. aastast ilmnenud hakanud aflatoksikoosid, mis sealsetel laiuskraadidel varem ei esinenud (Jaykus *et al.*, 2008).

Kliimamuutuste mõju toiduohutusele Eestis

Eestis siiani puuduvad uuringud, mis käsitleksid kliimamuutuste mõju toiduohutusele. Küll on dokumendis „Põllumajandussektoris kliimamuutuste leevendamise ja kliimamuutustega kohanemise tegevuskava 2012–2020“ tähelepanu pööratud toidu kättesaadavusele. Samas Eestis toidu kättesaadavuse probleeme sisuliselt ei ole (kui siis vaid üksikute sotsiaal-majanduslike probleemide tõttu, kuid need ei ole kliimaga seotud).

Küll võib mõningaid andmeid saada eelnevatest Euroopa uuringutest. Eelnevalt mainitud Kovats *et al.*, 2004 uurimistöö sisaldas endas ka Eesti andmeid aastatest 1990–2001 Tallinnast, Tartust ja Pärnust. Selle alusel on *Salmonella* leviku lävitemperatuuriks Eestis 13 °C ning sellest kõrgema temperatuuri korral suureneb levimus 18,3% (95% CI 3,6–35,1) võrra iga °C kohta.

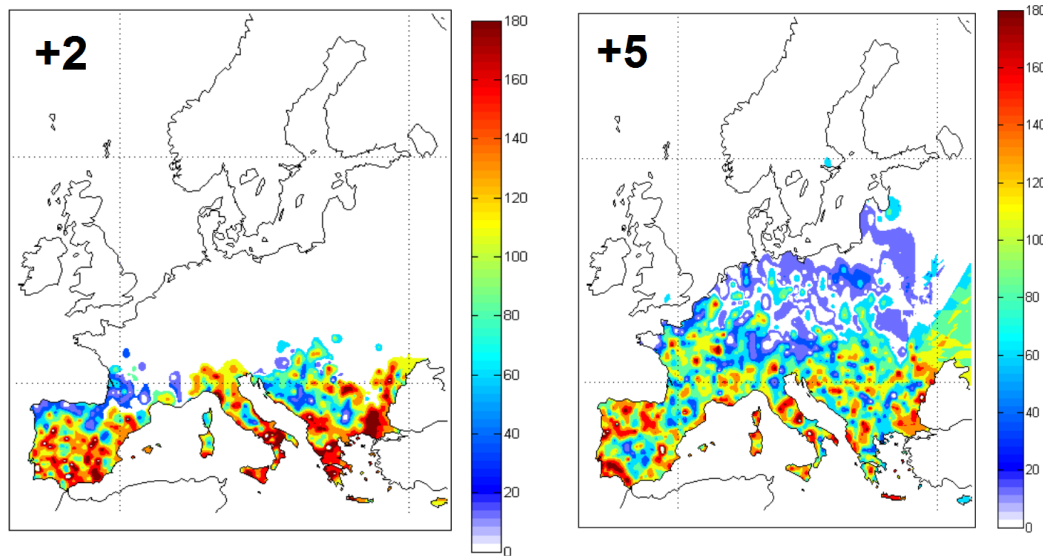
Kui me vaatame *Salmonelloosi* levikut Eestis viimase 10 aasta vältel, siis on siin näha selge langustrend (Joonis 3.5.4.1). See tähendab, et antud haiguse levikut mõjutavad peale õhutemperatuuri mitmed teised tegurid nagu toidu säilitamise tingimused ja hügieen. Jättes muud tegurid konstantseks oleks kõrgemate temperatuuride tõttu tulevikus eeldatavalt *salmonelloosi* kolmandiku võrra enam (juhul kui jätta teised tegurid konstantseks). Siiski võib pidada teiste tegurite rolli oluliselt suuremaks, mistõttu juhtude täpne prognoos on sisuliselt võimatu.



Joonis 3.5.4.1. *Salmonelloosi* juhtude arv Eestis aastatel 2006–2014 (Terviseameti andmete põhjal)

Täpsed andmed kliimamuutuste mõjust mükotoksiinide levikule Eestis tulevikus puuduvad. Aflatoksiinide levikut maisis on üleeuroopaliselt hinnatud (maisi

osatahtsus jääb Eestis eeldatavalt väikseks ka tulevikus). Selle alusel võib aflatoksiiniega saastumise risk kuni kolmekordistuda 21. sajandi lõpuks +5 °C kliimamuutuste stsenaariumi korral (sarnane RCP8.5-le) (Joonis 3.5.4.2).



Joonis 3.5.4.2. Risk maisi saastumiseks aflatoksiin B1ga + 2 °C ja + 5 °C kliimamuutuste stsenaariumi korral aasta 2079 keskmiste meteoroloogiliste tingimuste korral perioodil 2000–2100 (Battilani *et al.* (2012) põhjal).

Rakendatud meetmed

Seni rakendatud meetmeks on Terviseameti nakkushaiguste laborite võimekuse arendamine, toidu saasteainete infosüsteemi tõhustamine ning Veterinaar- ja Toidulaboratooriumi võimekuse parandamine. Lisaks sellele on Eesti RASFF (Rapid Alert System for Food and Feed) ehk kiirhoiatussüsteemi liige, mis on osa Euroopa Komisjoni infosüsteemidest, loodud tarbija kaitsmiseks toidust pärinevate ohtude eest (Euroopa Parlamendi ja Nõukogu määrus nr (EÜ) 178/2002 Art.50). Antud süsteemi Eestis haldab Veterinaar- ja Toiduamet.

3.5.5. Siirutajate kaudu levivad haigused

Probleemid

Siirutajate kaudu levivate haiguste puhul on tegemist siirutajate ehk vektorite vahendusel levivate haiguste ehk transmissiivsete nakkustega. Peamised siirutajad on verd imevad putukad (säased, puugid, liivakärbsed), kes levitavad inimeselt inimesele või loomalt inimesele patogeene ehk haigustekitajaid. Kliimamuutused mõjutavad omakorda siirutajate kaudu levivate haiguste esinemist.

Prognooside kohaselt mõjutavad kliimamuutused vektorputukate (nt sääskede ja puukide) põhjustatud nakkushaiguste levikut, mis on tingitud nende putukate geograafilisest levialast ning aktiivsuseperioodide ja populatsioonide suuruse muutumisest (Confalonieri *et al.*, 2007). Kuigi kliimamuutuste kontekstis on palju räägitud malaariast, siis mitmete mudelite abil prognoositud paiksest kliimamuutusest põhjustatud malaaria üldine levikuohu Euroopas on väga väike, eriti asjakohaste tervishoiuteenuste ja tõhusa sääsetõrjega piirkondades (EEA/JRC/WHO, 2008).

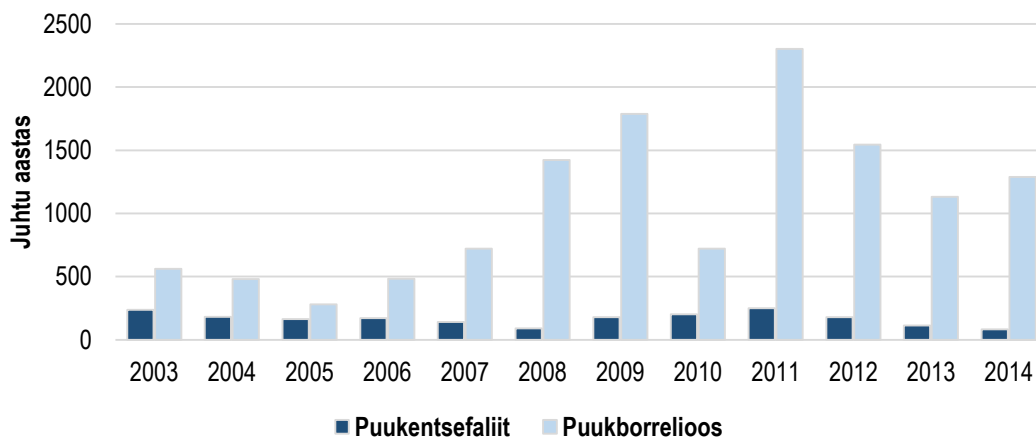
Kliimamuutuste mõju siirutajate kaudu levivatele haigustele Eestis

Nii Eestis, kuid Euroopas üldiselt on kõige olulisemaks kliimamuutuste mõjutavaks siirutajate kaudu levivateks haigusteks puukidega edasikanduv puukborreliosis (Joonis 3.5.5.1).

Strength of link with climate change in Europe	High		<i>Vibrio</i> spp. (except <i>V. cholerae</i> O1 and O139)* Visceral leishmaniasis*	Lyme borreliosis*	Weighted high risk		
	Medium	CCHF Hepatitis A Leptospirosis	Tularaemia Yellow fever Yersiniosis	Campylobacteriosis Chikungunya fever* Cryptosporidiosis Giardiasis Hantavirus	Rift Valley fever Salmonellosis Shigellosis VTEC West Nile fever	Dengue fever TBE*	Weighted medium risk
	Low	Anthrax Botulism Listeriosis Malaria	Q fever Tetanus Toxoplasmosis	Cholera (O1 and O139) Legionellosis Meningococcal infection			Weighted low risk
		Low	Medium	High			
		Potential severity of consequence to society					

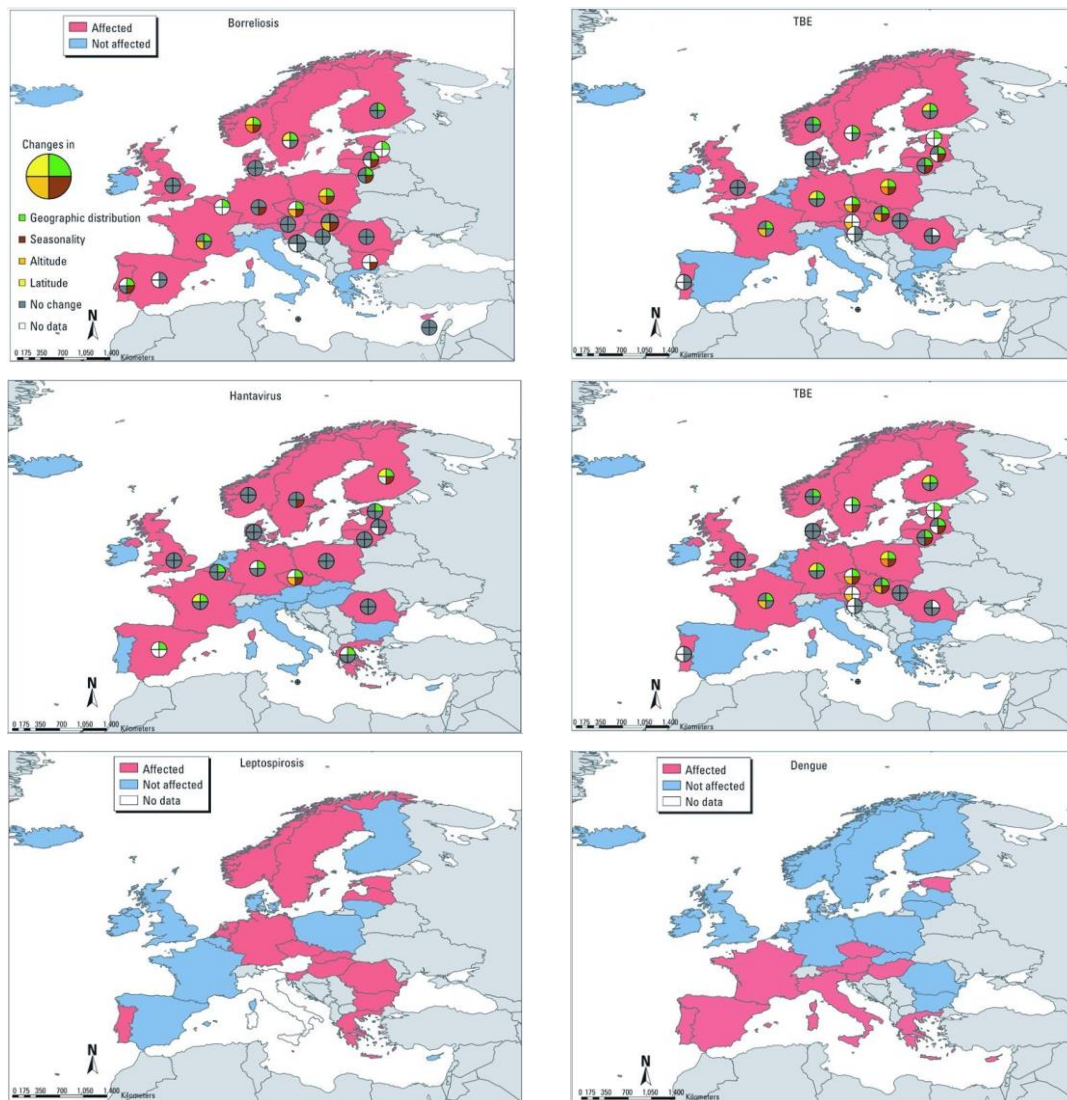
Joonis 3.5.5.1. Kliimamuutuste mõju nakkushaigustele – kaalutud analüüs Euroopas (Lindgren *et al.* (2012) põhjal).

Kliimamuutuste tõttu nihkub puukide leviala piir Euroopas põhja poole, lisaks võivad pehmemad talved ja vihasemad suved suurendada puukide arvu ja selle tagajärjel ka haigestumist. Kui vaadata haigestumist Eestis, siis viimase kümne aasta jooksul on puukborreliosisi haigestumine oluliselt kasvanud (Joonis 3.5.5.2). Küll ei ole see põhjustatud vaid keskkonnast tingitud teguritest – registreeritud haigusjuhtude arvu on mõjutanud ka parem haiguste diagnoosimine (Prükk & Kisand, 2009).



Joonis 3.5.5.2. Registreeritud puukentsefaliidi ja -borreliosisi juhtude arv Eestis aastatel 2003–2014 (Terviseameti andmete põhjal).

Ekspertide hinnangul (Semenza *et al.*, 2012) võiks Eestis tulevikus kliimamuutused mõjutada leismanioosi, hantaviiruse, puukentsefaliidi, tulareemia ja dengue-palaviku levikut (Joonis 3.5.5.3). Siinkohal tuleb kindlasti märkida, et tegemist oli ekspertpaneeli arvamusega, mistõttu konkreetsed tulemused sõltusid sellest, kui võrd olid nad kursis Eesti olude ning kliimaprognoosidega. Samas ülevaates leiti ka, et kliimamuutuste tõttu võiks tulevikus sageneda Euroopas ka leptospiroosi ja salmonelloosi levik (Semenza *et al.*, 2012).

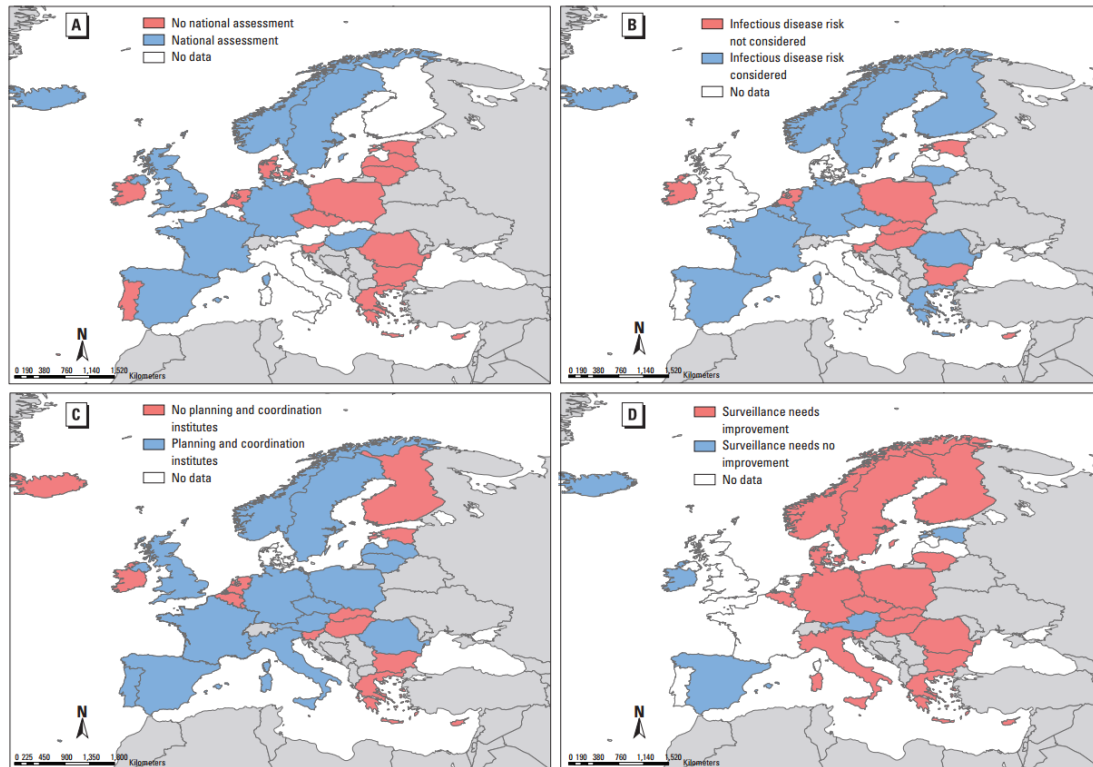


Joonis 3.5.5.3. Riiklike ekspertide arvamus 2009–2010, kas kliimamuutused mõjutavad järgnevate siirutajate kaudu levivate haiguste levikut (Semenza *et al.* (2012) põhjal).

Rakendatud meetmed

Antud haiguste vähendamiseks on oluline tervishoiu- ja sotsiaalsüsteemide valmisolek ja arvestamine kliimamuutuste tervisemõjuga, nt epidemioloogiline järelevalve, nakkushaiguste tõrje ning äärmuslike ilmastikunähtuste mõju kontroll. Selliste meetoditega on võimalik vähendada ka haavatavust kliimamuutustest

mõjutatud nakkushaiguste tõttu (Suk *et al.*, 2014). Eestis tegeleb siirutajate kaudu levivate haiguste seirega Terviseameti nakkushaiguste labor. Ühe meetmena võib nimetada selle labori võimekuse arendamist. Eelnevalt kirjeldatud uuringus (Semenza *et al.*, 2012) hinnati lisaks ka süsteemi toimivust (Joonis 3.5.5.4). Selle alusel puudub Eestis hinnang, kuivõrd kliimamuutused võiks mõjutada tervist (A), ei ole arvestatud nakkushaiguste riski kui kliimamuutuste põhjustatud (B), pole arendanud kohalikku planeerimist või koordineerimist institutsiooni jälgimaks kliimatundlikke nakkushaiguseid (C), kuid riigi jälgimisprogramme on hinnatud piisavaks (D).



Joonis 3.5.5.4. Hinnang riigi plaanidele olemasolule ja süsteemidele toimivuse kliimatundlike nakkushaiguste osas (Semenza *et al.* (2012) põhjal)

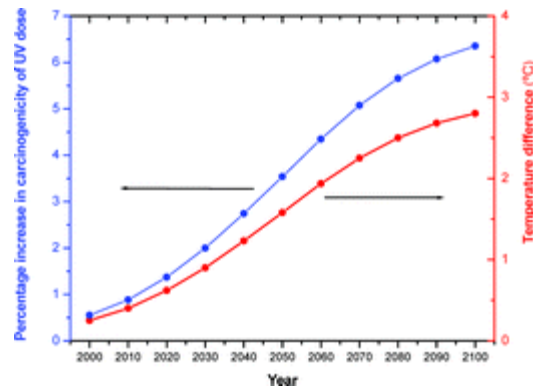
3.5.6. Ultravioletkiirgus ja päikesevalgus

Probleemid

Kliimamuutuste üks kaudseid tervisemõjusid tuleneb ultraviolettkiirguse taseme muutumisest Euroopa regioonis. Liigne UV-kiirgus omakorda on seotud päikesepõletuse, geenimutatsioonide, immuunsüsteemi nõrgenemise, melanoomide ja nahavähi, krooniliste silmakahjustuste ning naha vananemise ja paksenemisega. Teisalt on mõõdukas UV-kiirgus vajalik nähtava päevituse tekkeks, samuti soodustab see organismis D-vitamiini tekkimist, hävitab õhus haigustekitajaid ja tugevdab immuunsust. Seega ohtlik on just olukord, kui kliimamuutuste tõttu võime liikuda soodsatest ja mõõdukatest UV-kiirgusega kokkupuutetasemetest liigsetele ja kahjulikele kokkupuutetasemetele.

Kuigi osoonitaseme stabiliseerumine stratosfääris viib keskmise UV-kiirguse taseme vähenemiseni, siis samaaegne temperatuuri kasv soodustab keemiliste reaktsioonide

kiirenemist, mis teatud ilmastikutingimustega kombineerituna loovad mini-oooniauke, mis omakorda põhjustavad kõrgemaid UV-kiirguse tasemeid (O'Hagan *et al.*, 2012). Teadusuuringutes korreleerub liigsele UV-kiirgusele ekspositsioon kõige otsesemalt nahavähki haigestumusega, sh pahaloomulisse melanoomi ja katarakti (Gallagher & Lee, 2006). Van der Leun *et al.* (2008) on näidanud olulist vähiriski suurenemist tulevikus temperatuuri tõustes (Joonis 3.5.6.1). Näiteks leidsid nad USA andmetest, et skvamooseste (lameepiteeli) rakkude kartsenoomi haigestumus oli 5.5% võrra kõrgem ja basaalarakkude kartsenoomid 2,9% võrra kõrgemad iga °C temperatuuri suurenemise võrra.

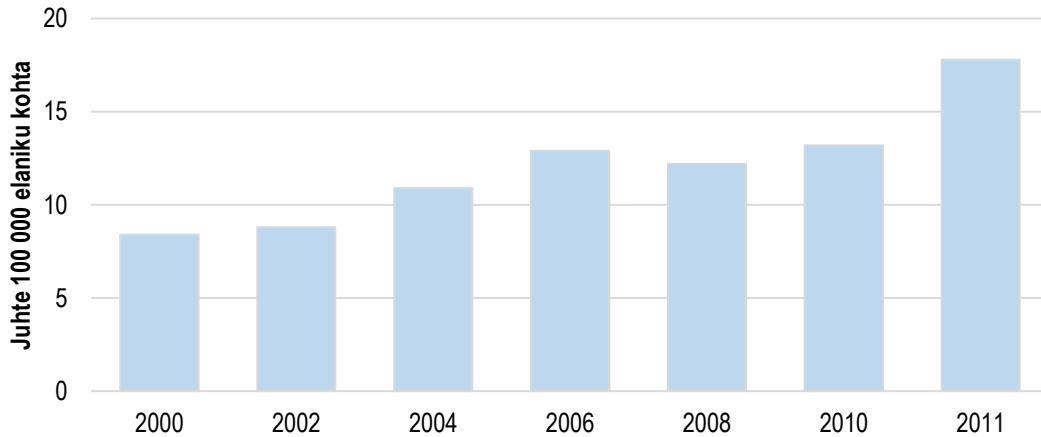


Joonis 3.5.6.1. Temperatuuri kasv ning UV doosi ja vähiriski suurenemine (van der Leun *et al.* (2008) põhjal)

Teisalt on Soomes välja toodud võimalikud vaimse tervise riskid, mis on seotud lumikatte vähenemise ning pilvisemate ilmadega tulevikus (Terveyskirjasto, 2010). Oletatakse, et kõrgem enesetappude sagedus novembrist märtsini on tingitud vähesest päikesevalgusest (Ruuhela *et al.*, 2009). Arvatakse, et ka tulevikus avaldavad sombusemad ilmad negatiivset mõju vaimsele tervisele. Kas ja kuidas võiks see mõjutada Eesti elanike tervist, täpsustatakse uuringu järgnevas faasis koostöös Soome teadlastega.

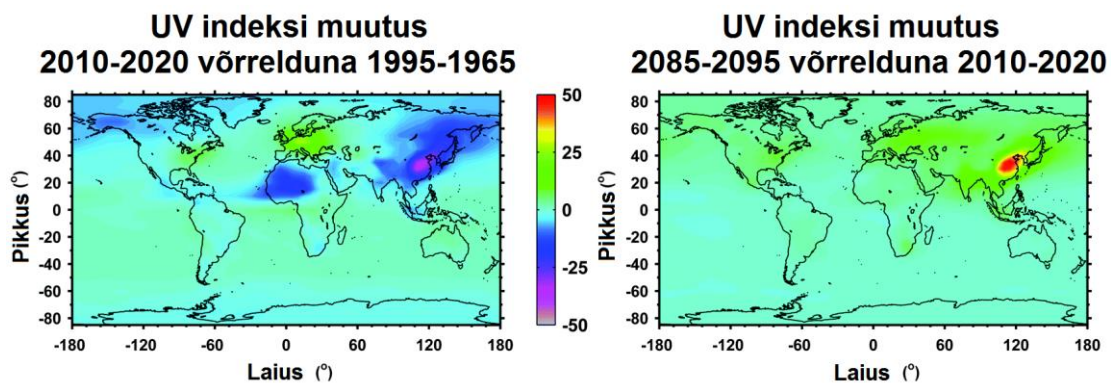
Kliimamuutuste mõju ultraviolet- ja päikesekiirgushaigustele Eestis

Melanoomi haigestumus Eestis on näidanud selget kasvutendentsi (Joonis 3.5.6.2), ulatudes juba üle 200 esmasjuhu aastas (2011. aastal 236 juhtu).



Joonis 3.5.6.2. Melanoomi haigestumuskordaja muutus Eestis 2000–2011 (Eesti vähiregistri andmete põhjal)

Kuigi osaliselt võib haiguskoormus olla seotud ka solaariumipäevituse tarbimiskultuuri kasvu kui ka „päikesereisidega“ välisriikidesse, siis teiste maade uuringud näitavad, et nahavähki haigestumus on seotud eeskätt kohaliku UV-kiirguse taseme muutustega. Euroopa riikides tehtud uuringu EUROSUN kohaselt saadakse rahvastiku kumulatiivne koguekspositsioon UV-kiirgusele peamiselt elukohajärgselt. Näiteks Põhjamaade (sh Eesti) elanikud on hiliskevadel ja varasüvel sarnase ekspositsiooniga kui Saksamaa või Prantsusmaa elanikud samal perioodil (EUROSUN, 2012). Eestis vastavad uuringud siiani puuduvad, kui teatud trende on võimalik tuletada globaalsetest uuringutest. Värske hinnangu järgselt (Bais *et al.*, 2015) võib selle sajandi lõpuks Eesti lauskraadidel suurenda UV indeks kuni veerandi võrra (Joonis 3.5.6.3). Küll on selliste hinnangute täpsus madal, mis ei võimalda hinnata täpset vähijuhtude arvu kasvu tulevikus Eestis.



Joonis 3.5.6.3. UV indeksi muutus võrrelduna eelneva perioodi ning tulevikuga (Bais *et al.* (2015) põhjal).

Rakendatud meetmed

Eestis jagab ultraviolettkiirgusega seotud terviseohtude kohta käivat infot Terviseamet. Erüteemset UV-kiirgust mõõdetakse Tõraveres Tartu Observatooriumi atmosfääri seire tööühma poolt. Hoiatusi UV-kiirguse kohta hakati edastama 2000.

aasta varasuvest Eesti Rahvusringhäälingu kaudu. Lisaks on Keskkonnaagentuuri vaatlusvõrgus UV-B 306 nm kitsasriba sensorid Kipp&Zonen CUVB-1 seatud vaatlusväljakutele Harkus, Pärnus ja Roomassaares. Infot mõõdetud tasemete kohta saab Riigi Ilmateenistuse kodulehelt.

3.5.7. Ebavõrdsus ja keskkonnamuutuste põhjustatud migratsioon

Probleemid

Kliimamuutuste mõjud on nii käesoleval ajal kui ka tulevikus Euroopa regioonide vahel ebahõltselt jagunenud, põhjustades tervise ebavõrdsust nii riikide sees kui riikide vahel. Kliimamuutuste tervisemõjude hindamisel ja ennetamisel on oluline arvestada erinevate tundlike rühmade, nende suuruse ning paiknemisega. Tundlikkus ehk haavatavus seisneb nende rühmade bioloogilises eripäras (pärilik eelsoodumus, arengufaas, tervislik seisund) või ekspositsiooni ulatuses ja intensiivsuses. Keskkonnateguritele on enim eksponeeritud välitöölised, lapsed, kodutud. Teistest enam on vastuvõtlikud lapsed, eakad, naised ja kroonilisi haigusi põdevad või puudega inimesed. Tervis ja heaolu on tugevalt seotud sotsiaal-majanduslike mõjuritega nagu sissetulek, elutingimused, tööhõive, haridus, eluviis ja sugu (vt Tabel 3.5.7.1.).

Uuringud on tõestanud: kuumaga seotud üldsuresusel on tugev sõltuvus sotsiaal-majanduslikest teguritega. Lisakoormus avaldub eriti teravalt madalama sissetulekuga gruppides. Teatud tervisetulemite osas (nt eelnevalt nimetatud kuuma ja ka õhusaastega seotud suremus) on eriti tugevalt mõjutatavad eakad inimesed. Samas mõjutavad haavatavaid gruppe nagu eakad omakorda kaasvalt sotsiaal-majanduslikud tegurid (Haines *et al.*, 2006).

Tabel 3.5.7.1. Kliimamuutustest põhjustatud tervisemõjudest haaratud haavatavad/tundlikud rühmad ning haigestumust ja suremust mõjutavad tegurid

Haavatavad grupid	Sotsiaal-majanduslikud tegurid
Eakad	Sugu
Lapsed	Haridus
Kroonilisi haigusi põdevad isikud	Tööhõive
Puudega isikud	Sissetulek
Välitöölised	Elutingimused
Kodutud	Eluviis

Tervise ebavõrdsus võib suurenedagi nii riikide sees kui vahel ning kindlasti paneb see lisakoormuse vaesematele rühmadele. See omakorda ohustab mitmeid (riiklikke) arendustegevusi ja strateegiad, mis on suunatud tervise ja heaolu parandamisele. Näiteks on ohustatud mitmed arengusihid ja eesmärgid, mis on sätestatud MDG-s (Millenium Development Goals), eriti WHO Euroopa regiooni idaosas (CEHAPIS).

Kliimamuutused, keskkonna halvenemine ja rahvusvaheline migratsioon on omavahel komplekselt seotud (European Commission, 2013b). Praegused uuringud järeldavad, et kuigi keskkonnamuutused mõjutavad rahvastiku rännet tõenäoliselt olulisel määral, siis enamik keskkonnast põhjustatud migratsiooni toimub pigem arengumaade sees ja vahel, mitte Euroopa suunas. Kliimamuutuste võimalikku mõju Euroopa Liidu kodanike sisemaisele mobiilsusele mõistetakse veel halvasti. Samas võib elanike liikumisega liikmesriikide territooriumil või territooriumile tundlike rühmade hulgas kasvada vajadus humanitaarabi ja tervisekaitse järele, mis nõuab tervishoiusüsteemide

täiendavat võimekust (diagnoosida siiani Eestis vähelevinuid haiguseid, põgenike kultuurilised erinevused, keelebarjäärid jne). Lisaks võib inimeste liikumisega muutuda ka nende vastuvõtlikkus haigustele ning muutunud rahvastiku tõttu peamiste haiguste põhjuste osakaal (McMichael *et al.*, 2012). Antud teemaga tegeldakse Euroopas aktiivselt ning seda aitab koordineerida näiteks „*Climate Change and Migration*“ võrgustik (<http://www.climatemigration.eu>).

Kliimamuutuste mõju ebavõrdsusele ja migratsioonile Eestis

Eestis siiani antud valdkonda puudutavad uuringud puuduvad. Peale teoreetiliste ohtude (nagu viimasel ajal üles kerkinud pagulaste küsimused), on need teemad olnud aktuaalsed ka varem, kus tihti on tulnud toetada tormikahjustuste likvideerimist (just vaesematel inimestel puuduvad võimalused nendega ise toime tulla ning nende elamud on tihti kindlustamata). 2005. aasta jaanuaritormi ajal evakueeriti umbes 200 inimest (kellest osa ei saanud koheselt oma kodudesse tagasi pöörduda ulatusliku niiskuskahjustuse tõttu). Kui me vaatame tulevikku ning võrdleme kahte käsitletud stsenaariumi, siis on RCP8.5 puhul võrreldes RCP4.5ga mõjud oluliselt suuremad (selle mõju kliimaatilistele tingimustele regioonidest, kus migratsioon lähtub, on oluliselt tugevam).

Meetmed

Kliimamuutustest tingitud ebavõrdsust aitab vähendada tundlikele riskirühmadele suurema tähelepanu pööramine. Tundlikele gruppidele on kaudselt tähelepanu pööratud enamikes eelnevalt väljatoodud meetmetes. Samas on tihti probleemiks, et riskirühma kuuluvad isikud ise ei pea ennast tundlikku gruppi kuuluvaks egi järgi antud soovitusi. Migratsiooni küsimustega tegeleb Eestis Politsei- ja Piirivalveamet. Samas Eestis nagu ka Euroopas laiemalt puuduvad kogemused kliima- ja keskkonnamuutustest põhjustatud migratsiooniga ning seetõttu ei ole ka meetmed vajalikud olnud. Samas on antud teema muutumas järjest aktuaalsemaks ning seda võimendavad planeeritavad Euroopa Komisjoni pagulaste kvoodid.

Tervislikuma elukeskkonna kujundamist erinevate meetmete abil toetab dokument „Eesti Keskkonnastrateegia aastani 2030“, mis sisaldab tervist mõjutavate väliskeskkonna tegurite seire- ja infosüsteemi arendamist, andmete avalikustamist ning terviseriskide hindamist ja järelevalve süsteemi väljaarendamist pikaajaliste keskkonnaterviseriskide vähendamiseks ja maandamiseks. „Rahvastiku tervise arengukava 2009–2020“, toetab tervist toetava elukeskkonna arendamist ja elukeskkonnast tulenevate terviseriskide vähendamist.

Diagnoosimaks siiani Eestis vähelevinuid haiguseid, saamaks hakkama põgenike kultuuriliste erinevuste ja keelebarjääridega, peaksime koolitama ka tervishoiu töötajaid. Tallinnas on oluline tema ka turistid, kes võivad näiteks kuumalainete ajal vajada esmaabi ja haiglaravi. Kõigi nende riskidega peab kohanema kogu Eesti tervisesüsteem.

3.5.8. Tervisesüsteem ja selle mõju kliimamuutustega kohanemisele

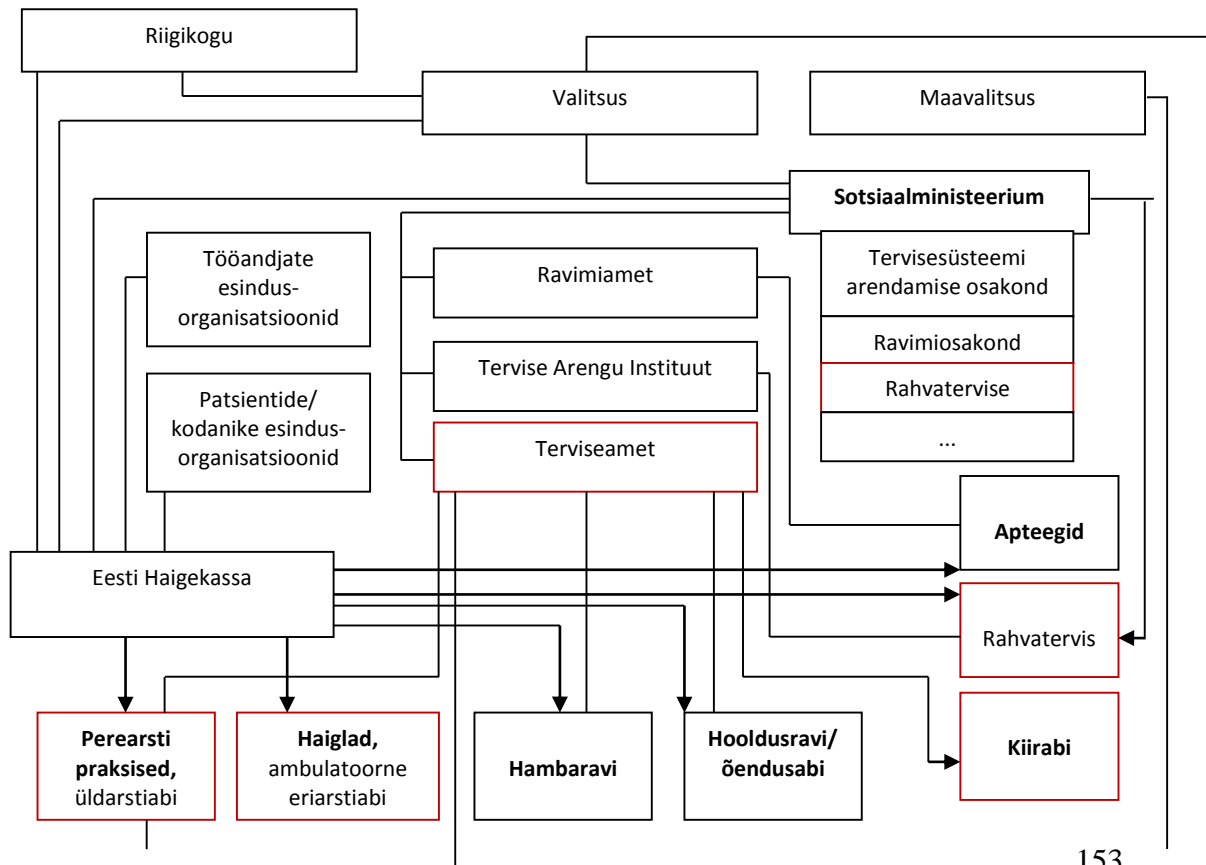
Järgnev ülevaade Eesti tervisesüsteemist on koostatud Koppel *et al.* (2008) põhjal.

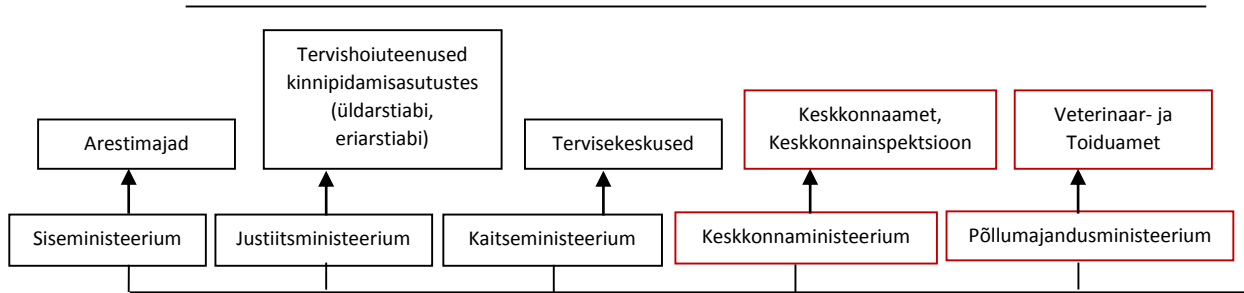
Tervisesüsteemi struktuur on keerukas ja hõlmab arvukalt osapooli, kelle hulka kuuluvad mitmed Sotsiaalministeeriumi haldusalas asuvad asutused (nt terviseala asutused nagu Terviseamet, Tervise Arengu Instituut ja Ravimiamet), teised seotud

ministeeriumid, avalik-õiguslikud iseseisvad asutused nagu Eesti Haigekassa, haiglad ja esmatasandi tervishoiuasutused ning mitmed valitsusvälised organisatsioonid ja erialaühingud (Joonis 3.5.8.1). Viimastel aastatel on järjest aktiivsemalt tervisesüsteemi tegevustesse kaasatud teisi osaliselt või kaudselt seotud valdkondi, nt keskkonna-, põllumajandus-, majandus-, õigus-, ja transpordisektor, eesmärgil töötada välja horisontaalseid valdkondadevahelisi strateegiaid, sh kliimamuutustega kohanemine.

Tervisesüsteemi juhtimine ja järelevalve ning tervisepoliitika väljatöötamine on Sotsiaalministeeriumi ja selle hallatavate asutuste ülesanne. Tervishoiuteenuste rahastamine toimub peamiselt sõltumatu Eesti Haigekassa kaudu, kellel on olnud järjest kandvam roll tervisesüsteemi uuendamisel (eelkõige rahastamise tõttu). Sotsiaalministeerium ja selle ametid vastutavad rahvaterviseteeenuste rahastamise ja juhtimise eest riigieelarvest makstava osa ulatuses. Kohalikel omavalitsustel on väike ja pigem vabatahtlik roll terviseteeenuste organiseerimisel ja rahastamisel. Maavalitsus esindab riiki piirkondlikul tasandil, kuid ilma seadusandliku funktsioonita. Tervishoiu osas vastutavad maavanemad üldarstiabi eest, kuulutades välja konkursse perearsti ametikohtadele ning kinnitades nende ametissenimetamised. Maavanemad määravad samuti perearstide teeninduspiirkonnad ning korraldavad kontrolli perearstide tegevuse üle.

Eestis on neli tervishoiuteenuste liiki: esimese etapi arstiabi ehk üldarstiabi, mida osutavad perearstid; kiirabi; eriarstiabi (st teise- ja kolmanda etapi arstiabi) ja õendusabi. Eesti tervisesüsteemi keskmeks on perearstikeskne üldarstiabisüsteem, kus tegutsevad perearstid ja pereõed. Üldarstiabi toetavad kogu Eestis kättesaadavad kiirabiteenused. Eriarstiabi on osutatud järjest rohkem ambulatoorse ravina ning kõrgtehnoloogiat kasutav arstiabi on koondatud valitud tervishoiuasutustesse. Seda toetavad omakorda mitmed informatsiooni andvad meetmed nagu 24 tundi ööpäevas töötav perearsti nõuandetelefon.



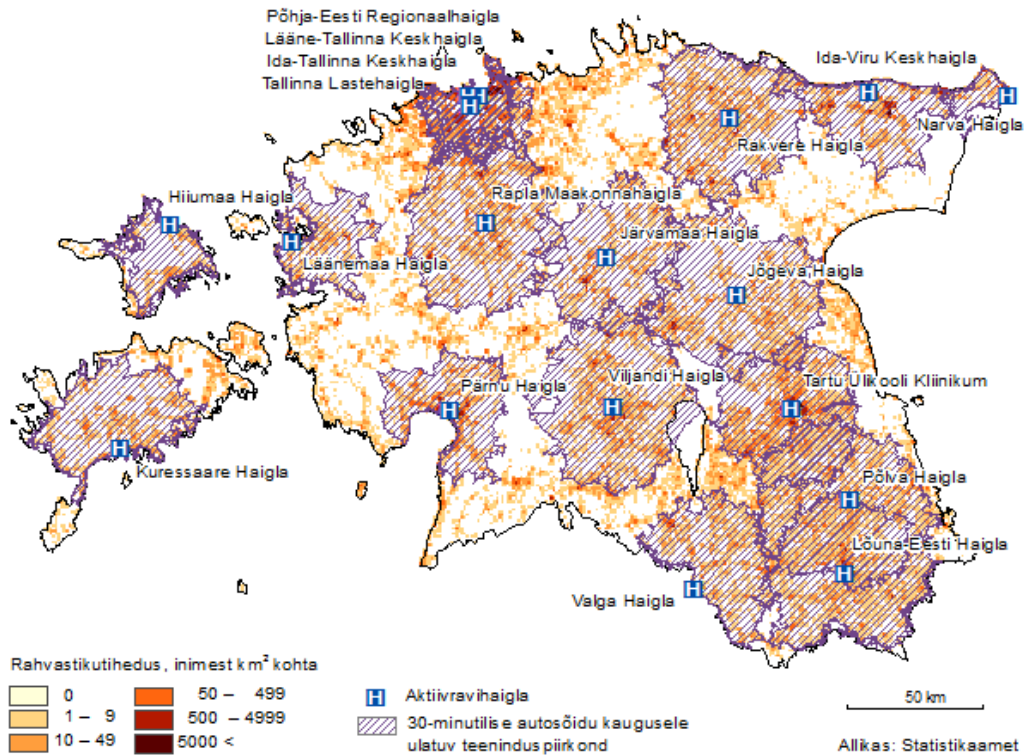


Joonis 3.5.8.1. Eesti (keskkonna)tervisesüsteem (punasega on märgitud kliimamuutuste ja tervise seisukohast kõige olulisemad süsteemi osad).

Enamik haiglaid on kas kohalike omavalitsuste omandis olevad aktsiaseltsid või riigi, kohalike omavalitsuste või muude avalik-õiguslike organisatsioonide poolt asutatud sihtasutused. Enamik ambulatoorse arstiabi osutajatest on eraomandis. Kõik perearstid on kas eraettevõtjad või (perearstide omandis olevate) äriühingute palgatöötajad. Perearstiabi osutavad äriühingud võivad pakkuda vaid üldarstiabi ja õendushooldusteenuseid.

Neli keskhaiaglat osutavad osaliselt kõrgema etapi, kuid peamiselt teise etapi arstiabi. Igaüks teenindab ligikaudu 200 000 elanikuga piirkonda. Kaks neist asuvad Tallinnas: Lääne-Tallinna Keskhaiagla ja Ida-Tallinna Keskhaiagla. Pärnu Haiagla katab peamiselt Pärnu maakonda ja Ida-Viru Keskhaiagla Ida-Viru maakonda. Lõuna-Eestis elavad inimesed saavad eriarstiabi keskhaiagla tasemel Tartu Ülikooli Kliinikumis. Kohalikud ja üldhaiaglad on aktiivravihaiaglad, mis asuvad inimestele kõige lähemal. Need on enamasti 50–200 voodikohaga väiksed haiaglad, kus ravitakse kergemaid haigusjuhte. Igas Eesti maakonnas on vähemalt üks kohalik või üldhaiagla. Eranditeks on Tartu, Pärnu ja Harju maakond, kus haiaglavõrgu arengukava järgi ei ole planeeritud hiljemalt aastaks 2020 eraldi üldhaiaglat, vaid neid teenuseid osutab selle asemel kesk- või piirkondlik haiagla. Kohalik haiagla on vajalik keskustes, mis asuvad kaugemal kui 70 km üld-, kesk- või piirkondlikust haiaglast, või maakonnakeskustes.

Haiaglavõrgu planeerimisel on Eestis lähtutud põhimõttest, et haiaglad asuksid ühetunnise autosõiduteekonna või kuni 70 km kaugusel elanikest. Selle teeninduspiirkonna sees elab 99% rahvastikust (probleemsed on vaid väikesaared). Samas, haiagla 30-minuti-raadiusest jäävad välja maakonnakeskustest kaugemad, hõredama asustusega alad, näiteks Harjumaal Kehra ja Kuusalu ümbrus, Tartu maakonnas Rõngu kant ja Lääne-Virumaal Jäneda kant (Joonis 3.5.8.2).

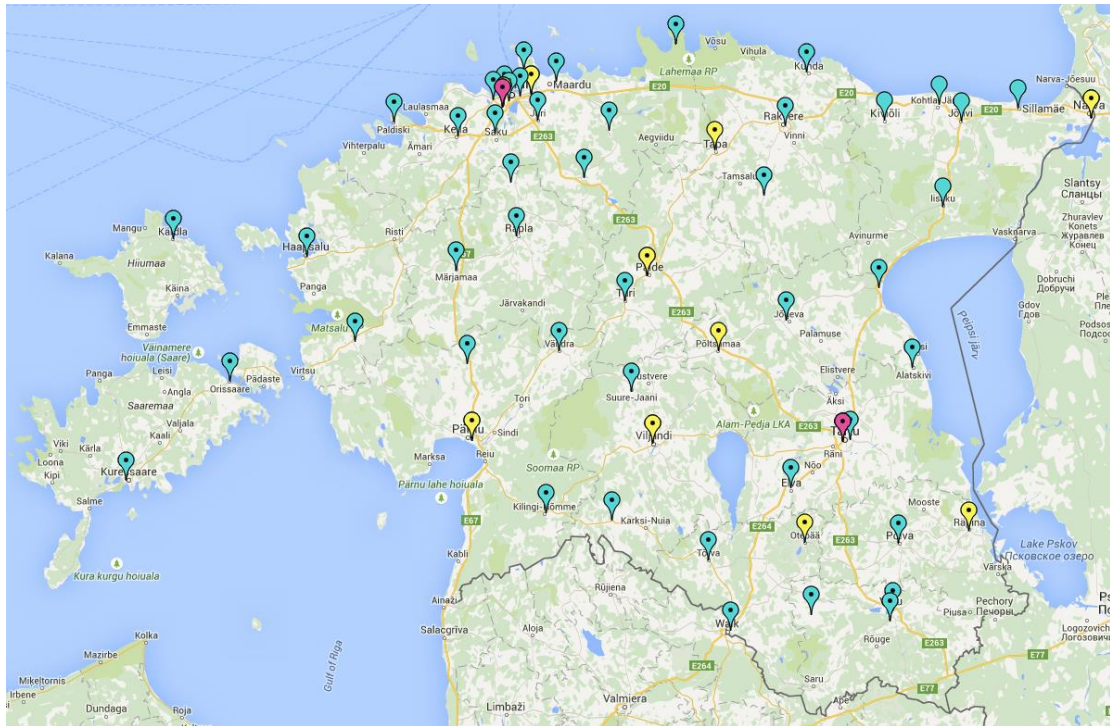


Joonis 3.5.8.2. Haiglate 30-minutilise autosõiduteekonna kaugusele ulatuvad teeninduspiirkonnad ja rahvastiku tihedus (REL 2011 alusel). Allikas: Statistikaamet

Eestis defineeritakse kiirabi kui ambulatoorset tervishoiuteenust eluohtliku haigestumise, vigastuse või mürgistuse esmaseks diagnoosimiseks ja raviks ning vajaduse korral abivajaja transpordiks haiglasse. Kiirabivõrk katab kogu Eesti (Joonis 3.5.8.3) ning selle teenused on kättesaadavad kõikidele kodanikele. Kokku on Eestis 45 kiirabibrigaadi²². Lisaks on haiglates erakorralise meditsiini osakonnad, mille töötajateks on erakorralise meditsiini ja teiste erialade spetsialistid.

Antud tervisesüsteemi osad on eriti olulised andmaks abi äärmuslikest ilmastikunähtustest põhjustatud tervisesündmuste puhul.

²² [Eesti Kiirabi Liit](#)



Joonis 3.5.8.3. Kiirabibrigaadide paiknemine Eestis (Eesti Kiirabi Liidu andmetel)

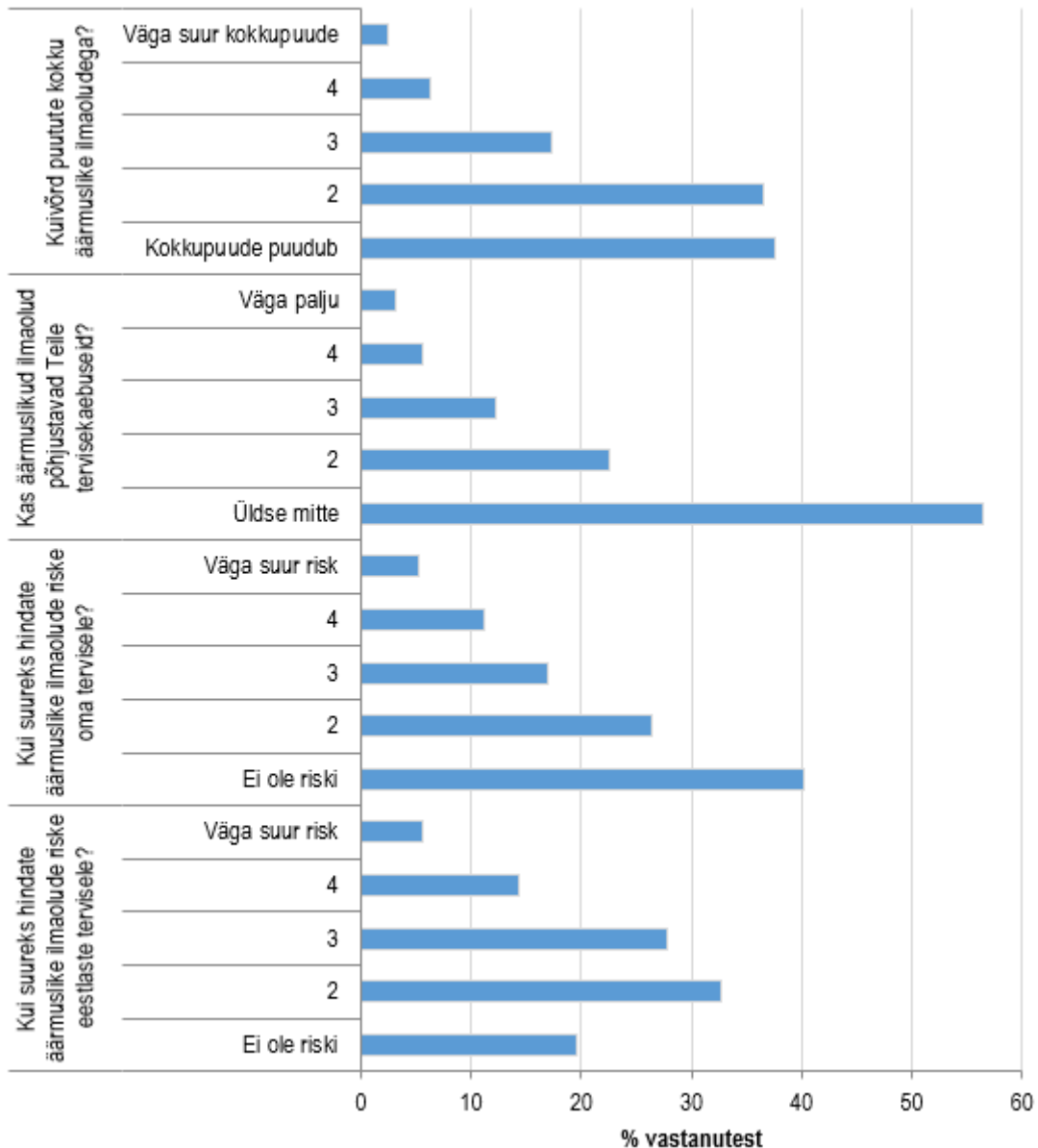
3.5.9. Elanike kliimamuutuste riskide tunnetamisest, kokkupuutest äärmuslike ilmastikuoludega ning suhtumisest nendega seotud tervisemõjudesse

Värskest valminud uuringus „KesTeRisk – Keskkonnatervis: arusaamine riskidest ja motivatsioon tervisemõjude vähendamiseks“ uuriti muuhulgas ka Eesti elanike kliimamuutuste riskide tunnetamisest, kokkupuutest äärmuslike ilmastikuoludega ning suhtumisest nendega seotud tervisemõjudesse (Orru *et al.*, 2015). Antud KesTeRisk projekti raames viidi läbi 2015. aasta veebruaris ja märtsis üle-eestiline uuring kokku 1000 respondendiga.

Esiteks küsiti inimestelt, (1) kui võrd puutuvad nad oma elukeskkonnas kokku äärmuslike ilmaoludega (tormid, kuumalained), (2) kas äärmuslikud ilmaolud põhjustavad neil tervisekaebuseid, (3) kui suureks hindavad nad äärmuslike ilmaolude riske oma tervisele ning (4) üldse Eesti elanike tervisele.

Enam kui kolmandikul vastajatest nende endi arvamuse kohaselt kas ei puutunud üldse või oli neil väike kokkupuude äärmuslike ilmaoludega (tormid, kuumalained) (Joonis 3.5.9.1). See näitab selgelt seda, et inimesed tegelikult ei pruugi tajuda kuumalainete olemust (2010. aasta või ka uuringule eelnenud 2014. aasta kuuma suvega pidi kokku puutuma enamik vastajatest). Vaid 10% elanikest hindas oma kokkupuudet suureks või väga suureks.

Enam kui pool vastanutest leidis, et äärmuslikud ilmaolud ei tekita neile mingeid tervisekaebuseid ning vaid kümnendikule tekitas palju või väga palju terviseprobleeme (Joonis 3.5.9.1). Vastanud nägid enam riski eestlaste kui oma tervisele – seega mingil määral arvatakse, et teiste tervis on ohustatud, kuid ennast ohugruppi kuuluvaks ei peeta. Sarnane suhtumine on ilmnunud nii USAs (Sheridan *et al.*, 2007) kui Ühendkuningriikides (Wolf *et al.*, 2010).



Joonis 3.5.9.1. Äärmuslike ilmaoludega kokkupuute ja terviseriskide tunnetamine Eestis (Orru *et al.* (2015) andmetel).

Peale riskide tajumise on kliimamuutustega kohanemise seisukohast kriitiliselt oluline, kas inimesed teevad midagi kuumade õhku mõjude vähendamiseks ning mis on kokkupuute vähendamiseks mittetegelemise põhjused. Selleks küsiti inimestelt, et kas nad võtsid möödunud suvel korduvalt ette tegevusi, et vähendada kuumade õhku mõju endale või oma pereliikmetele. Kuumade õhku mõjude vähendamise praktikad ja nende kasutamise sagedus Eesti elanike seas on toodud tabelis 3.5.9.1.

Selgus, et vaid 8,7% Eesti elanikest ei teinud midagi vähendamaks kuumade õhku mõju endale või enda pereliikmetele. Samas 60% on vältinud õues otsese päikesekiirguse käes viibimist (sh olnud varjus), 71% on joonud rohkelt vett, 67% on kandnud õhemaid riided ja peakatet ning 36% on viibinud siseruumides. Üldiselt on sugude lõikes tegevused samad, küll oli meeste hulgas veidi enam midagi teinud. Vanuse lõikes kasutasid noored enam õhukonditsioneerid ning vanemad vältisid enam otsese päikesekiirguse käes olemist ning jälgisid kuumahoiatusi.

Tabel 3.5.9.1. Tegevused kuuma ilma mõju vähendamiseks (% vastanutest).

	Viibinud sise-ruumides	Kasutanud õhukonditsioneeri	Joonud rohkelt vedelikku	Kandnud õhemaid riideid ja peakatet	Vältinud otsese päikese kiirguse käes viibimist	Jälginud ilmateadet ja kuumahoiatusi	Midagi muud	Ei, ma ei ole teinud ühtegi eelnevatest tegevustest
KOKKU	36,4	19,3	71,2	67,3	59,6	34,5	1,1	8,7
Sugu								
Mees	35,6	20,2	68	63,5	51,9	32,6	1,3	10,8
Naine	36,4	19,9	74,4	70,3	63,4	35,1	1,1	7,5
Vanus								
18–24	29,2	20,3	68,5	63,5	45,6	27,3	2,5	12,4
25–44	32,7	27,2	76,8	69,3	55,2	32,3	1,2	8
45–64	40,8	17	69,8	66,9	61,6	36,3	1	9,3
65–74	38,9	6,8	62,2	64,2	67,4	38,3	0,6	8,3

Tabelis 3.5.9.2 on tausttunnuste lõikes toodud protsendid Eesti elanikest, kes on kuuma ilma mõjude vältimiseks võtnud ette kolm või enam tegevust, võtnud ette kuni kaks tegevust ning need, kes pole midagi ette võtnud. Tabeli viimases veerus on toodud ka põhjused, miks nad ei ole kuuma ilma mõjude vältimiseks midagi ette võetud. Peamiseks põhjuseks mitte midagi ette võtmiseks oli, et kuum ilm ei häiri neid (58,1%). Kuid üsna mitmed ei näe ka sellest kahju või nad pole selle peale mõelnud. Kolm või enam tegevust on ette võtnud 58% ning kuni kaks tegevust 33% Eesti elanikest. Kokkuvõtteks peaks parandama eestlaste tunnetust äärmuslike ilmaoludest, nende terviseriskidest, enda kuulumist tundlike isikute hulka ning arvestamist kliimamuutuste ja sagedasemate tormide ja kuumalainetega tulevikus.

Tabel 3.5.9.2. Kuuma ilma mõjude vältimise ja mittevältimise põhjused tausttunnuste lõikes (% vastanutest)

	Võtnud ette 3 või enam tegevust	Võtnud ette kuni 2 tegevust	Pole midagi ette võtnud	Miks ei ole midagi ette võetud (1,2,3,4,5)*
KOKKU	57,7	33,3	9,1	(13,6; 58,1; 18,0; 7,2; 12,7)
Sugu				
Mees	54,1	35,2	10,8	(18,1; 44,7; 26,3; 10,3; 12,3)
Naine	61,0	31,5	7,5	(7,8; 75,6; 7,2; 3,2; 13,2)
Vanus				
18–24	45,9	41,8	12,4	(29,0; 61,2; 32,0; 0,0; 0,0)
25–44	60,4	31,6	8,0	(12,5; 56,2; 13,3; 7,9; 10,2)
45–64	59,2	31,5	9,3	(3,2; 58,4; 19,6; 12,3; 20,1)
65–74	56,6	35,1	8,3	(27,4; 58,0; 6,9; 0,0; 14,6)
Asulatüüp				
Linnalised asulad	55,5	34,1	10,4	(13,5; 61,4; 15,9; 5,7; 13,0)
Maa-asulad	62,5	31,5	6,0	(14,4; 45,1; 26,1; 13,1; 11,3)

	Võtnud ette 3 või enam tegevust	Võtnud ette kuni 2 tegevust	Pole midagi ette võtnud	Miks ei ole midagi ette võetud (1,2,3,4,5)*
Kodune keel				
Eesti	60,9	31,3	7,8	(18,6; 53,1; 20,4; 8,4; 11,1)
Vene või muu keel	50,9	37,4	11,7	(6,7; 65,1; 14,6; 5,6; 14,9)
Haridus				
Põhiharidus või madalam	56,5	37,8	5,7	(51,5; 28,0; 0,0; 0,0; 20,5)
Keskharidus	56,5	34,6	8,9	(14,6; 60,1; 23,9; 5,5; 10,5)
Kõrgharidus	61,1	28,5	10,4	(5,3; 62,2; 7,9; 12,0; 15,6)
Sissetulek				
Kuni 350€	62,3	32,5	5,2	(20,3; 39,9; 46,0; 6,6; 6,0)
350€–750€	58,6	31,6	9,8	(13,3; 57,6; 14,8; 5,2; 18,2)
Rohkem kui 750€	55,4	35,7	8,9	(19,1; 62,3; 16,8; 5,9; 6,6)
Koondindeks riskide tunnetusest				
Madal	51,5	37,1	11,3	(8,8; 57,9; 18,3; 3,9; 13,8)
Keskmine	55,6	35,2	9,3	(14,8; 56,8; 16,3; 7,5; 13,9)
Kõrge	68,9	25,1	6,0	(20,7; 62,2; 22,2; 13,8; 6,6)
Alla 7-aastaste laste olemasolu leibkonnas				
On alla 7-aastaseid lapsi	56,4	35,6	8,0	(7,6; 56,5; 24,5; 11,1; 7,4)
Ei ole alla 7-aastaseid lapsi	57,9	32,9	9,2	(14,5; 58,3; 17,1; 6,7; 13,4)
Tervise enesehinnang				
Väga hea	40,1	43,7	16,2	(14,8; 63,1; 12,3; 8,1; 14,0)
Hea	54,8	34,6	10,6	(8,9; 60,9; 20,4; 4,9; 12,6)
Keskmine	63,1	30,3	6,6	(24,5; 45,3; 17,6; 8,7; 14,6)
Halb	70,1	24,2	5,7	(0,0; 78,4; 17,2; 21,6; 0,0)
Väga halb	39,2	50,6	10,3	(0,0; 100,0; 0,0; 0,0; 0,0)

* Protsent nendest, kes ei ole midagi ette võtnud. 1 – ma ei ole selle peale mõelnud; 2 – kuum ilm ei häiri mind; 3 – ma arvan, et kuum ilm ei põhjusta mulle märkimisväärset kahju; 4 – ma arvan, et ei saa eriti mõjutada kokkupuudet kuuma ilmaga; 5 – muu.

3.5.10. Uurimisvajadus

Väärib rõhutamist, et KATI on esimene kompleksne uuringuga Eestis kliimamuutuste mõjust tervisele. Kuna tegemist on väluuringuga, siis on piiratud ajakava juures võimalik tähelepanu pöörata vaid võtmeküsimustele, mis vajavad asjatundlikku käsitlemist riiklikus strateegias. Uuringu käigus on lisaks ilmnenud hulgaliselt uusi aspekte, mis vajavad oluliselt põhjalikumalt käsitlust ja sügavamalt uurimist.

Äärmuslike ilmastikutingimuste tervisemõjud. Antud uuringus on ilmnenud oluline tervisemõju nii äärmuslikult kõrgetel kui madalatel temperatuuridel. Projekti lõpuks antakse soovitusel, kuidas selliste olukordadega kohaneda sh olemasolevate hoiatussüsteemide täiendamine. Sellele järgnevalt tuleb välja töötada tegevusplaanid (kuidas käituda hoiatuste korral) ning aastate pärast ka hinnata nende meetmete tõhusust. Inimesed, sh riskirühma esindajad tegelikult ei tunneta, taju ega teadvusta, et nad puutuvad kokku kuumalainetega või see ohustaks nende tervist (kuigi

objektiivsed tervisenäitajad seda tõestavad), mis eeldab nii süstemaatilist teadlikkuse tõstmist kui ka selle sotsioloogilist analüüsi.

Kliimamuutuste mõju õhukvaliteedile siiani Eestis uuritud ei ole. Teatud järeldusi saame teha Euroopaüleste uuringute põhjal ning enamikel juhtudel puudub meil ka võimekus keerukate õhusaaste tulevikumudelite rakendamiseks, kuid täpsemalt uurimist vajaksid näiteks võimalike kliimamuutuste leevendamist toetavate poliitiliste valikute mõju (näiteks taastuvate kütuste suurem kasutus kodumajapidamistes või diiselmootoriga autode laiem levik võib halvendada lokaalset õhukvaliteeti). Täpsemat uurimist vajaksid kindlasti ka õietolmu levik, selle muutused ning mõjutatud isikute hulk (hetkel allergikute hulk vaid hinnanguline).

Vee probleemide riskid. Täpsemat uurimist vajaksid ka veega seotud probleemid. Meie naaberriikides on viimastel aastatel järjest enam tähelepanu pööratud parasiitide poolt tekitatavatele terviseprobleemidele, mis tugevate vihma sadude ajal võivad joogivette sattuda. Lisaks joob üsna suur osa Eesti elanikke väikese alla 50 tarbijaga või erakaevude vette, mille kvaliteeti sisuliselt ei teata. Need küsimused vajaksid kindlasti põhjalikumat uurimist. Lisaks võib veekogude eutrofeerumise ning kõrgemate temperatuuride tõttu halveneda suplusvee kvaliteet. Uurimist vajaks näiteks, millised vetikatoksiinid võivad jõuda inimeseni ning kas need mõjutavad elanike tervist. Lisaks tuleks enam tähelepanu pöörata terviseprobleemide, mis on tekkinud üleujutuste ajal või nende järgselt (võimalik hallitus ja nendega seotud hingamisteede probleemid).

Kuigi kliimamuutused võiksid mõjutada ka toidu kättesaadavust, siis Euroopas üldiselt riski toidu puuduseks ei ole. Küll vajaksid täiendavat uurimist kliimamuutuste tõttu Eestisse jõuda võivad taimehaigused ning mükotoksiinide laiem levik (hetkel andmed vaid Euroopa üleestest uuringutest).

Siirutajate uuring. Viimastel aastatel on suurenenud Eestis ka teatud siirutajatega levivad haigused. Arvamused selle põhjuste kohta on paraku vastandlikud (osade teadlaste arvates probleemiks ka valediagnoosid). Siiani puuduvad Eestis uuringud, mis käsitleksid keskkonnatingimuste osa nende levikus – see oleks aga kindlasti vajalik.

Nahavähi uuring. Niisamuti on viimastel aastatel oluliselt kasvanud haigestumus nahavähki. Selle põhjusteks peame soojamaa reise ja solaariumi kasutust, kus uuemate andmete kohaselt võivad kliimamuutused suurendada niisamuti UV-kiirgusega kokkupuudet. Antud küsimused vajaksid niisamuti täpsemat uurimist. Tähelepanu võiks pöörata ka küsimustele, mis käsitlevad vaimse tervise riske sombusematel talvedel tulevikus.

Kliimarände potentsiaali analüüs. Viimasel ajal on teravalt üles kerkinud migratsiooni teema. Kas ja kuidas võiksid kliimamuutused seda täpsemalt mõjutada ning kuidas nendega kohaneda, vajaks niisamuti uurimist.

Tervis on ka kindlasti üks olulisemaid valdkondi, mida kliimamuutused mõjutavad ning mis on kogu Eesti ühiskonnale äärmiselt oluline. Seetõttu tuleks alatatada rida spetsiaaluuringuid kliimamuutuste mõjude ja seoste täpsemaks väljaselgitamiseks Eestis.

3.5.11. Mõjude üldistus

Kliimamuutuste mõju inimtervisele on mitmetahuline, mõjud on ühiskonna ja elukvaliteedi seisukohast sageli kriitiliselt olulised. Kliimamuutused võivad olla nii otseseks teguriks kui ka negatiivse mõjuahela päästikuks. Kuivõrd enamasti on tegemist mitmete tegurite kompleksse mõjuga tervisele, pole paljudel juhtudel selgeid seoseid ja kliimateguri kaalu tänases teadusuuringute täpsuses võimalik väljendada.

Kõige otsemat mõju inimeste tervisele avaldab õhutemperatuuri tõus ja kuumalainete sagenemine. Kuumade ilmade mõju ilmneb juba praegu, suurenedes perioodiks 2030–2050 ning veelgi enam perioodiks 2050–2100. Uuringute kohaselt avaldavad tervisemõju ka väga madalad õhutemperatuurid. Äärmuslikest ilmastikutingimustest võivad elanike tervist ohustada veel tormid ja paduvihmad (üleujutused), kuivõrd võib väheneda ja katkeda arstiabi kättesaadavus, iseäranis traumade korral.

Tervisele avaldab olulist mõju ka õhukvaliteet. Kuigi kliimamuutused võivad mõju avaldada ka saasteainete sisaldusele, eeskätt kuumalainete ajal, maapinnalähedase osoonitruu tekkel ning metsatulekahjude puhkemisel, on usaldusväärset tõestatud kliimamuutuste mõju õietolmu levikule. Pessimistlikuma kliimastenaariumi RCP8.5 korral pikeneb sajandi lõpuks õietolmu hooaeg, intensiivistub õietolmu teke, aga ka Eesti alale levivad uued taimeliigid.

Muutuv kliima mõjutab niisamuti siirutajate levikut, kes võivad edasi kanda ohtlikke nakkushaiguseid. Selle tulemusena sagenevad nii praegu juba levinud haiguseid kui ka Eesti alale võib lisanduda uusi haigusi. Eri kliimakomponentide mõju on seejuures vastassuunaline – pehmemad talved ja niiskemad perioodid (küll mitte paduvihmad) üldiselt soosivad levikut, samas põuaperioodid takistavad. Paduvihmad ja põuaperioodid mõjutavad ka veekvaliteeti: paduvihmadega võib vette kanduda keskkonnast hulgaliselt parasiite, pikaajalised põuad võivad madalad kaevud jätta joogiveeta. Riskiks on ka taimahaiguste ning mükotoksiinide laialdasem levik, mis võiks ohtlikumaks kujuneda RCP8.5 kliimastenaariumi puhul perioodil 2050–2100.

Andmeanalüüs on juba kinnitanud UV-kiirgusega kokkupuute suurenemist ning prognooside alusel suureneb see kindlasti tulevikus, suurenedes märkimisväärselt haigestumust nahavähki. Viimastel aastatel on kasv olnud Eestis 2–4% aastas. Samas võib talveperioodil väheneda päikesekiirguse hulk, mis teistpidi vähendab nii D-vitamiini sünteesi kui võib suurendada depressiooni riski.

Kuigi kliimamuutused põhjustavad Eestis olulisi keskkonnamuutusi ja võib halvendada elukvaliteeti läbi terviseriskide, on mõju Kolmandas Maailmas, eriti Aafrikas kordi teravam. Seetõttu võib puhkeda kliimapagulate massiränne Euroopasse, sh Eestisse. Seda on võimendamas ka Aafrika rahvastiku kiire juurdekasv.

Tabel 3.5.11.1. Kliimamuutuste mõjude tervisele

Periood	Kliimarisik	Alavaldkond	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund + / 0 / -	Majanduslik mõju	Tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Kuni 2030 – Kehitb senine ilmastik	Kuumalained	Äärmuslikud ilmastikunähtused	Kuumalainete ajal püsib õhutemperatuur äärmuslikult kõrge, mis põhjustab eeskätt varajast suremust, kuid nendega on seotud ka hospitaliseeritus, eeskätt hingamisteede või südame-veresoonkonna haiguste tõttu. Kuumalainete mõju rahvastiku tervisele on väga oluline, mitte tõttu sureb väga suur hulk inimesi varem, kui oleks võinud.	-	suur	kõrge	otsene	Mõjutatud on kogu Eesti, kuid kõige enam tiheasustusalad ning enam just sisemaal
		Õhu kvaliteet ja allergiad	Kuumalainete ajal suureneb ka metsatulekahjude tõenäosus. Metsatulekahjud tekitavad õhusaastet (näiteks ülipeeneid (põlemis)osakesi), mis mõjutavad nii hingamisteed kui ka südame-veresoonkonda. Sellistel olukordadel võib kroonilise haigusega isikute tervis halveneda niivõrd, et nad vajavad arstiabi ning halvimal juhul võivad nad ka surra. Niisamuti intensiivistub kuumalaine ajal osooni teke. Osooni puhul on tegemist sekundaarse saasteainega, mis tekib fotokeemilisel reaktsioonil. Intensiivse päikekiirguse ja kõrgema temperatuuri korral on antud protsess intensiivsem ja seetõttu osooni sisaldused kõrgemad. Kõrged osoonisisaldused on seotud eeskätt hingamisteede haiguste ägenemisega.	-	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
		Veega seotud probleemid	Kuumalainete ajal tõuseb veetemperatuur. Kõrgema temperatuuri puhul võivad veel hakata intensiivsemalt kasvama vetikad ning see võib põhjustada veeõitsenguid. Osad vetika liigid võivad tekitada vetikatoksiine, mis ujuma minnes tekitavad naha ja limaskestade ärritust, allergia sarnaseid nähte ning vett alla neelates suureneb seedeelundkonna probleemide arv. Lisaks võivad pinnavee kasutamisel joogiveena sattuda vetikatoksiinid joogivette.	-	keskmine	kõrge	otsene	Eesti
		Toiduohutus	Kuumalainete ajal suureneb oluliselt ka toidu riknemise oht, sest bakterite kasvuks on vajalik just soojus. Kuumalainete korral ei ole tavapärased toidu säilitamise või transportimise meetmed piisavad ning toit võib kergesti rikneda. Sellega võivad sageda mitmed toiduhaigused nagu salmonelloos.	-	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
		Siirutajate levitatavad haigused	Kuumalained mõjuvad halvasti mitmete siirutajate, nagu puukide arvukusele. Puukide vähenemine ja väiksem aktiivsus vähendab inimeste kokkupuudet siirutajatega ning sellega väheneb ka tõenäosus haiguse ülekandeks.	+	keskmine	madal	kaudne	Eesti
		UV- ja päikesekiirgus	Kuumalainete ajal on tavapäraselt väga intensiivne päikesekiirgus ning selle tagajärjel suureneb inimeste kokkupuude ka UV-kiirgusega. Kokkupuude intensiivse UV-kiirgusega suurendab eeskätt nahavähi ja silmahaiguste tekke riski.	-	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
	Külmalained	Äärmuslikud ilmastikunähtused	Viimastel aastakümnetel on üldiselt vähenenud külmalainete hulk ning see väheneb veelgi aastaks 2030. Külmalained mõjutavad niisamuti elanike tervist, põhjustades nii varajast suremust kui südame-veresoonkonna ja hingamisteede haiguste tõttu	+ / -	keskmine	madal	otsene	Eesti

Periood	Kliimarisik	Alavaldkond	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund + / 0 / -	Majanduslik mõju	Tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond	
Talve soojenemine ja lumekatte kadumine			hospitaliseeritust. Kui külmalainete sagedus ja pikkus väheneb, siis võiksid väheneda ka nendega seotud tervisemõjud; samas mitte kõikide teadlaste arvates, sest mahedama kliima puhul võib suureneda haigestumus grippi jt nakkushaigustesse.						
		Õhu kvaliteet ja allergiad	Külmalainete vähenemine võib vähendada talviste inversioonide hulka. Inversioonide ajal on õhus olevate saasteainete hajumine takistatud ning jätkuvate emissioonide korral võivad saasteainete sisaldused tõusta väga kõrgeks. Kõrged õhusaaste sisaldused võivad viia kroonilise hingamisteede- või südameveresoonekonna haiguse ägenemise ning halvimal juhul varajase surmani.	+	keskmine	madal	otsene	Eesti	
		Õhu kvaliteet ja allergiad		Soojematel talvedel köetakse vähem ning seetõttu tekib vähem kütmisel tekkivat õhusaastet. Õhusaastega kokkupuute vähenemine mõjub positiivselt elanike tervisele. Teisalt soojemate talvede tõttu algab õietolmu hooaeg juba varem. Ülitundlikel, allergilise astma, allergilise riniidi ja atoopiaga isikutel põhjustan see allergiajähtsusi ning nende kroonilise hingamisteede haiguse ägenemist juba varem. Soojemate talvedel võib õietolmu hooaeg kujuneda ka pikemaks, mis tähendab tundlikele elanikele pikemat kokkupuudet.	+ / -	keskmine	kõrge	otsene	Eesti
			UV- ja päikesekiirgus	Soojemad talved ning varasem kevad tähendab juba varasemat kokkupuudet UV-kiirgusega. UV-kiirgus põhjustab nii nahavähki sh melanoomi, kroonilisi nahakahjustusi, ägedat fotokeratiiti, sarvkestatihenemist, hallkae sagenemist ning põhjustab immuunsüsteemi muutuseid.	-	keskmine	madal	otsene	Eesti
			Siirutajate levitatavad haigused	Pehmemad talved võivad vähendada siirutajate hukkumist. Selle tagajärjel suureneb siirutajate, näiteks puukide arvukus järgneval kevadel ja suvel. Suurem siirutajate arv suurendab võimalust nendega kokku puutuda ning riski haigestuda.	-	keskmine	madal	kaudne	Eesti
			Toiduohutus	Pehmemad talved pikendavad vegetatsiooni perioodi ning parandavad taliviljade talvitumist. See viib suurema saagikuse, produktsiooni ja toidu hulga suurenemiseni.	+	väike	keskmine	kaudne	Eesti
			Äärmuslikud ilmastikunähtused	Äärmuslikud ilmastikunähtused nagu paduvihmad ja tulvad võivad äärmuslikel juhtudel põhjustada traumasid ning suurendada veega levivate haiguste levikut. Paduvihmade ja tuldade ajal on takistatud arstiabi kättesaadavus. Äärmuslike ilmastikutingimuste tõttu kodu kaotanute seas on sagedasemad ka vaimse tervise probleemid.	-	väike	madal	otsene	Eeskätt maapiirkonnad
	Paduvihmad, tulvad	Õhu kvaliteet ja allergiad		Üleujutused võivad viia ka majade niiskuskahjustusteni, mis võib põhjustada hallituse levikut. Hallitus põhjustab siseõhu kvaliteedi halvenemist, mis võib põhjustada hingamisteede probleeme ja allergiat.	-	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
			Veega seotud probleemid	Paduvihmade ja tuldade ajal võib suuremal hulgal parasiite edasi kanduda joogivette. Küll on enam ohustatud madalad salvkaevud, sest pinnavett kasutavates veevärkides Tallinnas ja Narvas toimub efektiivne veepuhastus (küll võib ka seal teatud osa parasiite joogivette edasi kanduda).	-	väike	madal	otsene	Maapiirkonnad

Periood	Kliimarisik	Alavaldkond	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund + / 0 / -	Majanduslik mõju	Tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond	
Kuni 2030 – Kehtib senine ilmastik		Toiduohutus	Sagedasemad paduvihmad võivad põhjustada hallituse laialdasemat levikut põllukultuuridel ning see võib viia mükotoksiinide hulga suurenemiseni toidus.		keskmine	madal	otsene	Eesti	
		Siirutajate levitatavad haigused	Paduvihmad ja tulvad võivad põhjustada nii teatud siirutajate hulga suurenemiseni ja teatud siirutajate hulga vähenemiseni. Näiteks puukidele mõjuvad paduvihmad ja tulvad halvasti, kuid sääskede levikute positiivselt.	- / +	väike	madal	kaudne	Eesti	
		Kliimäränne	Üleujutatud aladelt võib hoogustuda põgenike ränne Eestisse.	-	väike	madal	kaudne	Eesti	
	Põuad	Tormid	Äärmuslikud ilmastikunähtused	Tormid võivad põhjustada traumasid eeskätte tugeva tuule tõttu, mille tagajärjel võib inimene saada vigastada mahamurdunud puu või muude tuulega kantud objektide tõttu. Tormide ajal ning tormide järgselt on takistatud ka arstiabi juurdepääs, vigastatute tõttu suureneb arstiabi vajadus (oht ülekoormuseks) ning võib olla probleeme ka elektri jt kommunikatsioonidega.	-	keskmine	madal	otsene	Eeskätt maapiirkonnad
			Toiduohutus	Tormid võivad omada hävitavat mõju põllukultuurideni. Selle tagajärjel väheneb toidu kättesaadavus ning suureneb toidu hind.	-	väike	madal	otsene	Eesti
		Õhu kvaliteet ja allergiad	Pikaajalise põua tagajärjel võib maapind kuivada ning tugev tuul võib õhku paisata pinnase osakesi. See omakorda võib põhjustada tolmu (sh peente osakeste) hulga suurenemist välisõhus.	-	väike	keskmine	otsene	Eeskätt linnad	
		Veega seotud probleemid	Pikaajaline põud võib põhjustada joogivee vähenemist madalates salvkaevudes, mis võib viia joogivee puuduseni maapiirkondades	-	väike	keskmine	otsene	Eeskätt maapiirkonnad	
		Toiduohutus	Pikaajaline põud mõjub halvasti põllukultuuridele, mis vähendab nende saagikust (ikalduse risk). Selle tagajärjel väheneb toidu hulk ja kättesaadavus ning suureneb toidu hind.	-	väike	madal	kaudne	Eesti	
		Siirutajate levitatavad haigused	Põud mõjub ebasoodsalt suuritajate nagu puugid ja sääsed levikule ning selle tagajärjelt väheneb nende arvukus ning elanike risk nendega kokkupuuteks (väheneb risk haigestuda)	+	väike	keskmine	otsene	Eesti	
		Kliimäränne	Põua ja kõrbestumise tõttu Eestist enam ohustatud aladelt suureneb isikute ränne põuaaladelt Eestisse.	-	väike	madal	kaudne	Eesti	
2030 – 2050 – RCP8.5	Kuumalained	Äärmuslikud ilmastikunähtused	Sajandi lõpuks on kuumalained sagenenud ning kuumalained muutunud rängemaks. Kuumalainete ajal püsib õhutemperatuur äärmuslikult kõrge, mis põhjustab eeskätt varajast suremust, kuid nendega on seotud ka hospitaliseeritus, eeskätt hingamisteede või südame-veresoonkonna haiguste tõttu. Kuumalainete mõju rahvastiku tervisele on väga oluline, mitte tõttu sureb väga suur hulk inimesi varem, kui oleks võinud.	-	suur	kõrge	otsene	Eesti	
		Õhu kvaliteet ja allergiad	Kuumalainete ajal suureneb ka metsatulekahjude tõenäosus. Metsatulekahjud tekitavad õhusaastet (näiteks ülipeeneid (põlemis)osakesi), mis mõjutavad nii hingamisteid kui ka südame-veresoonkonda. Sellistel olukordadel võib kroonilise haigusega isikute tervise halveneda niivõrd, et nad vajavad arstiabi ning halvimal	-	suur	keskmine	otsene	Eesti	

Periood	Kliimarisik	Alavaldkond	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund + / 0 / -	Majanduslik mõju	Töenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
			juhul võivad nad ka surra. Niisamuti intensiivistub kuumalaine ajal osooni teke. Osooni puhul on tegemist sekundaarne saasteainega, mis tekib fotokeemilisel reaktsioonil. Intensiivse päikekiirguse ja kõrgema temperatuuri korral on antud protsess intensiivsem ja seetõttu osooni sisaldused kõrgemad. Kõrged osoonisisaldused on seotud eeskätt hingamisteede haiguste ägenemisega.					
		Veega seotud probleemid	Kuumalainete ajal tõuseb veetemperatuur. Kõrgema temperatuuri puhul võivad veel hakata intensiivsemalt kasvama vetikad ning see või põhjustada veeõitsenguid. Osad vetika liigid võivad tekitada vetikatoksiine, mis ujuma minnes tekitavad naha ja limaskestade ärritust, allergia sarnaseid nähte ning vett alla neelates suureneb seedeelundkonna probleemide arv. Lisaks võivad pinnavee kasutamisel joogiveena sattuda vetikatoksiinid joogivette.	-	keskmine	kõrge	otsene	Eesti
		Toiduohutus	Kuumalainete ajal suureneb oluliselt ka toidu riknemise oht, sest bakterite kasvuks on vajalik just soe temperatuur. Kuumalainete korral ei pruugi tavapäraselt toidu säilitamise või transportimise meetmed olla piisavad ning toit võib kergesti rikneda. Sellega võivad sageneda mitmed toiduhaigused nagu salmonelloos.	-	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
	Kuumalained	Siirutajate levitatavad haigused	Kuumalained mõjuvad halvasti mitmete siirutajate, nagu puukide arvukusele. Puukide vähenemine ja väiksem aktiivsus vähendab inimeste kokkupuudet siirutajatega ning sellega väheneb ka töenäosus haiguse ülekandeks.	+	keskmine	madal	kaudne	Eesti
		UV- ja päikesekiirgus	Kuumalainete ajal on tavapäraselt väga intensiivne päikesekiirgus ning selle tagajärjel suureneb inimeste kokkupuude ka UV-kiirgusega. Kokkupuude intensiivse UV-kiirgusega suurendab eeskätt nahavähi ja silmahaiguste tekke riski.	-	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
	Külmalained	Äärmuslikud ilmastikunähtused	Sajandi lõpuks väheneb külmalainete hulk veelgi. Külmalained mõjutavad niisamuti elanike tervist, põhjustades nii varajast suremust kui südame-veresoonkonna ja hingamisteede haiguste tõttu hospitaliseeritust. Kui külmalainete sagedus ja pikkus väheneb, siis võiksid väheneda ka nendega seotud tervisemõjud; samas mitte kõikide teadlaste arvates, sest mahedama kliima puhul võib suurendada haigestumus grippi jt nakkushaigustesse. Niisamuti võib suurendada nullilähedaste jäätapäevade arv, mis võib suurendada libedusest põhjustatud traumade hulka.	+ / -	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
		Õhu kvaliteet ja allergiad	Külmalainete vähenemine võib vähendada talviste inversioonide hulka. Inversioonide ajal on õhus olevate saasteainete hajumine takistatud ning jätkuvate emissioonide korral võivad saasteainete sisaldused tõusta väga kõrgeks. Kõrged õhusaaste sisaldused võivad viia kroonilise hingamisteede- või südameveresoonkonna haiguse ägenemise ning halvimal juhul varajase surmani.	+	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
		Õhu kvaliteet ja allergiad	Soojematel talvedel köetakse vähem ning seetõttu tekib vähem kütmisel tekkivat õhusaastet. Õhusaastega kokkupuute vähenemine mõjub positiivselt elanike tervisele. Teisalt soojemate talvede tõttu algab õietolmu hooaeg juba varem. Ülitundlikel, allergilise astma, allergilise riniidi ja atoopiaga isikutel põhjustan see	+ / -	suur	kõrge	otsene	Eesti

Periood	Kliimarisik	Alavaldkond	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund + / 0 / -	Majanduslik mõju	Tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
			allergianähtused ning nende kroonilise hingamisteede haiguse ägenemist juba varem. Soojemate talvedel võib õietolmu hooaeg kujuneda ka pikemaks, mis tähendab tundlikele elanikele pikemat kokkupuudet.					
	Talve soojenemine ja lumekatte kadumine	UV- ja päikesekiirgus	Soojemad talved ning varasem kevad tähendab juba varasemat kokkupuudet UV-kiirgusega. UV-kiirgus põhjustab nii nahavähki sh melanoomi, kroonilisi nahakahjustusi, ägedat fotokeratiiti, sarvkestatihenemist, hallkae sagenemist ning põhjustab immuunsüsteemi muutuseid.	-	keskmine	madal	otsene	Eesti
		Siirutajate levitatavad haigused	Pehmemad talved võivad vähendada siirutajate hukkumist. Selle tagajärjel suureneb siirutajate, näiteks puukide arvukus järgneval kevadel ja suvel. Suurem siirutajate arv suurendab võimalust nendega kokku puutuda ning riski haigestuda. Sajandi lõpuks võivad Eesti inimesed sagedamini kokku puutuda siiani Eestis vähe või mitte-levinud haigustega nagu leismanioos, hantaviirus, tulareemia ja dengue-palavik.	-	keskmine	madal	kaudne	Eesti
		Toiduohutus	Pehmemad talved pikendavad vegetatsiooni perioodi ning parandavad taliviljade talvitumist. See viib suurema saagikuse, produktsiooni ja toidu hulga suurenemiseni.	+	väike	keskmine	kaudne	Eesti
		Äärmuslikud ilmastikunähtused	Äärmuslikud ilmastikunähtused nagu paduvihmad ja tulvad võivad äärmuslikel juhtudel põhjustada traumasid ning suurendada veega levivate haiguste levikut. Paduvihmade ja tulvade ajal on takistatud arstiabi kättesaadavus. Äärmuslike ilmastikutingimuste tõttu kodu kaotanute seas on sagedasemad ka vaimse tervise probleemid.	-	väike	keskmine	otsene	Eeskätt maapiirkonnad
		Õhu kvaliteet ja allergiad	Üleujutused võivad viia ka majade niiskuskahjustusteni, mis võib põhjustada hallituse levikut. Hallitus põhjustab siseõhu kvaliteedi halvenemist, mis võib põhjustada hingamisteede probleeme ja allergiat.	-	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
	Paduvihmad, tulvad	Veega seotud probleemid	Paduvihmade ja tulvade ajal võib suuremal hulgal parasiite edasi kanduda joogivette. Küll on enam ohustatud madalad salvkaevud, sest pinnavett kasutatavates veevärkides Tallinnas ja Narvas toimub efektiivne veepuhastus (küll võib ka seal teatud osa parasiite joogivette edasi kanduda).	-	väike	madal	otsene	Maapiirkonnad
		Toiduohutus	Sagedasemad paduvihmad võivad põhjustada hallituse laialdasemat levikut põllukultuuridel ning see võib viia mükotoksiinide hulga suurenemiseni toidus.		keskmine	keskmine	otsene	Eesti
		Siirutajate levitatavad haigused	Paduvihmad ja tulvad võivad põhjustada nii teatud siirutajate hulga suurenemiseni ja teatud siirutajate hulga vähenemiseni. Näiteks puukidele mõjuvad paduvihmad ja tulvad halvasti, kuid sääskede levikule positiivselt.	- / +	väike	madal	kaudne	Eesti
		Kliimäränne	Üleujutatud aladelt võib hoogustuda põgenike ränne Eestisse.	-	keskmine	keskmine	kaudne	Eesti
	Tomid	Äärmuslikud ilmastikunähtused	Tormid võivad põhjustada traumasid eeskätte tugeva tuule tõttu, mille tagajärjel võib inimene saada vigastada mahamurdunud puu või muude tuulega kantud objektide tõttu. Tormide ajal ning tormide järgselt on takistatud ka arstiabi juurdepääs, vigastatute tõttu suureneb arstiabi vajadus (oht ülekoormuseks) ning võib olla	-	keskmine	keskmine	otsene	Eeskätt maapiirkonnad

Periood	Kliimarisik	Alavaldkond	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund + / 0 / -	Majanduslik mõju	Tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
			probleeme ka eletri jt kommunikatsioonidega.					
		Toiduohutus	Tormid võivad omada hävitavat mõju põllukultuurideni. Selle tagajärjel väheneb toidu kättesaadavus ning suureneb toidu hind.	-	väike	keskmine	otsene	Eesti
	Põuad	Õhu kvaliteet ja allergiad	Pikaajalise põua tagajärjel võib maapind kuivada ning tugev tuul võib õhku paisata pinnase osakesi. See omakorda võib põhjustada tolmu (sh peente osakeste) hulga suurenemist välisõhus.	-	väike	keskmine	otsene	Eeskätt linnad
		Veega seotud probleemid	Pikaajaline põud võib põhjustada joogivee vähenemist madalates salvkaevudes, mis võib viia joogivee puuduseni maapiirkondades	-	väike	keskmine	otsene	Eeskätt maapiirkonnad
		Toiduohutus	Pikaajaline põud mõjub halvasti põllukultuuridele, mis vähendab nende saagikust (ikalduse risk). Selle tagajärjel väheneb toidu hulk ja kättesaadavus ning suureneb toidu hind.	-	väike	keskmine	kaudne	Eesti
		Siirutajate levitatavad haigused	Põud mõjub ebasoodsalt siirutajate nagu puugid ja sääsed levikule ning selle tagajärjelt väheneb nende arvukus ning elanike risk nendega kokku puutuda (väheneb risk haigestuda)	+	väike	keskmine	otsene	Eesti
		Kliimارانne	Põua ja kõrbestumise tõttu Eestist enam ohustatud aladel suureneb isikute ränne põuaaladelt Eestisse.	-	keskmine	keskmine	kaudne	Eesti
2050-2100 – RCP8.5	Kuumalained	Äärmuslikud ilmastikunähtused	Sajandi lõpuks on kuumalained sagenenud ning kuumalained muutunud rängemaks. Kuumalainete ajal püsib õhutemperatuur äärmuslikult kõrge, mis põhjustab eeskätt varajast suremust, kuid nendega on seotud ka hospitaliseeritus, eeskätt hingamisteede või südame-veresoonkonna haiguste tõttu. Kuumalainete mõju rahvastiku tervisele on väga oluline, mitte tõttu sureb väga suur hulk inimesi varem, kui oleks võinud.	-	suur	kõrge	otsene	Eesti
		Õhu kvaliteet ja allergiad	Kuumalainete ajal suureneb ka metsatulekahjude tõenäosus. Metsatulekahjud tekitavad õhusaastet (näiteks ülipeeneid (põlemis)osakesi), mis mõjutavad nii hingamisteid kui ka südame-veresoonkonda. Sellistel olukordadel võib kroonilise haigusega isikute tervise halveneda niivõrd, et nad vajavad arstiabi ning halvimal juhul võivad nad ka surra. Niisamuti intensiivistub kuumalaine ajal osooni teke. Osooni puhul on tegemist sekundaarne saasteainega, mis tekib fotokeemilisel reaktsioonil. Intensiivse päikekiirguse ja kõrgema temperatuuri korral on antud protsess intensiivsem ja seetõttu osooni sisaldused kõrgemad. Kõrged osoonisisaldused on seotud eeskätt hingamisteede haiguste ägenemisega.	-	suur	keskmine	otsene	Eesti

Periood	Kliimarisik	Alavaldkond	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund + / 0 / -	Majanduslik mõju	Tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
		Veega seotud probleemid	Kuumalainete ajal tõuseb veetemperatuur. Kõrgema temperatuuri puhul võivad veel hakata intensiivsemalt kasvama vetikad ning see või põhjustada veeõitsenguid. Osad vetika liigid võivad tekitada vetikatoksiine, mis ujuma minnes tekitavad naha ja limaskestade ärritust, allergia sarnaseid nähte ning vett alla neelates suureneb seedeelundkonna probleemide arv. Lisaks võivad pinnavee kasutamisel joogiveena sattuda vetikatoksiinid joogivette.	-	keskmine	kõrge	otsene	Eesti
		Toiduohutus	Kuumalainete ajal suureneb oluliselt ka toidu riknemise oht, sest bakterite kasvuks on vajalik just soe temperatuur. Kuumalainete korral ei pruugi tavapärased toidu säilitamise või transportimise meetmed olla piisavad ning toit võib kergesti rikneda. Sellega võivad sagedamini esineda mitmed toiduhaigused nagu salmonelloos.	-	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
		Siirutajate levitatavad haigused	Kuumalained mõjuvad halvasti mitmete siirutajate, nagu puukide arvukusele. Puukide vähenemine ja väiksem aktiivsus vähendab inimeste kokkupuudet siirutajatega ning sellega väheneb ka tõenäosus haiguse ülekandeks.	+	keskmine	madal	kaudne	Eesti
		UV- ja päikesekiirgus	Kuumalainete ajal on tavapäraselt väga intensiivne päikesekiirgus ning selle tagajärjel suureneb inimeste kokkupuude ka UV-kiirgusega. Kokkupuude intensiivse UV-kiirgusega suurendab eeskätt nahavähi ja silmahaiguste tekke riski.	-	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Külmalained		Äärmuslikud ilmastikunähtused	Sajandi lõpuks väheneb külmalainete hulk veelgi. Külmalained mõjutavad niisamuti elanike tervist, põhjustades nii varajast suremust kui südame-veresoonkonna ja hingamisteede haiguste tõttu hospitaliseeritust. Kui külmalainete sagedus ja pikkus väheneb, siis võiksid väheneda ka nendega seotud tervisemõjud; samas mitte kõikide teadlaste arvates, sest mahedama kliima puhul võib suurendada haigestumus grippi jt nakkushaigustesse. Niisamuti võib suurendada nullilähedaste jäätapäevade arv, mis võib suurendada libedusest põhjustatud traumade hulka.	+ / -	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
		Õhu kvaliteet ja allergiad	Külmalainete vähenemine võib vähendada talviste inversioonide hulka. Inversioonide ajal on õhus olevate saasteainete hajumine takistatud ning jätkuvate emissioonide korral võivad saasteainete sisaldused tõusta väga kõrgeks. Kõrged õhusaaste sisaldused võivad viia kroonilise hingamisteede- või südameveresoonkonna haiguse ägenemise ning halvimal juhul varajase surmani.	+	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Talve soojenemine ja lumekatte kadumine		Õhu kvaliteet ja allergiad	Soojematel talvedel koetakse vähem ning seetõttu tekib vähem kütmisel tekkivat õhusaastet. Õhusaastega kokkupuute vähenemine mõjub positiivselt elanike tervisele. Teisalt soojemate talvede tõttu algab õietolmu hooaeg juba varem. Ülitundlikel, allergilise astma, allergilise riniidi ja atoopiaiga isikutel põhjustan see allergianähtused ning nende kroonilise hingamisteede haiguse ägenemist juba varem. Soojemate talvedel võib õietolmu hooaeg kujuneda ka pikemaks, mis tähendab tundlikele elanikele pikemat kokkupuudet.	+ / -	suur	kõrge	otsene	Eesti
		UV- ja päikesekiirgus	Soojemad talved ning varasem kevad tähendab juba varasemat kokkupuudet UV-kiirgusega. UV-kiirgus põhjustab nii nahavähi sh melanoomi, kroonilisi	-	keskmine	madal	otsene	Eesti

Periood	Kliimarisik	Alavaldkond	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund + / 0 / -	Majanduslik mõju	Tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
			nahakahjustusi, ägedat fotokeratiiti, sarvkestatihenemist, hallkae sagenemist ning põhjustab immuunsüsteemi muutuseid.					
		Siirutajate levitatavad haigused	Pehmemad talved võivad vähendada siirutajate hukkumist. Selle tagajärjel suureneb siirutajate, näiteks puukide arvukus järgneval kevadel ja suvel. Suurem siirutajate arv suurendab võimalust nendega kokku puutuda ning riski haigestuda. Sajandi lõpuks võivad Eesti inimesed sagedamini kokku puutuda siiani Eestis vähe või mitte-levinud haigustega nagu leismanioos, hantaviirus, tulareemia ja dengue-palavik.	-	keskmine	madal	kaudne	Eesti
		Toiduohutus	Pehmemad talved pikendavad vegetatsiooni perioodi ning parandavad taliviljade talvitumist. See viib suurema saagikuse, produktsiooni ja toidu hulga suurenemiseni.	+	väike	keskmine	kaudne	Eesti
	Paduvihmad, tulvad	Äärmuslikud ilmastikunähtused	Äärmuslikud ilmastikunähtused nagu paduvihmad ja tulvad võivad äärmuslikel juhtudel põhjustada traumasid ning suurendada veega levivate haiguste levikut. Paduvihmade ja tulvade ajal on takistatud arstiabi kättesaadavus. Äärmuslike ilmastikutingimuste tõttu kodu kaotanute seas on sagedasemad ka vaimse tervise probleemid.	-	väike	keskmine	otsene	Eeskätt maapiirkonnad
		Õhu kvaliteet ja allergiad	Üleujutused võivad viia ka majade niiskuskahjustusteni, mis võib põhjustada hallituse levikut. Hallitus põhjustab siseõhu kvaliteedi halvenemist, mis võib põhjustada hingamisteede probleeme ja allergiat.	-	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
		Veega seotud probleemid	Paduvihmade ja tulvade ajal võib suuremal hulgal parasiite edasi kanduda joogivette. Küll on enam ohustatud madalad salvkaevud, sest pinnavett kasutavates veevärkides Tallinnas ja Narvas toimub efektiivne veepuhastus (küll võib ka seal teatud osa parasiite joogivette edasi kanduda).	-	väike	madal	otsene	Maapiirkonnad
		Toiduohutus	Sagedasemad paduvihmad võivad põhjustada hallituse laialdasemat levikut põllukultuuridel ning see võib viia mükotoksiinide hulga suurenemiseni toidus.		keskmine	keskmine	otsene	Eesti
		Siirutajate levitatavad haigused	Paduvihmad ja tulvad võivad põhjustada nii teatud siirutajate hulga suurenemiseni ja teatud siirutajate hulga vähenemiseni. Näiteks puukidele mõjuvad paduvihmad ja tulvad halvasti, kuid sääskede levikute positiivselt.	- / +	väike	madal	kaudne	Eesti
		Kliimäränne	Üleujutatud aladelt võib hoogustuda põgenike ränne Eestisse.	-	keskmine	keskmine	kaudne	Eesti
		2050-2100 – RCP8.5	Tormid	Äärmuslikud ilmastikunähtused	Tormid võivad põhjustada traumasid eeskätte tugeva tuule tõttu, mille tagajärjel võib inimene saada vigastada mahamurdunud puu või muude tuulega kantud objektide tõttu. Tormide ajal ning tormide järgselt on takistatud ka arstiabi juurdepääs, vigastatute tõttu suureneb arstiabi vajadus (oht ülekoormuseks) ning võib olla probleeme ka elektri jt kommunikatsioonidega.	-	keskmine	keskmine
Toiduohutus	Tormid võivad omada hävitavat mõju põllukultuurideni. Selle tagajärjel väheneb toidu kättesaadavus ning suureneb toidu hind.			-	väike	keskmine	otsene	Eesti
Põuad	Õhu kvaliteet ja allergiad		Pikaajalise põua tagajärjel võib maapind kuivada ning tugev tuul võib õhku paisata pinnase osakesi. See omakorda võib põhjustada tolmu (sh peente osakeste) hulga	-	väike	keskmine	otsene	Eeskätt linnad

Periood	Kliimarisik	Alavaldkond	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund + / 0 / -	Majanduslik mõju	Tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
			suurenemist välisõhus.					
		Veega seotud probleemid	Pikaajaline põud võib põhjustada joogivee vähenemist madalates salvkaevudes, mis võib viia joogivee puuduseni maapiirkondades	-	väike	keskmine	otsene	Eeskätt maapiirkonnad
		Toiduohutus	Pikaajaline põud mõjub halvasti põllukultuuridele, mis vähendab nende saagikust (ikalduse risk). Selle tagajärjel väheneb toidu hulk ja kättesaadavus ning suureneb toidu hind.	-	väike	keskmine	kaudne	Eesti
		Siirutajate levitatavad haigused	Põud mõjub ebasoodsalt suuritajate nagu puugid ja sääsed levikule ning selle tagajärjelt väheneb nende arvukus ning elanike risk nendega kokkupuuteks (väheneb risk haigestuda)	+	väike	keskmine	otsene	Eesti
		Kliimارانne	Põua ja kõrbestumise tõttu Eestist enam ohustatud aladelt suureneb isikute ränne pöuaaladelt Eestisse.	-	keskmine	keskmine	kaudne	Eesti

3.6. Päästevõimekus

Päästevõimekuse valdkond seostub Eestis riigisisest pääste- ja kriisireguleerimispoliitikaga, mida koordineerib Siseministerium (Siseministerium, 2012) ja Euroopa Liidu kontekstis elanikkonnakaitsega, mis moodustab Euroopa Komisjoni poliitikas koos humanitaarabiga ühise alavaldkonna (EC, 2015). Euroopa Liidu uus elanikkonnakaitsealane õigusruum käsitleb riskidest arusaamist hädaolukordadeks valmisoleku plaanide lähtealusena, mis võimaldab Euroopa kollektiivset reageerimist hädaolukordadele (EC, 2014a).

Euroopa Liidu elanikkonnakaitse Vademecum (EC, 2014b) jaotab hädaolukorrad laias plaanis loodus- ja inimtekkeliseks. Suurbritannias ja Norras jaotatakse hädaolukorrad kolmeks põhikategooriaks, mida võiks üldistatult käsitleda järgnevalt: loodustekkelised, suurõnnetused ehk tahtmatud inimtekkelised, pahatahtlikud inimtekkelised (Cabinet Office, 2013; DSB, 2013).

Eestis on Vabariigi Valitsuse korraldusega sätestatud, alajaotusteks liigendamata, nimekirjas 27 hädaolukorra tüüpi (Vabariigi Valitsus, 2013), mille riske hinnatakse ja mille kohta koostatakse üleriigilised ning vajadusel regionaalsed ja kohalike omavalitsuste riskianalüüsid ja hädaolukorra lahendamise plaanid (Hädaolukorra seadus, 2009). Kuues kliimaruanne vaatleb üheksat hädaolukorra tüüpi, mis võivad olla kliimamuutustega seotud (Keskkonnaministerium, 2013). Need on ära toodud alljärgnevas tabelis (Tabel 3.5.11).

Tabel 3.5.11. Hädaolukordade nimekirja kuuluvad ilmastikuga seotud hädaolukorrad (Keskkonnaministerium, 2013)

Hädaolukord	Riskianalüüsi koostaja
Ulatuslik metsa- või maastikutulekahju	Päästeamet
Üleujutus tiheasustusosal	Päästeamet
Raskete tagajärgedega torm	Päästeamet
Paljude inimeste tervisekahjustused või hukkumine jää tekkimisel või lagunemisel	Päästeamet
Epideemia	Terviseamet
Erakordselt külm ilm	Päästeamet
Erakordselt kuum ilm	Terviseamet
Massiline põgenike sisseränne riiki	Sotsiaalministerium
Paljude Eesti elanike elu ja tervist ohustav sündmus välisriigis	Välisministerium

Nimetatud hädaolukorra tüüpe arvestades on päästevõimekuse osas eristatud kliimamuutuste kohanemise strateegiaks järgmised alavaldkonnad:

- 1) üleujutused,
- 2) metsatulekahjud.

Täiendava alavaldkonnana võiks käsitleda veel põuda, mis hetkel ei ole määratletud hädaolukorrana. Põud kui ebatavaliselt kuiv periood erineb enamikust loodustekkelistest hädaolukordadest aeglase arengu ja pika kestvuse poolest (Smith, 2013). Põua eelduseks on sademete puudus ja teise olulise meteoroloogilise tegurina normaalsest kõrgem õhutemperatuur (Tammets, 2012). Põuariske analüüsitakse antud

uuringus metsatulekahjude osas, kuivõrd kliima- ja teised lähtetingimused osaliselt ühtivad.

Hädaolukorrad. Kliimamuutuste tagajärgedega seoses tuleb valmis olla õnnetusteks, mis võivad vallanduda sagenevate äärmuslike ilmastikuolude tagajärjel, üleujutustes, metsatulekahjudes, tormides, erakordselt külmade või kuumade ilmadega, ja nende tagajärgedega toimetulekuks, sealhulgas raskesti ligipääsetavates kohtades (Siseministeerium, 2015).

Kliimamuutused ei avalda päästevõimekusele otseselt positiivset mõju. Samas loob riskianalüüsil põhinev hädaolukordadeks valmisoleku suurendamine ning päästevõimekuse tõhustamine positiivsed eeldused kliimamuutuste mõjudega toimetulekuks (Siseministeerium, 2015).

Hädaolukorra seaduse alusel on kehtestatud hädaolukorra tekkimise vahetust ohust hädaolukorrast ja hädaolukorra lahendamiseks teavitamise kord (Vabariigi Valitsus, 2010). Selles sätestatakse kiiret või põhjalikku teavitamist võimaldavate teabekanalite kasutamine: massiteabevahendid, infotelefonid, mobiilsidelahendused ja muud sihtrühmani operatiivselt jõudvad teavituskanalid. Päästevõimekust tõstavad varajase hoiatamise süsteemid, mis võimaldavad elanikkonda õigeaegselt teavitada. Vastavad süsteemid on Eestis kasutusel peamiselt ohtlike kemikaalide käitluse võimaliku suurõnnetuse või selle vahetu ohu korral rakendamiseks (Päästeamet, 2014) ja kiirgusohust hoiatamiseks (Hädaolukorra seadus, 2009; Kiirgusseadus, 2004). Kiirgusohust varajase hoiatamise seirevõrk hõlmab 15 automaatset kiirgusseirejaama ja teabedastussüsteemi (Keskkonnaamet, 2015). Süsteemid erinevatest hädaolukordadest teavitamiseks (sh loodustekkelised ja kliimamuutustest mõjutatud) on paigaldatud Pärnus (Saaremets, 2015) ja Tallinnas (Laos, 2015), kuid need ei ole alalises kasutusvalmiduses.

Üleriigilistes hädaolukordade riskianalüüsides on kogutud, analüüsitud ja esitatud järgmised andmed: kogutud teave konkreetsete loodustekkeliste hädaolukordade kohta, sealhulgas näiteks kokkuvõtlikud statistilised andmed õnnetuste põhjuste, esinemissageduste, kahjude jm oluliste näitajate kohta, samuti kaardid hädaolukordadega seonduva ruumiliselt visualiseeritava teabega (Siseministeerium, 2013).

Tänapäevani on Eestis tegeletud peamiselt kliimamuutuste leevendamisega ja hädaolukordade lahendamisega, kuid edaspidi tuleb enam tähelepanu pöörata kliimamuutustega kohanemisele, kusjuures kohanemine antud kontekstis tähendab eelkõige kliimamuutustest tulenevate riskide maandamist ja vajadust suurendada ühiskonna ning keskkonna valmisolekut ja vastupanuvõimet kliimamuutustega toimetulekuks (Siseministeerium, 2015). Üleujutuste puhul on ennetavate meetmete rakendamine mõeldav juhtudel, mis on rohkem seotud inimtegevuse kui kliimamuutusega (Siseministeerium, 2013; Päästeamet, 2013a).

Välisriikide kohta toodud näited kliimamuutustega seotud riskidega toimetuleku kohta pärinevad Ühendkuningriigi riiklikust riskiregistrist (Cabinet Office, 2013) ja Norra Kuningriigi riiklikust riskianalüüsist (DSB, 2013).

Kliimamuutuste mõju hindamisel päästevõimekuse kontekstis käsitleti viitteist erinevat õnnetuse stsenaariumi. Esimesed viis hõlmasid perioodi kuni 2030 ja lähtusid peamiselt tänasest ilmastikust. Keskmised viis hõlmasid perioodi 2030–2050 ja viimased viis perioodi 2050–2100 ning lähtusid kliimastenaariumist RCP8.5 (Luhamaa jt, 2014). Kõigi kolme grupi puhul hõlmasid esimesed kaks üleujutuste ja

viimased kolm metsatulekahjude erinevaid stsenaariume. Mõjude-riskide hindamisel lähtuti 2013. aasta hädaolukorra riskianalüüside kokkuvõttest (Siseministeerium, 2013) ning nende alusel püüti hinnata kliimamuutuste mõju iseloomustavaid muutusi. Hädaolukorra riskianalüüs vaatab tagajärgi neljas kategoorias: inimeste elu ja tervis, vara, looduskeskkond ja elutähtsate teenuste toimepidevus. Seejärel üldistatakse need koondhinnanguks. Järgnevas käsitluses samastati eelnimetatud koondhinnang tinglikult majandusliku mõjuga, millega iseloomustatakse tagajärgede tõsidust kliimamuutuste mõjude hindamise metoodikas.

3.6.1. Üleujutused

Probleem

Kliimamuutustega seotud tõusvad temperatuurid ja merevee tasemed pigem suurendavad ekstreemsete ilmatingimuste sagedust ning tõsidust ja seetõttu ka üleujutuste riski (Cabinet Office, 2013). Üleujutuste riski suurenemisele aitavad kliimamuutuse teguritest kaasa veel tugevate vihmasadude sagenemine, vähenev lumikate ja lume sulamine (Kundzewicz, 2014). Üleujutuste riskide hindamist ja kaardistamist ning maandamiskavade koostamist nõuab Euroopa Liidu üleujutuste direktiiv (EÜ, 2007). Vastutus direktiivi nõuete täitmise eest on pandud Keskkonnaministeeriumile (EV veeseadus, 1994). Üleujutus tiheasustusosal on hädaolukorrana määratletud järgmiselt: „üleujutus piirkonnas, kus ohtu satub paljude inimeste elu või tervis või mis põhjustab suure varalise kahju või tõsised ja ulatuslikud häired elutähtsa teenuse toimepidevuses (muu hulgas häired päästetöö toimimises, elektrivarustuse toimimises, veevarustuse ja kanalisatsiooni toimimises) või suure keskkonnakahju“ (Päästeamet, 2013a). Vastav üleriigiline riskianalüüs teostatakse Päästeameti eestvedamisel (Päästeamet, 2013a). Tiheasustusosal üleujutusriskide hädaolukorra lahendamise plaanide koostamise eest on vastutav Siseministeerium (Vabariigi Valitsus, 2013).

Eestis on suuremad üleujutused võimalikud valdavalt looduslikel põhjustel, millest olulisimad on siseveekogude veetaseme tõus, pinnase vähenemine või puuduv imamisvõime ja mereveetaseme tõus. Päästeameti juhtimisel koostatud riskianalüüs määratles üleujutuse tiheasustusosal kõrge riskiga hädaolukorraks, mis eeldab selleks valmistumist ja ennetavate ning tagajärgi leevendavate meetmete kavandamist ja rakendamist. Raskeimad võimalikud tagajärjed hinnati varale ja elutähtsate teenuste toimepidevusele. Suuremad mereveetaseme tõusust tingitud üleujutused leidsid Eestis aset oktoobris 1967. aastal, novembris 2001. aastal ja jaanuaris 2005. aastal. Siseveekogude suuremad üleujutused toimusid jaanuaris 2005. aastal ja aprillis 2010. aastal. Suurim sademetest tingitud tulvavee üleujutus toimus 2003. aasta augustis. Kõige suurem ja raskemate tagajärgedega oli 2005. aasta merevee taseme tõusust tingitud üleujutus. Pärnus tõusis mereveetaseme üle kriitilise piiri (tõus 160,9 cm) ka 2012. aasta jaanuaris. Tartu piirkonnas ületas Emajõgi 2011. aastal kevadisest suurveest tingituna ohtliku veetaseme piiri, tõustes 315 cm (Siseministeerium, 2013; Päästeamet, 2013a). Päästeamet üleujutusi ei erista väljakutsete statistikas ning need jäävad peitu “muud” alla.

Riskid ja haavatavus

Hädaolukorra riskianalüüs (Päästeamet, 2013a) käsitleb üleujutust tiheasustusosal ühe hädaolukorra tüübina, sõltumata selle tekkemehhanismist. Üleujutuste põhjustena on

aluseks võetud üleujutusega seotud riskide esialgse hinnangu (Keskkonnaministeerium, 2011) raames toodud käsitlus. Enamus käsitletud üleujutuse tüüpe on loodustekkelised ja ilmastiku- ning kliimatingimustest sõltuvad. 2013. aasta riskianalüüs hindas üleujutuse riski tiheasustusosalal kõrgeks, kusjuures nii tõenäosuse kui tagajärgede koondhinnang oli 5-pallisel hindamisskaalal keskmine.

Üleujutuste korral pole võimalik hädaolukorra toimumise tõenäosust matemaatiliselt määrata, kuna üleujutus tiheasustusosalal pole määratletud kindlate kriteeriumitega ja tavapäraselt arvestatakse ohuga paljudele inimestele, suure varalise kahju, samuti keskkonna või elutähtsa teenuse toimepidevuse kahjuga (Päästeamet, 2013a).

Tagajärjed inimeste elule ja tervisele võivad seisneda tulvavetest põhjustatud uppumissurmades, traumades ning alajahtumisest, saastunud veest või elektrilöögist saadud tervisekahjustustes. Hukkunute ja vigastatute eeldatavad arvud pole Eesti oludes ka tõsiste üleujutuste puhul kuigi suured, mistõttu tagajärgi inimeste elule ja tervisele saab pidada kergeteks (Päästeamet, 2013a) – kliimamuutuste mõjude tähenduses „väikesteks“. Kaudsed tagajärjed võivad kujuneda raskemaks, kui üleujutuse ajal satub joogivette või suplusveekogusse kanalisatsioonist ja reoveepumbajaamadest nakkusohtlik või ohtlike kemikaalidega saastunud vesi. Niisugustel juhtudel võivad vallanduda vastavalt ka epideemia või massiline mürgistus (Päästeamet, 2013a).

Üleujutuse korral tekib suur varaline kahju, mis hõlmab valdavalt ehitisi ja sõidukeid. Võimalik kahju on üle kolme miljoni euro, mistõttu võib seda hinnata raskeks, kliimamuutuste mõju tähenduses keskmiseks. 2005. aasta üleujutuste tekitatud kahju ulatus üle 80 miljoni euro, mistõttu Eesti taotles kahju osalist hüvitamist Euroopa Liidu Solidaarsusfondist (Päästeamet, 2013a).

Tõsisem looduskeskkonna kahjustumine võib üleujutuse korral aset leida, kui üleujutus toimub I või II kaitsekategooria liigi elukohas, vähendades liikide levikut või mõjutades Natura 2000 alasid. Keskkonnaministeeriumi üleujutusohuga riskide esialgse hinnangu kohaselt üleujutus sellistele piirkondandele mõju ei oma, mistõttu üleujutuse tagajärgi looduskeskkonnale hinnatakse kergeks (Päästeamet, 2013a) – kliimamuutuste mõjude tähenduses väikeseks. Kahju looduskeskkonnale võib tekkida ka juhul, kui üleujutuse käigus tekib kütusereostus või muude ohtlike kemikaalide reostus (Päästeamet, 2013a).

Elutähtsate teenuste toimepidevuse osas mõjutab üleujutus kõige enam hädaabi õnnetusteadete menetlemise toimimist, aga ka päästetöö ja avaliku korra tagamise toimimist. Häiritud võivad olla ka elektrivarustuse, veevarustuse ja kanalisatsiooni, vedelkütusega varustamise, sadamate, gaasivarustuse, riigi põhi- ja tugimaanteede hoiu, kaugküttesüsteemi ja -võrgu ning kiirabi ning statsionaarse eriarstiabi toimimine (Päästeamet, 2013a).

Kliimamuutuste mõju kontekstis pälvivad enim tähelepanu tormidest tingitud üleujutused ja paduvihmadest ning tulvadest tingitud üleujutused.

Tormide poolt põhjustatud veetõusud võivad üle ujutada ulatuslikud alad rannikul. Meretaseme lühiajalised tõusud võivad olla põhjustatud esiteks tsüklonitega kaasnevast veekerkest ja teiseks tugeva tuule poolt põhjustatud merevee kuhjumisest rannikutsoonis koos lainetusega (Päästeamet, 2013a). Eestis kompenseerib maakerge osaliselt merevee taseme tõusu. Kuni aastani 2030 (kliimastsenaariumi RCP4.5 kohaselt) väga olulisi erinevusi mõju ega tõenäosuse osas eeldatavasti ei toimu, mistõttu hinnati need jätkuvalt keskmisteks. Kuni aastani 2100 (kliimastsenaariumi

RCP8.5 kohaselt) on tänu tormide eeldatavale sagenemisele ja tuule suuremale keskmisele kiirusele võimalik rannikualadel kõrgema veetaseme sagedasem esinemine ning seda ka suuremal pindalal. Samas tagajärgede majandusliku mõju osas murrangulist suurenemist eeldada ei saa, küll aga suureneb vastava hädaolukorra tekke võimalustega üleujutuste eeldatav esinemissagedus. Sellest lähtuvalt hinnati majanduslik mõju jätkuvalt keskmiseks, kuid tõenäosus kõrgeks. Olulisemad mõju piirkonnad on Pärnu ja Tallinn linn, aga ka mujal Pärnumaal, Läänemaal, Saaremaal ja Hiiumaal.

Paduvihmadest ja tulvadest tingitud üleujutuste mõju Eesti tiheasustusega piirkondades ei ole võrreldav tormidest tingitud merevee tõusu tagajärgedega. Äkiliste tugevate tormiste vihmasadude poolt põhjustatud jõgede ja ojade veetasemete tõusud võivad üle ujutada suhteliselt piiratud alasid. Eestis ei ole täheldatud selgeid nihkeid äravoolu suurenemis- või vähenemistrendi osas (Luhamaa jt, 2014). Kõrge kevadise suurvee esinemise tõenäosus on vähenenud, kuid keskmiste sademete hulgad näitavad suurenemise tendentsi (Luhamaa jt, 2014). Kuni aastani 2030 (lähtudes peamiselt RCP4.5 kliimastenaariumist) eriti olulisi muudatusi eeldatavasti ei esine, mistõttu majanduslik mõju hinnati väikeseks (võrreldes rannikualade üleujutustega, mis on seniste üleriigiliste riskihinnangute puhul olnud limiteerivaks) ja tõenäosus keskmiseks. Aastani 2100 (võttes aluseks RCP8.5) pole ette näha sisemaa üleujutuste oluliselt raskemat kulgu, mistõttu majanduslik mõju hinnati jätkuvalt väikeseks. Küll aga võib eeldada vastavate sündmuste esinemissageduse suurenemist ja seetõttu hinnati tõenäosus „kõrgeks“. Riskialad asuvad Tartus, Võrus ja Kohtla-Järvel.

Uuritus Eestis

Üleujutuste kohta on Eestis teostatud pikaajalisi hüdromeetrilisi vaatluseid siseveekogudel ja samuti merevee taseme mõõtmisi (Tammets, 2012). Keskkonnaministeeriumi eestvedamisel määrati üleujutuste riskide esialgse hindamise käigus kindlaks ja kaardistati Eestis võimalike üleujutuste põhitüübid ja 20 riskipiirkonda üleujutuste kohta tiheasustusaladel (Keskkonnaministeerium, 2011). Hiljem koostati riskipiirkondade põhjalikumad kaardid, kus toodi veetasemete tõenäolised tõusud 10, 50, 100 ja 1000 aasta pärast ning võimalike kahjulike tagajärgede kirjeldused. Üleujutusohupiirkonna kaartides leiduvad stsenaariumite lõikes järgmised andmed: üleujutuse ulatus, veetase ja vooluveekogude korral ka vastav vooluhulk (Keskkonnaministeerium, 2014). Praeguseks on koostatud üleujutusohuga riskide maandamiskavad (avaldub kahes vesikonnas) (Keskkonnaministeerium, 2015).

Rakendatud meetmed

Üleujutusi leevendavad meetmed on riskipiirkondade kaardistamine, üleujutuse riskiga arvestamine ruumilisel planeerimisel, riiklik hädaolukorra lahendamise plaan, elutähtsate teenuste osutajate valmisoleku tagamine, elanikkonna teavitamine ja ettevalmistus, riskipiirkondade põhised riskide maandamiskavad vesikondade kaupa, välisabi kaasamise võimalused (Siseministeerium, 2013; Päästeamet, 2013a).

Välisnäidetest, Ühendkuningriigi valitsus juhindub üleujutuse riskiohje programmist, mille eesmärgiks on vähendada üleujutuste tõenäosust ja tagajärgi. Üleujutuste riski hindamine ja vastavate hädaolukorra lahendamise plaanide koostamine toimub kohalikul tasandil. Tähtsal kohal on seire- ja ennustussüsteemid, mis peavad tagama

varajase hoiatuse aladel, mis võivad olla ohustatud. Töötab spetsiaalne üleriigiline abitelefoni, mille kaudu inimesed saavad ööpäevaringselt teavet üleujutuse riski ja vajalike tegevuste kohta enne üleujutust, selle ajal ja järgselt (Cabinet Office, 2013). Norra Kuningriigis vastutavad kohalikud omavalitsused üleujutuste ennetamise ja elanike kaitsmise eest. Kohalike võimude riski- ja haavatavuse analüüsid on otsustavad üleujutuse ohuga alade kindlaksmääramisel ja nendest lähtutakse maakasutuse planeerimisel. Kuna üleujutuse riski ei saa täielikult kõrvaldada, siis peavad omavalitsused kavandama ka valmiduse ja kaitsemeetmed sündmuse toimumise puhuks. Norras toimib riiklik üleujutuste eest hoiatamise teenistus ja spetsiaalne ööpäevaringne telefoniliin. Üleujutuse korral kaasatakse olukorra lahendamisse erinevad munitsipaal- ja riiklikud teenistused (DSB, 2013).

3.6.2. Metsatulekahjud

Probleem

Metsa- või maastikutulekahjusid soodustavaks oluliseks teguriks on ilmastik, kusjuures sobivad ilmastikuolud tulekahjude tekkeks esinevad kevadisest lumikatte täielikust kadumisest kuni sügiseste sadude ja niiskete ilmade saabumiseni (Päästeamet, 2013b). Metsatulekahjude puhul on hädaolukorra tunnused määratletud järgmiselt: „põhjustab suure varalise kahju või suure keskkonnakahju või tõsiseid ja ulatuslikke häireid elutähtsa teenuse toimepidevuses (muu hulgas häired päästetöö toimimises, elektrivarustuse toimimises); tegemist on põlengualaga alates 500 ha või mitmed väiksemad metsa- ja maastikutulekahjud, mis toimuvad ühel ajal erinevates piirkondades“ (Päästeamet, 2013b). Metsatulekahjude üleriigilise riskianalüüsi juhtivaks asutuseks on Päästeamet ja hädaolukorra lahendamise plaani koostamise korraldajaks Siseministerium (Vabariigi Valitsus, 2013).

Metsatulekahjude tekke põhieelduseks on metsamaa või raba olemasolu. Kõige tuleohtlikumad on okaspuudest koosnevad metsakooslused ja kõige vähem tuleohtlikud lehtpuumetsad. Tuleohtu suurust näitab tuleohtuindeks, mis arvutatakse välja sademete esinemise õhutemperatuuri ja õhuniiskuse põhjal. Tuleohtuindeks on Päästeametile aluseks tuleohtliku perioodi väljakuulutamisel. Metsatulekahjude tekkepõhjused võib jagada peamiselt inim- ja loodustekkelisteks. Metsatulekahjude koguarvu vähenemise taustal on hakanud suurenema loodusnähtustest põhjustatud tulekahjude osakaal, olles näiteks 2011. aastal 4%. Päästeameti juhtimisel koostatud riskianalüüs hindas ulatusliku metsa- ja maastikutulekahju kõrge riskiga hädaolukorraks, mis eeldab valmistumist ja ennetavate ning tagajärgi leevendavate meetmete kavandamist. Eestis on taasiseseisvuse ajal aset leidnud kokku seitse hädaolukorra määratlusele vastavat metsatulekahju: neist kolm Harjumaal, kaks Ida-Virumaal, üks Tartumaal ja üks jäi nii Harju kui Lääne maakonna territooriumile. Põlengualade suurused jäid vahemikku 550 kuni 1235 ha (Siseministerium, 2013; Päästeamet, 2013b).

Riskid ja haavatavus

Hädaolukorra riskianalüüs vaatleb hädaolukorra tüübina ulatuslikku metsa- või maastikutulekahju. Metsa- või maastikutulekahju määratletakse hädaolukorrana, kui see põhjustab suure varalise kahju või suure keskkonnakahju (üle 3,2 miljoni euro) või tõsiseid ja ulatuslikke häireid elutähtsa teenuse toimepidevuses, sh häireid päästetöö toimimises, elektrivarustuse toimimises, kui tegemist on põlengualaga

alates 500 ha suurusel maa-alal või mitmete väiksemate metsa- ja maastikutulekahjudega, mis toimuvad ühel ajal erinevates piirkondades. 2013. aasta riskianalüüs hindas metsa- või maastikutulekahju riski kõrgeks, kusjuures nii tõenäosuse hinnang oli 5-pallisel hindamiskaalal suur ja tagajärgede koondhinnang keskmine (Päästeamet, 2013b).

Metsatulekahjude (süttimise) vahetud põhjused on 99% ulatuses, seega valdavalt, inimtekkelised. Ilmastik on metsa- või maastikutulekahjusid soodustavaks teguriks. Tulekahjude teket soosivad ilmastikuolud kestavad kevadisest lumikatte täielikust kadumisest kuni sügiseste sadude ja niiskete ilmadeni. Tuleohtlikkuse suurenemine on otseses sõltuvuses temperatuuri tõusuga ja sademete hulga vähenemisega. Sademeid, õhutemperatuuri ja õhuniiskuse suurust hinnatakse arvutusliku tuleohu suurust iseloomustava tuleohu indeksi alusel. Eesti meteoroloogiajaamade andmetel on keskmine tuleohu indeks suurem suve teisel poolel. Maksimaalse tulehuindeksi keskmise jaotumise alusel esinevad tuleohtlikkust soosivamad ilmastikuolud Kesk-, Lõuna-, ja Loode- Eestis (Lääne-Virumaal, Jõgevamaal, Järvamaal, Viljandimaal, Tartumaal, Valgamaal, Põlvamaal, Võrumaal ja Läänemaal). Metsa- ja maastikutulekahjude levimist soodustavad veel puhkenud tulekahjude hiline avastamine ja tugev tuul (Päästeamet, 2013b).

Keskkonnaagentuuri ja Päästeameti andmetel (Päästeamet, 2013b) on metsatulekahjude keskmine arv aastas ja hädaolukorra määratlusele vastavate tulekahjude arv erinevate perioodide lõikes järgmine (Tabel 3.6.2.1):

Tabel 3.6.2.1. Metsatulekahjude valiknäitajad ajaperioodide lõikes

Periood	Metsatulekahjusid aastas keskmiselt	Hädaolukorra määratlusele vastavaid metsatulekahjusid
20 aastat (1993–2012)	144,1	6
10 aastat (2003–2012)	76,9	2
5 aastat (2008–2012)	38,0	1

Siit järeldub, et metsatulekahjude keskmine arv aastate lõikes pigem väheneb, mis on seletatav ennetusmeetmete tõhustumisega inimtekkeliste tulekahjude vältimiseks. Märkimisväärselt on vähenenud ka hädaolukorra määratlusele vastavate metsatulekahjude arv. Eelnevat arvestades hinnati metsatulekahjust põhjustatud hädaolukorra tõenäosuseks sõltuvalt ajavahemikust 20–30%, mis on „suur“ (Päästeamet, 2013b) – kliimamuutuste mõjude hindamise kontekstis „kõrge“.

Maastikupõlengute arv on Päästeameti väljakutsete statistika (Päästeamet, 2015) alusel oluliselt suurem metsapõlengute arvust. Järgnevalt on tabelis 3.6.2.2 toodud viimase viie aasta vastavad andmed.

Tabel 3.6.2.2. Metsa- ja maastikupõlengud aastatel 2010–2014

Näitaja	2010	2011	2012	2013	2014
Metsatulekahjud	30	24	18	13	18
Maastikutulekahjud	1424	1188	672	1263	2402
KOKKU	1454	1202	690	1276	2420

Vaatamata maastikutulekahjude oluliselt suuremale arvule ja esinemissagedusele on nende hädaolukorraks arenemise võimalus väike. Maastikutulekahjude tekkepõhjuste

üle täpset arvestust ei peeta, kuid riskianalüüsis eeldatakse, et peamised põhjused on samuti inimtekkelised (Päästeamet, 2013b).

Metsa- või maastikutulekahju mõju inimese elule ja tervisele avaldub üksikutel juhtudel, näiteks sattumisel põlengu lähedusse või kustutamisel ohutusnõudeid eirates. Asulate ohustatuse korral saab ohtu sattuvaid inimesi eelnevalt teavitada ja vajadusel evakueerida. Suitsu ulatuslik levik ja selle sissehingamine võivad põhjustada tervisekahjustusi, kusjuures suits võib suuremate põlengute korral levida väga kaugele. Enim ohustatud on riskirühmadesse kuuluvad isikud (rasedad, astmaatikud jm). Täiendavat ohtu kujutavad metsas leiduvad avastamata lõhkekehad, mis võivad temperatuuri tõustes plahvatada. Metsa- või maastikutulekahjude tagajärjed inimese elule ja tervisele hinnati kui „kerged“ (Päästeamet, 2013b) – kliimamuutuste mõjude tähenduses „väikesed“.

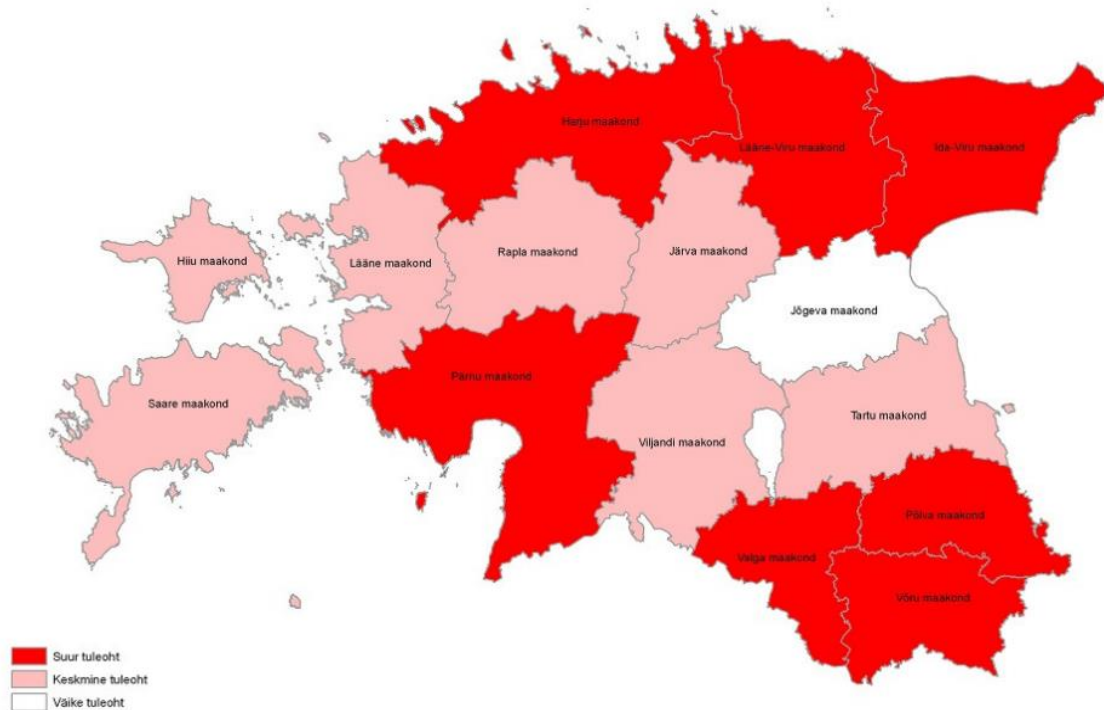
Ulatuslikud metsatulekahjud põhjustavad suurt majanduslikku kahju metsaomanikele. Halvimatel juhtudel võivad kahjustatud saada ka metsaäärsed hooned. Metsakustutustööd on ressursimahukad, s.t kahju kannab ka riik kustutustöödele kulunud ressursina. Maastikupõlengud reeglina suurt kahju ei põhjusta, välja arvatud juhul, kui nendest saavad alguse hoonepõlengud. Päästeameti andmetel on kulupõlengud alates 2010. aastast põhjustanud igal aastal kaks hoonetulekahju. Tulenevalt metsatulekahjudega kaasnevast suurest kahjust saab tagajärgi varale pidada „rasketeks“ (Päästeamet, 2013b) – kliimamuutuste mõjude tähenduses „keskmisteks“.

Tulekahjud tekitavad metsadele olulist kahju. Looduskeskkonnale tekitatav kahju sõltub metsatulekahju liigist: pinnatuli, ladvatuli ja maatuli. Pinnatule tagajärjel võivad keskealistes ja vanemates puistutes mõne aasta jooksul pärast tulekahju hukkuda ka näiliselt terved puud. Ladvatuli, mis põleb koos pinnatulega ja esineb Eestis männikutes, männikuuse segametsades ja harva ka kuusikutes, on laastavaim metsatulekahju liik. Maatuli, olles enamasti eelkirjeldatud metsatulekahju liikide tagajärg, viib metsa hukkumisele, põletades puude juurte ümbert ära pinnase, hävitades peened juured täielikult ning kahjustades oluliselt jämedamate juurte kambiumi. Metsatulekahjud hävitavad nii puistuid kui ka rikuvad oluliselt pinnase ja mulla struktuuri. Eelnevat arvestades on ulatuslike metsa- või maastikutulekahjude tagajärjed looduskeskkonnale „rasked“ (Päästeamet, 2013b) – kliimamuutuste mõjude tähenduses „keskmised“.

Elutähtsa teenuse toimepidevuse osas mõjutab ulatuslik metsa- või maastikutulekahju esmajoones päästetöö toimimist ja hädaabi õnnetusteadete menetlemise toimimist. Nimetatud teenuste toimimises võib esineda hädaolukorras rohkem kui ühepäevaseid häireid. Lisaks võib ulatuslik metsatulekahju sõltuvalt asukohast ning muudest asjaoludest mõjutada veel mitmete muude elutähtsate teenuste toimimist nagu näiteks elektrivarustus, gaasiga varustamine, lennuväljad, aeronavigatsiooni teenus, avaliku raudtee majandamine ja raudteeveotenus, sh reisijatevedu, põhjustades ajutisi häireid nende teenuste toimepidevuses. Kuna ulatusliku metsa- või maastikutulekahjuga kaasneb rohkem kui ühepäevane häire päästetöö toimimises ja õnnetusteadete menetlemise toimimises, on tagajärjed elutähtsate teenuste toimepidevusele „rasked“ (Päästeamet, 2013b) – kliimamuutuste mõjude tähenduses „keskmised“.

Metsa- ja maastikutulekahjude esinemist ja kulgu võivad kliimatingimuste muutumise korral mõjutada temperatuuri tõus, pikemad kuivaperioodid ja lumikatte vähenemine või kadumine. Kuivade ja kuumade ilmade korral on soodustatud süttimise võimalused ja põlengute laialdasem levik. Lumikatte vähenemise või kadumise korral pikeneb kevadise kulupõlengu ohu aeg ja periood, mille vältel looduslik põlevmaterjal on eksponeeritud võimalikele süüteallikatele, mis eeldatavasti on jätkuvalt valdavas enamuses inimtekkelised. Samas on viimane hädaolukorra riskihinnang niisugune (tagajärjed-mõjud vastavalt „rasked“ vs „keskmised“, tõenäosus „suur“ vs „kõrge“), et selle rangemaks muutmist loeti põhjendamatuks nii lühemaajalise – kuni aastani 2030 (kliimastenaariumi RCP4.5 kohaselt) kui ka pikemaajalise – aastani 2100 (kliimastenaariumi RCP8.5 kohaselt) puhul.

Metsatulekahjude risk on kõrgem järgmistes maakondades: Harjumaa, Ida- ja Lääne-Virumaa, Pärnumaa, Valgamaa, Põlvamaa, Võrumaa (Joonis 3.6.2.1).



Joonis 3.6.2.1. Maakondade jaotus suure, keskmise ja väikese metsade tuleohtu järgi (Päästeamet, 2013b)

Uuritus Eestis

Metsatulekahjude süsteemsed ülevaated on esitatud Eesti metsa aastaraamatutes. Näiteks aastaraamat „Mets 2013“ sisaldab erinevaid andmeid metsatulekahjudest nii lähiminevikus kui ka pikema perioodi (1921–2012) kohta (Keskkonnaagentuur, 2014). Eelmainitud pikema perioodi ega ka peamiselt Päästeameti andmete alusel (1998–2013 kohta) koostatud ülevaadetest ei ilmne metsatulekahjude arvu ega ulatuse järjepideva kasvu tendentsi (Kütt, 2014). Statistika põhjal ja usaldusväärset ei saa aga paraku järeldada, et niisugune suundumus ei võiks kliimamuutustest tulenevalt järgmistel kümnenditel aset leida.

Rakendatud meetmed

Ulatuslike metsa- ja maastikutulekahjude korral rakendatakse nii **ennetavaid kui leevendavaid meetmeid** (Siseministeerium, 2013; Päästeamet, 2013b).

Peamisteks ennetavateks meetmeteks on tuleohutuse seaduse alusel rakendatavad metsa tulekindlust suurendavad abinõud, kulupõletamise aastaringne keeld ja järelevalve teostamine selle üle, järelevalve tulekahjude kiireks avastamiseks, avalikkuse teavitamine metsa- või maastikutulekahju ohust, koolitused metsades viibijatele, tuleohu korral võõras metsas viibimise keelamine, samuti koordineeritud sihtotstarbelised toetusüsteemid erametsaomanikele (Siseministeerium, 2013; Päästeamet, 2013b).

Peamisteks leevendavateks meetmeteks on metsatulekahju riskiga arvestamine ruumilisel planeerimisel, elutähtsate teenuste osutajate poolne valmidus, kaitsevööndite rakendamine elutähtsa teenuse osutamiseks vajaliku taristu kaitseks, toetused metsaomanikele põlenud metsa koristamiseks ja uuendamiseks, Päästeameti võimekus eritehnika ja vabatahtlike kaasamise osas, regionaalsete metsakustutusplaanide olemasolu, regionaalsed ja päästepiirkonnapõhised metsatulekahjude kustutamise õppused, Päästeameti Politsei- ja Piirivalveameti lennusalga ning Õhuväe Lennubaasi õhusõidukite kaasamise võimalus, samuti välisabi kaasamise võimalused (Siseministeerium, 2013; Päästeamet, 2013b).

Pidades silmas välismaa praktikaid, Ühendkuningriigi riiklikus riskiregistris pole metsatulekahjude ennetamisest ja tagajärgede leevendamiseset pikemalt juttu, küll aga rõhutatakse riikliku ja kohaliku tasandi koostöö suurt osatähtsust metsatulekahju riskiga arvestamisel kohalikus kontekstis (Cabinet Office, 2013). Norra Kuningriigis hõlmab hädaolukorraks valmisolek võimet avastada, anda hoiatust ja tõrjuda metsatulekahjusid. Avastamine ja hoiatamine võib toimuda nii laia üldsuse kui ka õhu- ja satelliidiseire abil. Metsatulekahjude leviku piiramiseks kasutatakse erinevaid meetodeid, kuid kõige sagedamini looduslikke piirdeid maastikul nagu jõed, maanteed, elektriliinide trassid. (DSB, 2013).

3.6.3. Uurimisvajadus

Üleujutusriskide hindamise ja meetmete kavandamise integreeritud analüüs

Esmaseks uurimisvajaduseks on üleujutuste riskide hindamise ja meetmete kavandamise integreeritud käsitlus, mis terviklikult ja siduvalt arvestaks seniste uuringute ja arenduste tulemusi, sealhulgas ka kliimamuutuste võimalike mõjudega seonduvaid. Olulise väljundina jõutaks senisest parema ja seostatuma tervikpildini võimalikest üleujutuste(riskide)st Eestis ja negatiivsete tagajärgede vältimise või vähendamise võimalustest.

Põhiliseks meetodiks oleks dokumendianalüüs, mis koondaks, analüüsiks, võrdleks ja süstematiseeriks nii seniste uuringute ning arendusprojektide väljundid kui ka täiendavaid algandmeid. Samuti täiendab analüüsi kirjeldava statistika või muu kvantitatiivsete meetodite kasutamine, kas uute algandmete töötamiseks või metaandmete järeltöötamiseks.

Samuti peaks täiustama riskianalüüsi metoodikat aeglase kliimamuutuste arvestamiseks.

3.6.4. Mõjude üldistus

Kliimamuutuste mõjud üleujutuste puhul võivad avalduda rannikualadel tormide sagenemisest tingitud kõrgete veeseisude tihedamas esinemises. Samuti võib tänu sademete hulga suurenemisele pikemas perspektiivis kasvada ka sisemaa üleujutuste esinemissagedus, ehkki pole ette näha nende oluliselt kriitilisemat kulgu. Metsa- ja maastikutulekahjude puhul on kliimamuutuste võtmes oluline, et kuumade ja kuivade ilmade sagenemine, samuti lumikatte taandumine soodustavad süttimise võimalusi ja põlengute laialdasemat levikut. Üleujutuste ja metsatulekahjude riskihinnangutes tuuakse nii lähi- kui ka kaugemas tulevikus välja varalised kahjud ja elutähtsate teenuste toimepidevuse tagamine. Prognoositavad tagajärjed inimeste elule ja tervisele on nende hädaolukorra tüüpide puhul kergemad. Metsatulekahjude puhul on olulised ka looduskeskkonna kahjustused. Üleujutuste ja metsatulekahjude mõjud vahetult päästevõimekusele avalduvad esmajoones hädaabi õnnetusteadete menetluse ja päästetööde ning avaliku korra tagamise häirituses, isegi pikemaks kui üheks päevaks.

Tabel 3.6.4.1. Kliimamuutuste mõjud päästevõimekusele

Periood	Kliimarisik	Alavaldkond	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund + / 0 / -	Majanduslik mõju	Tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Kuni 2030 – Kehtib senine ilmastik	Tormid	Üleujutused	Tormide poolt põhjustatud veetõusud ja sellest tingitud rannikualade üleujutused	–	keskmine	keskmine	otsene	Tallinn, Pärnu, Saaremaa, Hiiumaa, Pärnumaa, Läänemaa
	Paduvihmad, tulvad	Üleujutused	Äkiliste tugevate tormiste vihmasadude poolt põhjustatud väiksemate jõgede ja ojade veetaseme tõusud ja neist tingitud üleujutused	–	väike	keskmine	otsene	Tartu, Tartumaa, Võru, Kohtla-Järve
	Soojenemine	Metsatulekahjud	Kõrgemad temperatuurid põhjustavad metsade liigset kuivust ja soodustavad süttimist ja tule levikut	–	keskmine	kõrge	otsene	Harjumaa, Lääne-Virumaa, Ida-Virumaa, Pärnumaa, Valgamaa, Põlvamaa, Võrumaa
	Põuad	Metsatulekahjud	Pikka aega kestev kuivus soodustab metsade süttimise võimalusi ja soodustab põlengute ulatuslikumat levikut	–	keskmine	kõrge	otsene	Harjumaa, Lääne-Virumaa, Ida-Virumaa, Pärnumaa, Valgamaa, Põlvamaa, Võrumaa
	Lumekatte kadumine	Metsatulekahjud	Metsad on lumekatte puudumise või selle lühema kestmise tõttu kauem tuleohtlikud	–	keskmine	kõrge	otsene	Harjumaa, Lääne-Virumaa, Ida-Virumaa, Pärnumaa, Valgamaa, Põlvamaa, Võrumaa
2030 – 2050 – RCP8.5	Tormid	Üleujutused	Tormide poolt põhjustatud veetõusud ja sellest tingitud rannikualade üleujutused	–	keskmine	keskmine	otsene	Tallinn, Pärnu, Saaremaa, Hiiumaa, Pärnumaa, Läänemaa
	Paduvihmad, tulvad	Üleujutused	Äkiliste tugevate tormiste vihmasadude poolt põhjustatud väiksemate jõgede ja ojade veetaseme tõusud ja neist tingitud üleujutused	–	väike	keskmine	otsene	Tartu, Tartumaa, Võru, Kohtla-Järve
	Soojenemine	Metsatulekahjud	Kõrgemad temperatuurid põhjustavad metsade liigset kuivust ja soodustavad süttimist ja tule levikut	–	keskmine	kõrge	otsene	Harjumaa, Lääne-Virumaa, Ida-Virumaa, Pärnumaa, Valgamaa, Põlvamaa, Võrumaa
	Põuad	Metsatulekahjud	Pikka aega kestev kuivus soodustab metsade süttimise võimalusi ja soodustab põlengute ulatuslikumat levikut	–	keskmine	kõrge	otsene	Harjumaa, Lääne-Virumaa, Ida-Virumaa, Pärnumaa, Valgamaa, Põlvamaa, Võrumaa

Periood	Kliimarisik	Alavaldkond	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund + / 0 / -	Majanduslik mõju	Töenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
	Lumekatte kadumine	Metsatulekahjud	Metsad on lumekatte puudumise või selle lühema kestmise tõttu kauem tuleohtlikud	-	keskmine	kõrge	otsene	Harjumaa, Lääne-Virumaa, Ida-Virumaa, Pärnumaa, Valgamaa, Põlvamaa, Võrumaa
	Tormid	Üleujutused	Tormide poolt põhjustatud veetõusud ja sellest tingitud rannikualade üleujutused	-	keskmine	keskmine	otsene	Tallinn, Pärnu, Saaremaa, Hiiumaa, Pärnumaa, Läänemaa
2050-2100 – RCP8.5	Paduvihmad, tulvad	Üleujutused	Äkiliste tugevate tormiste vihmasadude poolt põhjustatud väiksemate jõgede ja ojade veetaseme tõusud ja neist tingitud üleujutused	-	väike	keskmine	otsene	Tartu, Tartumaa, Võru, Kohtla-Järve
	Soojenemine	Metsatulekahjud	Kõrgemad temperatuurid põhjustavad metsade liigset kuivust ja soodustavad süttimist ja tule levikut	-	keskmine	kõrge	otsene	Harjumaa, Lääne-Virumaa, Ida-Virumaa, Pärnumaa, Valgamaa, Põlvamaa, Võrumaa
	Põuad	Metsatulekahjud	Pikka aega kestev kuivus soodustab metsade süttimise võimalusi ja soodustab põlengute ulatuslikumat levikut	-	keskmine	kõrge	otsene	Harjumaa, Lääne-Virumaa, Ida-Virumaa, Pärnumaa, Valgamaa, Põlvamaa, Võrumaa
	Lumekatte kadumine	Metsatulekahjud	Metsad on lumekatte puudumise või selle lühema kestmise tõttu kauem tuleohtlikud	-	keskmine	kõrge	otsene	Harjumaa, Lääne-Virumaa, Ida-Virumaa, Pärnumaa, Valgamaa, Põlvamaa, Võrumaa

KASUTATUD KIRJANDUS

Aaheim, A., Amundsen, H., Dokken, T., Ericson, T. & Wei, T. (2009). A macroeconomic assessment of impacts and adaptation to climate change in Europe. CICERO Report 2009:06. Oslo, Norway.

Ågren, J. & Svensson, R. (2007). Postglacial Land Uplift Model and System Definition for the New Swedish Height System RH 2000. LMV-Rapport 2007:4, Lantmäteriet, Sweden.

Ahas, R. (toim.) (2001). Eesti looduse kalender. Publicationes Instituti Geographici Universitatis Tartuensis 90. Tartu.

Ahern, M., Kovats, R.S., Wilkinson, P., Few, R. & Matthies, F. (2005). Global health impacts of floods: epidemiologic evidence. *Epidemiol Rev.* 27:36–46.

Albers, R. A. W. & Bosch, P. R. (2015). Overview of challenges and achievements in the climate adaptation of cities and in the Climate Proof Cities program, *Building and Environment* 83 1–10.

Alcamo, J., Moreno, J. M., Nováky, B., Bindi, M., Corobov, R., Devoy, R. J. N., Giannakopoulos, C., Martin, E., Olesen, J. E. & Shvidenko A. (2007). Europe. In: Parry, M.L.; Canziani, O.F., Palutikof, J.P., van der Linden, P.J., Hanson, C.E. (Toim.): *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of working group II to the Fourth Assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Cambridge: University Press. 541–580.

Argaud, L., Ferry, T., Le Q. H., et al. (2007). Short- and long-term outcomes of heatstroke following the 2003 heat wave in Lyon, France. *Arch Intern Med* 2007;167:2177–83.

Åström, C. et al. (2013). Heat-related respiratory hospital admissions in Europe in a changing climate: a health impact assessment. *BMJ Open* 2013;3:e001842 doi:10.1136/bmjopen-2012-001842

Averkiev, S. & Klevanny, K. A. (2010). A casestudy of the impact of cyclonic trajectories on sea level extremes in the Gulf of Finland. *Cont Shelf Res* 30:707–714.

BACC (2008). BACC Author Team. *Assessment of Climate Change for the Baltic Sea Basin.* Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

BACC II Author Team 2015. *Second Assessment of Climate Change for the Baltic Sea Basin:* 411 – 423

Bais, A. F., McKenzie, R. L., Bernhard, G., Aucamp, P. J., Ilyas, M., Madronich, S. & Tourpali, K. (2015). Ozone depletion and climate change: impacts on UV radiation *Photochem. Photobiol. Sci.*, 2015, 14, 19.

Bastien, N., Arthur, S., Wallis, S. & Scholz, M. (2010). The best management of SuDS treatment trains: a holistic approach. *Water Sci Technol* 2010;61:263e72.

Basu, R. (2009). High ambient temperature and mortality: a review of epidemiological studies from 2001 to 2008. *Environmental Health*, 2009, 8:40 doi:10.1186/1476-069X-8-40.

- Battilani et al. (2012) Modelling, predicting and mapping the emergence of aflatoxins in cereals in the EU due to climate change. Scientific Report submitted to EFSA <http://www.efsa.europa.eu/de/search/doc/223e.pdf>
- Beltadze, D. (2012). Eesti rahvaarv, rahvastiku koosseis ja paiknemine 2011. Aasta rahvaloenduse tulemuste põhjal. Eesti statistika kvartalikirj 4/12.
- Bicknell, J., Dodman, D. & Satterthwaite, D. (toim.) (2009). Adapting Cities to Climate Change: Understanding and Addressing the Development Challenges. Earthscan, Abingdon, Oxon, UK and New York, NY, USA.
- Blott, S. J., Duck, R. W., Phillips, M. R., Pontee, N. I., Pye, K. & Williams, A. (2013). United Kingdom. In: Pranzini and Williams (eds), Coastal erosion and protection in Europe, Routledge, Oxon, pp. 173–208.
- Blunden, J., Arndt, D. S., Baringer, M. O. (2011). State of the Climate in 2010. BAMS 2011;92:1–266.
- Bulkeley, H. (2010). Cities and the governing of climate change. Annual Review of Environment and Resources, 35, 229–253.
- Cabinet Office (2013). National Risk Register of Civil Emergencies – 2013 edition. https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/211867/NationalRiskRegister2013_amended.pdf (26.07.2013).
- COM 216 (2013). Komisjoni teatis Euroopa parlamendile, nõukogule, Euroopa majandus- ja sotsiaalkomiteele ning Regioonide komiteele: Kliimamuutustega kohanemist käsitlev ELi strateegia /COM/2013/0216 final/. European Commission. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52013DC0216>
- Commission of the European Communities (2007). Green paper from the Commission to the council. The European Parliament, The European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Adapting to climate change in Europe – options for EU action; 2007 (<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:52007DC0354>).
- Confalonieri, U., Menne, B., Akhtar, R., Ebi, K. L., Hauengue, M., Kovats, R. S. et al. (2007). Cambridge, UK: Cambridge University Press, 391–431; 2007. Human health. In: Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Parry ML, Canziani OF, Palutikof JP, van der Linden PJ, Hanson CE, eds).
- Coombes, E. G., Jones, A. P. & Sutherland, W. J. (2009). The implications of climate change on coastal visitors numbers: A regional analysis. J Coast Res 25:62–77.
- D'lpoliti, D., Michelozzi, P., Marino, C., de'Donato, F., Menne, B., Katsouyanni, K. et al. (2010). The impact of heat waves on mortality in 9 European cities: results from the EuroHEAT project. Environmental Health 2010, 9:37.
- Daanen, H. A. M., Heusinkveld, B., Hove, B. & Riet, N. (2011). Heat strain in elderly during heat waves in the Netherlands. In: Koskolou M, Kounalakis S, editors. Abstract Book XIV International Conference on Environmental Ergonomics, Vol. 2011; 2011. p. 168e70.
- Davoudi, S., Crawford, J. & Mehmood, A. (2009). Climate Change and Spatial planning response, in: DAVOUDI, S.; CRAWFORD, J.; MEHMOOD, A. (eds.):

Planning for climate change. Strategies for mitigation and adaptation for spatial planners, pp. 7–18. London: Earthscan.

Delfi Ärileht (2002). Põud tegi miljardi eest kahju. <http://arileht.delfi.ee/news/uudised/poud-tegi-miljardi-eest-kahju?id=3895023>

Deltaprogram (2014). Ministry of Infrastructure and Environment, Ministry of economic Affairs. Deltaprogram2014, Working on the Delta, http://www.deltacommissaris.nl/english/Images/Delta%20Program%202014_English_tcm310-, (20.02.2015)

Denmark nc6 (2013). Denmark's Sixth National Communication on Climate Change. The Ministry of Climate, Energy and Building, Denmark, Copenhagen. 535 p.

Dietersdorfer, L., Efremova, V., Agueda, F. B., Fleschurz, R., Mangialardi, G., Piscitelli, C., Schmitz, S., Scurrall, B., Sosinski, P., Willi, C. & Wolff, M. (2012). Urban Shrinkage and Chances for Adaptation to Climate Change. Final Report. Dessau.

D'Ippoliti, D., Michelozzi, P., Marino, C., et al. (2010). The impact of heat waves on mortality in 9 European cities: results from the EuroHEAT project. *Environ Health* 2010;9:37.

Dixon, N. & Brook, E. (2007). Impact of predicted climate change on landslide reactivation: case study of Mam Tor. *UK Landslides*, 4, 137–147.

Dousset, B., Gourmelon, F., Laaidi, K., Zeghnoun, A., Giraudet, E., Bretin, P. et al. (2011). Satellite monitoring of summer heat waves in the Paris metropolitan area. *Int J Climatol* 31:313–323.

DSB (2013). National Risk Analysis 2013. http://www.dsb.no/Global/Publikasjoner/2013/Tema/NRB_2013_english.pdf (25.11.2013).

EC (2014a). ECHO Factsheet: Civil Protection legislation. http://ec.europa.eu/echo/files/aid/countries/factsheets/thematic/civil_protection_legislation_en.pdf (03.09.2014)

EC (2014b). Vademecum – Civil Protection. http://ec.europa.eu/echo/files/civil_protection/vademecum/index.html (10.07.2014).

EC (2015). Humanitarian aid and Civil Protection. <http://ec.europa.eu/echo/en>.

ECPA, European Crop Protection Association (2015). Climate change. Agriculture today; 2015 (<http://www.ecpa.eu/page/climate-change>)

Edwards, P. N. (2011). History of climate modeling. *WIREs Clim Change*, 2: 128–139.

EEA (2012). Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2012. EEA Report No 12/2012. European Environment Agency: Copenhagen.

EEA, European Environment Agency (2008). Impacts of Europe's changing climate – 2008 indicator-based assessment. EEA Report 4/2008. Copenhagen.

EEA, European Environment Agency (2012). Urban Adaptation to Climate Change in Europe: Challenges and Opportunities for Cities Together with Supportive National and European Policies. EEA Report, No. 2/2012, European Environment Agency (EEA), Copenhagen, Denmark, 143 pp.

EEA, European Environmental Agency (2014). National adaptation policy process in European countries – 2014, Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2014.

EEA/JRC/WHO (2008). Impacts of Europe's changing climate — 2008 indicator-based assessment. EEA Report No 4/2008. JRC Reference Report No JRC47756. EEA, Copenhagen, 2008, European Communities, 2008.

Eesti 2030+ (2012). Üleriigiline planeering. Siseministerium, Tallinn. <https://eesti2030.files.wordpress.com/2014/07/eesti2030.pdf>

Eesti Geoloogiakeskus (2015). Seired. [<http://www.egk.ee/asutusest/seired/>]

Elsasser, H. & Bürki, R. (2002). Climate change as a threat to tourism in the Alps. *Climate research*, 20, 253–257.

Ernstson, H., van der Leeuw, S. E., Redman, C. L., Meffert, D. J., Davis, G., Alfsen, C. & Elmqvist, T. (2010). Urban transitions: on urban resilience and human-dominated ecosystems. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 39(8), 531–545.

ESPON Climate: Climate Change and Territorial Effects on Regions and Local Economies in Europe. 2013. http://www.espon.eu/main/Menu_Projects/Menu_AppliedResearch/climate.html

ESPON, European Observation Network for Territorial Development and Cohesion (2011). Climate change and territorial effects on regions and local economies. Scientific Report. Luxembourg

Euroopa Liidu territoriaalne tegevuskava 2020 (2011). https://www.siseministerium.ee/public/TA_eesti_keeles.pdf (10.02.2015).

European Commission (2009). Komisjoni teatis Euroopa parlamendile, nõukogule, Euroopa majandus- ja sotsiaalkomiteele ning Regioonide komiteele: concerning the European Union Strategy for the Baltic Sea Region /COM(2009) 248 final/. Brüssel, 10.6.2009.

http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docoffic/official/communic/baltic/com_baltic_en.pdf

EuroSION (2004). Living with coastal erosion in Europe: Sediment and Space for Sustainability. A guide to coastal erosion management practices in Europe. Service contract B4-3301/2001/329175/MAR/B3“Coastalerosion – Evaluation of the need for action” Directorate General Environment European Commission.

EÜ (2007). Euroopa Parlamendi ja Nõukogu Direktiiv 2007/60/EÜ, 23. oktoober 2007, üleujutusrisiki hindamise ja maandamise kohta. Euroopa Liidu Teataja L 288/27,6 .11.2007. <http://www.envir.ee/sites/default/files/yleujutusedirektiiv.pdf> (05.11.2007).

Fels-Klerx, H. J., Asselt, E. D., Madsen, M. S. et al. (2013). Impact of Climate Change Effects on Contamination of Cereal Grains with Deoxynivalenol. *PLoS ONE* 2013;8(9):e73602.

Finland's Fifth National Communication under the United Nations Framework Convention on Climate Change (2009). Ministry of the Environment and Statistics Finland, Helsinki. 280 p.

- Fischlin, A., Ayres, M., Karnosky, D., Kellomäki, S., Louman, B., Ong, C., Palttner, G.-K., Santoso, H. & Thompson, I. (2009). Future environmental impacts and vulnerabilities. In: Seppälä, R. Buck, A. & Katila, P. (eds.). *Adaptation of Forests and People to Climate Change: A Global Assessment Report*. IUFRO World Series Vol. 22. IUFRO, Vienna. p. 53–100.
- Flemming, N. C., Çağatay, M. N., Chiocci, F. L., Galanidou, N., Jöns, H., Lericolais, G., Missiaen, T., Moore, F., Rosentau, A., Sakellariou, D., Skar, B., Stevenson, A. & Weerts, H. (2014). *Land Beneath the Waves: Submerged landscapes and sea level change. A joint geoscience-humanities strategy for European Continental Shelf Prehistoric Research*. Oostend, Belgium: European Marine Board.
- Foster, J., Lowe, A. & Winkelmann, S. (2011). *The Value of Green Infrastructure for Urban Climate Adaptation*. The Center for Clean Air Policy (CCAP), Washington, DC, USA, 52 pp.
- Fouillet, A., Rey, G., Laurent, F., et al. (2006). Excess mortality related to the August 2003 heat wave in France. *Int Arch Occup Environ Health* 2006;80:16–24.
- Fryd, O., Backhaus, A., Birch, H., Fratini, C. F., Ingvertsen, S. T., Jeppesen, J. et al. (2013) Water sensitive urban design retrofits in Copenhagen e 40% to the sewer, 60% to the city. *Water Sci Technol* 2013;67:1945e52.
- Füssel, H.-M. & Klein, R. J. (2006). Climate change vulnerability assessments: an evolution of conceptual thinking. *Climatic Change*, 75(3), 301–329.
- Füssel, H.-M. (2009). *Review and Quantitative Analysis of Indices of Climate Change Exposure, Adaptive Capacity, Sensitivity, and Impacts*. Background note to the World Development Report 2010, World Bank, Washington DC, USA, 34 pp.
- Gallagher, R. P. & Lee, T. K. (2006). Adverse health effects of ultraviolet radiation: a brief review. *Progress in Biophysics and Molecular Biology*, 92: 119-131.
- Geels, C., Andersson, C., Hänninen, O., Lansø, A. S., Schwarze, P. E., Skjøth, C. A. & Brandt, J. (2015). Future premature mortality due to O₃, secondary inorganic aerosols and primary PM in Europe--sensitivity to changes in climate, anthropogenic emissions, population and building stock. *Int J Environ Res Public Health*. 2015 Mar 4;12(3):2837–69.
- Geomedia (2014). *Kohaliku omavalitsuse üksuste võimekuse indeks 2013*.
- German federal cabinet (2008). *German Strategy for Adaptation to Climate Change*, adopted by the German federal cabinet on 17th December. http://www.bmub.bund.de/fileadmin/bmu-import/files/english/pdf/application/pdf/das_gesamt_en_bf.pdf
- Ghimire, B., Chen, A. S., Guidolin, M., Keedwell, E. C., Djordjević, S., Savić, D. A., (2013). Formulation of a fast 2D urban pluvial flood model using a cellular automata approach. *J. Hydroinformatics* 15, 676.
- Giddens, A. (2009). *Politics of climate change*. London: Polity Press.
- Ginexi, E. M., Weihs, K., Simmens, S. J. et al. (2000). Natural disaster and depression: a prospective investigation of reactions to the 1993 midwest floods. *Am J Community Psychol* 2000;28:495–518.

- Giorgi, F. & Torma, C. (2015). Climate variability and change over Europe. Connections to pollen concentrations. Filippo Giorgi, Csaba Torma ICTP, Trieste, Italy
- Grimmond, S. (2007). Urbanization and global environmental change: local effects of urban warming. *Geogr J* 2007;173:83–8.
- Gromke, C. B., Blocken, B., Janssen, W. D., Merema, B., van Hooff, T. & Timmermans, H. J. P. (2015). CFD analysis of transpirational cooling by vegetation: case study for specific meteorological conditions during a heat wave in Arnhem, Netherlands. *Build Environ* 2015;83:11–26.
- Groot, A. M. E. et al. (2015). Integration in urban climate adaptation: Lessons from Rotterdam on integration between scientific disciplines and integration between scientific and stakeholder knowledge. *Building and Environment*, 83, 177–188.
- Guidolin, M., Chen, A. S., Ghimire, B., Keedwell, E. C., Djordjević, S., Savić, D. A., (in review). A weighted cellular automata 2D inundation model for rapid flood analysis.
- Guthrie, R. H., Mitchell, S. J., Lanquaye-Opoku, N. & Evans, S. G. (2010). Extreme weather and landslide initiation in coastal British Columbia. *Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology*, 43, 417–428.
- Haapsalu Linnavalitsus (2006). Haapsalu linna üldplaneering. http://vana.haapsalu.ee/include/upload/Hps_ypl_seletuskiri.pdf
- Haines, A., Kovats, R. S., Campbell-Lendrum, D. & Corvalan, C. (2006). Climate change and human health: impacts, vulnerability and public health. *Public Health*, 120:585–596.
- Hamaoui-Laguel, L., Vautard, R., Liu, L., Solmon, F., Viovy, N., Khvorostyanov, D., Essl, F., Chuine, I., Colette, A., Semenov, M. A., Schaffhauser, A., Storkey, J., Thibaudon, M. & Epstein, M. M. (2015) Effects of climate change and seed dispersal on airborne ragweed pollen loads in Europe. *Nature Clim. Change* advance online publication
- Hamilton, J. M., Maddison, D. J. & Tool, R. S. J. (2005). Climate change and international tourism: A simulation study, *Global Environmental Change*, 253–266.
- Hanson, H., Brampton, A., Capobianco, M., Dette, H.H., Hamm, L., Laustrup, C., Lechuga, A. & Spanhoff, R. (2002). Beach nourishment projects, practices, and objectives – a European overview. *Coastal Engineering* 47, 81–111.
- Havelaar, A. H., Brul, S., Jong, A. et al. (2010). Future challenges to microbial food safety. *Int J Food Microbiol* 2010: 139:S79–94.
- HELCOM (2007). Climate Change in the Baltic Sea Area – HELCOM Thematic Assessment in 2007 Baltic Sea Environment Proceedings No. 111, 54 pp.
- Heusinkveld, B. G., Steeneveld, G. J., van Hove, L. W. A., Jacobs, C. M. J. & Holtslag, A. A. M. (2014). Spatial variability of the Rotterdam urban heat island as influenced by urban land use. *J Geophys Res* 2014;119(2):677–92.
- Hinkel, J. (2011). “Indicators of vulnerability and adaptive capacity”: towards a clarification of the science–policy interface. *Global Environmental Change*, 21(1), 198–208.

Hommik, K. (1982). Mis siis ikkagi juhtus parandatud maadel? Sotsialistlik Põllumajandus 1982/8.

Horton, D. E., Skinner, C. B., Singh, D. & Diffenbaugh, N. S. (2014). Occurrence and persistence of future atmospheric stagnation events. *Nature Climate Change* 4, 698–703.

Huggel, C., Clague, J. J. & Korup, O. (2012). Is climate change responsible for changing landslide activity in high mountains? *Earth Surface Processes and Landforms*, 37(1), 77–91.

Huggel, C., Salzmann, N., Allen, S., Caplan-Auerbach, J., Fischer, L., Haerberli, W., Larsen, C., Schneider, D. & Wessels, R. (2010). Recent and future warm extreme events and high-mountain slope stability. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, 368, 1919, 2435–2459.

Huynen, M. M., Martens, P., Schram, D., et al. (2001). The impact of heat waves and cold spells on mortality rates in the Dutch population. *Environ Health Perspect* 2001;109:463–70.

Hädaolukorra seadus (2009). RT I, 39, 262, 2009. <https://www.riigiteataja.ee/akt/116122014014> (01.01.2015).

Häädemeeste Vallavalitsus (2013). Häädemeeste valla üldplaneering. http://haademeeste.kovtp.ee/documents/381466/2819517/%C3%9CP_seletuskiri_060613.pdf/ed3f6acb-c1b5-4305-91b5-19a3f03a9e09

Häädemeeste Vallavalitsus (2015). Häädemeeste valla rannaalade osaüldplaneering. http://haademeeste.kovtp.ee/documents/381466/6803166/Rannaalade_seletuskiri_20042015.docx/472aa69b-1847-4418-b900-de0bf3fc6aa9

Hübler, M., Klepper, G. & Peterson, S. (2008). Costs of Climate Change – The Effects of Rising Temperatures on Health and Productivity in Germany, *Ecological Economics* 68, 381–393.

Iglesias, A., Garrote, L., Quiroga, S. & Moneo, M. (2009). Impacts of climate change in agriculture in Europe. PESETA-Agriculture study, JRC Scientific and Technical Reports.

Ilmajaam.ee (2008). Fotod: üleujutused Ida-Virumaal. <http://ilmajaam.postimees.ee/29123/fotod-uleujutus-ida-virumaal>

Ilmateenistus (2015). Merevee tase. <http://www.ilmateenistus.ee/meri/mereprognosid/merevee-tase/> (05.02.2015).

IPCC (1990). The First Assessment Report.

IPCC (1995). The Second Assessment Report, „Climate Change 1995“.

IPCC (2001a). *Climate Change: Impacts, Adaptation and Vulnerability*, Cambridge: Cambridge University Press.

IPCC (2001b). The IPCC Third Assessment Report, „Climate Change 2001“.

IPCC (2007). „Climate Change 2007“, the Fourth Assessment Report.

IPCC (2012). *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K.

Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)). Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, 582 pp.

IPCC (2013a). Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.

IPCC (2013b). Summary for policymakers. Climate change 2013: the physical science basis. In: Qin D, Plattner G-K, Tignor M, Allen SK, Boschung J, Nauels A, Xia Y, Bex V, Midgley PM, Stocker TF, editors. Contribution of working group i to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge: Cambridge University Press; 2013.

IPCC (2014). The Fifth Assessment Report.

IPT Projektijuhtimine (2000). Pärnu ja Sauga jõe kallaste püsivuse uuring, töö nr. 00-05-0001. Geotehnika aruanne.

Ishigami, A., Hajat, S., Kovats, R. S., et al. (2008). An ecological time-series study of heat-related mortality in three European cities. *Environ Health* 2008;7:5.

Jaagus, J. & Kull, A. (2011). Changes in surface wind directions in Estonia during 1966–2008 and their relationships with large-scale atmospheric circulation. *Estonian Journal of Earth Sciences*, 60(4), 220–231.

Jaagus, J. & Mändla, K. (2014). Climate change scenarios for Estonia based on climate models from the IPCC Fourth Assessment Report. *Estonian Journal of Earth Sciences*, 63(3), 166–180.

Jaagus, J. & Truu, J. (2004). Climatic regionalisation of Estonia based on multivariate exploratory techniques. Tiia Kaare; Jaan-Mati Punning (Toim.). Estonia. *Geographical Studies* (41 - 55). Tallinn: Estonian Academy Publishers

Jaagus, J. (2009). Pikaajalised muutused tuule suundade korduvuses Eesti läänerrannikul. Tallinna Ülikooli Ökoloogia Instituut. Publikatsioonid (11–24). Tallinn: Tallinna Ülikooli Ökoloogia Instituut.

Jaagus, J. (toim.) (1999). Uurimusi Eesti kliimast. *Publicationes Instituti Geographici Universitatis Tartuensis* 85. Tartu.

Jaagus, J. (toim.) (2003). Uurimusi Eesti kliimast. *Publicationes Instituti Geographici Universitatis Tartuensis* 993. Tartu.

Jaagus, J. (toim.) (2005). Carl Kalk 200. Ajaloolise klimatoloogia sümposium. *Publicationes Instituti Geographici Universitatis Tartuensis* 97. Tartu.

Jaagus, J. (toim.) (2007). Uurimusi Eesti kliimast. *Publicationes Instituti Geographici Universitatis Tartuensis* 102. Tartu.

Jaagus, J. (toim.) (2012). Uurimusi Eesti kliimast. *Publicationes Instituti Geographici Universitatis Tartuensis* 109. Tartu.

Jacob, D. J. & Winner, D. A. (2009). Effect of climate change on air quality, *Atmospheric Environment*, 43, 51–63, 2009.

- Jaykus, L. A., Woolridge, M., Frank, J. M. et al. (2008). Climate change: Implications for food safety. Food and agriculture organization of the United Nations (FAO). Report; 2008 (<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/i0195e/i0195e00.pdf>)
- Jimenez-Munoz, J.-C., Sobrino, J. A. (2008). Split-Window coefficients for land surface temperature retrieval from low-resolution thermal infrared sensors. *Geoscience and Remote Sensing Letters, IEEE*, Vol. 5–4, 806–809.
- Johnson, H., Kovats, R. S., McGregor, G., et al. (2005). The impact of the 2003 heat wave on mortality and hospital admissions in England. *Health Stat Q* 2005;25:6–11.
- Jomelli, V., Brunstein, D., Déqué, M., Vrac, M. & Grancher, D. (2009). Impacts of future climatic change (2070-2099) on the potential occurrence of debris flows: a case study in the Massif des Ecrins (French Alps). *Climatic Change*, 97(1), 171–191.
- Jomelli, V., Brunstein, D., Grancher, D. & Pech, P. (2007). Is the response of hill slope debris flows to recent climate change univocal? A case study in the Massif des Ecrins (French Alps). *Climatic Change*, 85(1–2), 119–137.
- Järvelä, J. (1998). Luonnonmukainen vesirakennus: periaatteet ja hydrauliset näkökohdat virtavesien ennallistamisessa ja uudisrakentamisessa.
- Kadaja, J. (1999). Eesti territooriumi kaetus meteoroloogilise informatsiooniga. Uurimusi Eesti kliimast (toim. Jaak Jaagus) *Publicationes Instituti Geographici Universitatis Tartuensis* 85, 14–27.
- Kalkstein, L. S. & Valimont, K. M. (1987). Climate effects on human health. In *Potential effects of future climate changes on forests and vegetation, agriculture, water resources, and human health*. EPA Science and Advisory Committee Monograph No. 25389, Washington, D.C.: U.S. Environmental Protection Agency; 122–152.
- Kall, T., Oja, T. & Tänavsuu, K. (2014). Postglacial land uplift in Estonia based on four precise levelings. *Tectonophysics*, 610, 25–38.
- Kallaste, T. & Kuldna, P. (eds.) (1998). *Climate change studies in Estonia*. Tallinn
- Kalm, V., Hang, T., Rosentau, A., Talviste, P. & Kohv, M. (2002). *Maalihked Pärnu maakonnas*. Aruanne Pärnu maavalitsuses, TÜ geoloogia instituut, Tartu.
- Kalm, V., Hang, T., Talviste, P. & Kohv, M. (2006). Sauga maalihke geoloogiline uuring kindlustustööde lähteandmete saamiseks. Aruanne Sauga vallavalitsuses, TÜ geoloogia instituut, Tartu.
- Kaplinski, K. (1999). *Kõrreliste õietolmuhooja prognoosimine Tartus fenoloogiliste ja aerobioloogiliste meetoditega*. Tartu: Tartu Ülikool. 1999.
- Kask, A., Suuroja, S. & Talpas, A. (2014). *Eesti riiklik keskkonnaseire programm, rannikumere seire allprogramm, 2013. a mereranniku seire tööd*. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 38 lk.
- Keskkonnaamet (2015). *Kiirgus. Varajane hoiatamine*. <http://www.keskkonnaamet.ee/keskkonnakaitse/kiirgus-3/varajane-hoiatamine/>
- Keskkonnaministerium (2011). *Üleujutusohuga seotud riskide esialgse hinnangu aruanne*. <http://www.envir.ee/sites/default/files/yleujutusohuesialgne hinnang.pdf> (17.11.2012).

- Keskkonnaministeerium (2013). Eesti kuues kliimaaruanne ÜRO kliimamuutuste raamkonventsiooni elluviimise kohta. http://www.envir.ee/sites/default/files/elfinder/article_files/kliimaaruanne_et.pdf (11.04.2014).
- Keskkonnaministeerium (2014). Üleujutusohupiirkonna ja üleujutusohuga seotud riskipiirkonna kaardid. <http://www.envir.ee/sites/default/files/kokkuvote.pdf> (19.11.2014).
- Keskkonnaministeerium (2015). Üleujutusohuga seotud riskide maandamiskavad. <http://www.envir.ee/et/uueujutusohuga-seotud-riskide-maandamiskavad>.
- Keskonnaagentuur (2014). Aastaraamat: Mets 2013. http://www.keskonnaagentuur.ee/failid/Mets_2013.pdf (27.08.2014).
- Kiirgusseadus (2004). <https://www.riigiteataja.ee/akt/112072014064> (01.01.2015).
- Klein, J. & Staudt, M. (2006). Evaluation of future sea level rise impacts in Pärnu / Estonia. In: Schmidt-Thomé P. (ed), Sea level change affecting the spatial development in the Baltic Sea Region (Seareg). GeolSurvFinlandSpecPap 41:71–81.
- Klok, E. J., Duyzer, J., Schaminee, S. & Mauri, E. (2012). Urban heat islands in the Netherlands retrieved from satellite images. TNO report TNO-060-UT-2012e01117.
- Kohv, M. (2011). Landslides in clayey soils of western Estonia. (Doktoritöö, Tartu Ülikool) Tartu: Tartu Ülikooli Kirjastus.
- KOM (2009). 147 lõplik. Valge raamat. Kliimamuutustega kohanemine: Euroopa tegevusraamistik. Euroopa Ühenduste Komisjon. Brüssel 1.4.2009.
- Kont, A. & Tõnisson, H. (toim.) (2009). Kliimamuutuste mõju Eesti rannikule. ASTRA projekti uurimistulemusi. Tallinna Ülikool, Ökoloogia instituut publikatsioonid 11/2009 Tallinn.
- Kont, A., Jaagus, J. & Aunap, R. (2003). Climate change scenarios and the effect of sea-level rise for Estonia. *Global and Planetary Change* 36, pp. 1–15.
- Kont, A., Jaagus, J., Aunap, R., Ratas, U. & Rivi, R. (2008). Implications of sea-level rise for Estonia. *Journal of Coastal Research*, 24(2), 423–431.
- Koppel, A., Kahur, K., Habicht, T., Saar, P., Habicht, J. & van Ginneken, E. (2008). Estonia: Health System Review. *Health Systems in Transition*. 2008; 10(1): 1–230.
- Kovats, R. S. & Hajat, S. (2008). Heat stress and public health: a critical review. *Annu Rev Public Health* 2008;29:41–55.
- Kovats, R. S., Edwards, S. J., Hajat, S. et al. (2004). The effect of temperature on food poisoning: a time-series analysis of salmonellosis in ten European countries. *Epidemiol Infect* 2004; 132(3):443–53.
- Kredex (2014). <http://kredex.ee/kredexist/uudised/kredexi-kaasabil-paranes-eelmisel-aastal-339-korterelamu-seisukord/>
- Kreft, S., Eckstein, D., Junghans, L., Kerestan, C. & Hagen, U. (2014). Global Climate Risk Index 2015. Who suffers most from extreme weather events? Weather-related loss events in 2013 and 1994 to 2013. Germanwatch. <https://germanwatch.org/en/9470>

- Kundzewicz, Z. W. (2014). Adapting flood preparedness tools to changing flood risk conditions: the situation in Poland. *Oceanologia*, 56 (2), 385–407.
- Kütt, V. (2015). Metsatulekahjud. http://www.keskkonnainfo.ee/failid/Metsatulekahjud_2013.%20aastal.pdf (14.11.2014).
- Kysely, J. (2004). Mortality and displaced mortality during heat waves in the Czech Republic. *Int J Biometeorol* 2004;49:91–7.
- La Greca, P., La Rosa D., Martinico, F. & Privitera, R. (2011). Agricultural and green infrastructures: the role of non-urbanised areas for eco-sustainable planning in a metropolitan region. *Environmental Pollution*, 159(8), 2193–2202.
- Lake, I. R., Hooper, L., Abdelhamid, A. et al. (2012). Climate Change and Food Security: Health Impacts in Developed Countries. *Environ Health Perspect* 2012;120(11):1520–6.
- Laos, P. (2015). Personaalne suhtlus telefoni teel, Tallinn, 19.02.2015.
- Latvia's Sixth National Communication and First Biennial Report under the United Nations Framework Convention on Climate Change (2013). Ministry of Environmental Protection and Regional Development of the Republic of Latvia.
- Linoff, G. S., Berry & M. J. A. (2011). *Data Mining Techniques: For Marketing, Sales, and Customer Relationship*. Wiley.
- Lithuania nc 6 (2014). Lithuania's 6th National Communication and 1st Biennial report under the United Nations Framework Convention on Climate Change. Vilnius.
- Loáiciga, H. A., Pingel, T. J. & Garcia, E. S. (2012). Sea water intrusion by sea-level rise: Scenarios for the 21st century. *Ground Water*, 50(1), 37–47.
- Lopez Saez, J., Corona, C., Stoffel, M. & Berger, F. (2013). Climate change increases frequency of shallow spring landslides in French Alps. *Geology*, 41(5), 619–622.
- Love, G., Soares, A. & Püempel, H. (2010). Climatechange, climatevariability and transportation. *ProcediaEnvironSci* 1:130–145.
- Luhamaa, A., Kallis, A., Mändla, K., Männik, A., Pedusaar & T., Rosin, K. (2015). Eesti tuleviku kliima stsenaariumid aastani 2100. Lepingulise töö aruanne projekti "Eesti riikliku kliimamuutuste mõjuga kohanemise strateegia ja rakenduskava ettepaneku väljatöötamine" lisana. Keskkonnaagentuur.
- Luige, A. (1974). Eesti tuletornid. Eesti Raamat, Tallinn.
- Maracchi, G., Sirotenko, O. & Bindi, M. (2005). Impacts of present and future climate variability on agriculture and forestry in the temperate regions: Europe. *Climatic change*, 70, 117–135.
- Mayors adapt (2014). <http://mayors-adapt.eu/> (20.02.2014).
- McFiggans, G. (2015). Emissions limits: Green heating plan threatens air quality. *Nature* 517, 21.
- McMichael, C., Barnett, J. & McMichael, A. J. (2012). An Ill Wind? Climate Change, Migration, and Health *Environ Health Perspect*. 2012 May; 120(5): 646–654.
- Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J. & Behrens III, W. W. (1972). *The Limits to Growth*. New York 1972.

- Melchiorre, C. & Frattini, P. (2012). Modelling probability of rainfall-induced shallow landslides in a changing climate, Otta, Central Norway. *Climatic Change*, 113(2), 413–436.
- Menne, B. & Wolf, T. (Eds) (2007). *Environment and health risks from climate change and variability in Italy*. Rome: WHO-APAT; 2007.
- Mesarovic, M. & Pestel, E. (1974). "Mankind at the Turning Point." New York 1974.
- Miidel, A. & Raukas, A. (2005). Slope processes at the North Estonian Klint. *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences*, 54, 4 pp. 209–224.
- Ministry of Agriculture and Forestry of Finland (2005). Finland's national strategy for adaptation of climate change.
- Miraglia, M., Marvin, H. J., Kleter, G. A. et al. (2009). Climate change and food safety: an emerging issue with special focus on Europe. *A Food Chem Toxicol.* 2009;47(5):1009–21.
- Mishra, A. K. & Singh, V. P. (2010). A review of drought concepts. *Journal of Hydrology*, 391, 202–216.
- MMS (2014). Ilmastomuutoksen kansallinen sopeutumisstrategia 2022. luonnos 7.3.2014. Maa- ja metsätalousministeriö, Helsinki.
- Montero, J. C., Miron, I. J., Criado, J. J., Linares, C. & Diaz, J. (2013). Difficulties of defining the term, „heat wave“, in public health. *International Journal of Environmental Health research*, 2013, 23 (5), 377–379.
- Moore, R., Carey, J. M. & McInnes, R. G. (2010). Landslide behaviour and climate change: predictable consequences for the Ventnor Undercliff, Isle of Wight. *Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology*, 43, 447–460.
- Moreno, A. & Amelung, B. (2009). Climate change and coastal & marine tourism: review and analysis. *J Coast Res* 56:1040–1044.
- Morey, P. (2010). Climate change and potential effects on microbial air quality in the built environment. U.S. Environmental Protection Agency.
- Mäkelä, H. M., Venäläinen, A., Jylhä, K., Lehtonen, I. & Gregow, H. (2014). Probabilistic projections of climatological forest fire danger in Finland. *Clim Res* 60:73–85
- Newell, D. G., Koopmans, M., Verhoef, L. et al. (2010). Food-borne diseases - the challenges of 20 years ago still persist while new ones continue to emerge. *International Journal of Food Microbiology* 2010: 139(Suppl 1):S3–15.
- Nicholls, R. J., Marinova, N., Lowe, J. A., Brown, S., Vellinga, P., Gusmão, D., Hinkel, J. & Tol, R. S. J. (2011). Sea-level rise and its possible impacts given a 'beyond 4 °C world' in the twenty-first century. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, 369, 161–181.
- Noarootsi Vallavalitsus (2005). Noarootsi valla rannaalade teemaplaneering. <http://noarootsi.kovtp.ee/documents/1708058/4030939/Rannaalade+teemaplaneeringu+seletuskiri.pdf/130f569b-ca77-4eb2-8bdc-3fabfae8a908?version=1.0>
- O'Hagan, J., Hunter, N., Eggen, B. (2012). Climate change, ultraviolet radiation and health. In: *Health effects of climate change in the UK 2012*. Current evidence,

recommendations and research gaps. Ed. Vardoulakis S, Heaviside C, Health Protection Agency, 2012.

OECD (2009). The Economics of Climate Change Mitigation. Policies and Options for GlobalAction Beyond 2012.

Oja, T. & Märdla, S. (2014). Põhjamaade Geodeesiakomisjoni (NKG) geoidi-kõrgussüsteemide ning geodünaamika töögrupi kohtumised Rootsisis Gävles 2014. a kevadel. Geodeet, 44, 26–27.

Oke, T. R., (2006). IOM Report No. 81, WMO/4TD No. 1250. 06.05.14. Initial guidance to obtain representative meteorological observations at urban sites, vol. 2006; <http://www.urban-climate.org/documents/IOM-81-UrbanMetObs.pdf>

Orru, H., Andersson, C., Ebi, K. L., Langner, J., Aström, C. & Forsberg, B (2013). Impact of climate change on ozone-related mortality and morbidity in Europe. Eur Respir J. 2013 Feb;41(2):285–294.

Orru, H., Teinemaa, E., Kesanurm, K., Kaasik, M., Tamm, T. & Lai, T. (2011). Välisõhu kvaliteedi mõju inimeste tervisele - peentest osakestest tuleneva mõju hindamine kogu Eesti lõikes. Tartu: Tartu Ülikool. <http://rahvatervis.ut.ee/bitstream/1/5081/1/Orru2011.pdf>

Orru, K., Henrikson, R., Veber, T., Nutt, N. & Orru, H. (2015). KesTeRisk. Keskkonnatervis: arusaamine riskidest ja motivatsioon tervisemõjude vähendamiseks. Tartu Ülikool: Tartu.

Orviku, K. (1992). Characterization and evolution of Estonian seashores. Tartu University, Summary of doctoral thesis, 20p.

Orviku, K. (2006). Rannaprotsesside teadusliku tõlgendamise vajalikkusest rakenduslike küsimuste lahendamisel rannikul. Rmt Sammul, M (toim.) Eesti Loodusuurijate Seltsi aastaraamat, 84. Tartu, 94–113.

Orviku, K., Jaagus, J., Kont, A., Ratas, U. & Ravis, R. (2003). Increasing activity of coastal processes associated with climate change in Estonia. Journal of Coastal Research, 19, 364–375.

Orviku, K., Jaagus, J., Kont, A., Ratas., U. & Ravis, R. (2003). Increasing activity of coastal processes associated with climate change in Estonia. Journal of Coastal Research, 19(2), pp. 364–375.

Orviku, K., Tõnisson, H., Kont, A., Suuroja, S. & Anderson, A. (2013). Retreat rate of cliffs and scarps with different geological properties in various locations along the Estonian coast. Journal of Coastal Research, SI65, 552–557.

Paci, D. (2014). European Commission. Human Health Impacts of Climate Change in Europe. Report for the PESETA II Project. (https://ec.europa.eu/jrc/sites/default/files/pesetaii_health_2014_1694__jrc_86970_correcteddp2.pdf).

Parry, M. L., Canziani, O. F., Palutikof, P. J. et al. (Eds) (2007). Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press: UK, 976;2007.

Patterson, T., Bastianoni, S. & Simpson, M. (2006). Tourism and climate change: two-way street, or vicious/virtuous circle? J Sustain Tourism 14:339–348.

Peraica, M., Radica, B., Lucica, A. et al. (1999). Toxic effects of mycotoxins in humans. *Bulletin of the World Health Organization* 1999;77(9).

Petersell, V. (2013). Globaalse temperatuuri ja meretaseme tõusu mõjust Lääne-Eesti rannavööndile. Suuroja K., Põldvere A. (Toim.). XXI Aprillikonverents, Rakendusgeoloogilistest uuringutest Eestis – olevik ja tulevik (51–55). Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn.

Pielke, R. (ed). (2013). *Climate Vulnerability. Understanding and Addressing Threats to Essential Resources*. Academic Press. 1570 pp.

Planeerimisseadus (2003), RT I 2002, 99, 579. <https://www.riigiteataja.ee/akt/13203168> (10.02.2015).

Poland nc6 (2013). The sixth national communication and the first biennial report to the conference of the parties to the United Nations framework convention on climate change. Warsaw.

Polemio, M. & Petrucci, O. (2010). Occurrence of landslide events and the role of climate in the twentieth century in Calabria, southern Italy. *Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology*, 43(4), 403–415.

Preston, B. L., Yuen, E. J. & Westaway, R. M. (2011). Putting vulnerability to climate change on the map: a review of approaches, benefits, and risks. *Sustainability Science*, 6, 177–202.

Pruszk, Z., & Zawadzka, E. (2008). Potential Implications of Sea-Level Rise for Poland. *Journal of Coastal Research*, 24(2), 410–422.

Prükk, T. & Kisand, K. (2009). Puukborreliosis. *Eesti Arst* 2009; 88(12):830–834.

Punning, J. M. (ed) (1996). Estonia in the system of global climate change. Institute of Ecology, publication 4/1996. Tallinn.

Pärnu Linnavalitsus (2014). Pärnu linna üldplaneering aastani 2025 http://www.parnu.ee/fileadmin/user_upload/areng/YP2025/Seletuskiri_2_05.pdf

Päästeamet (2013a). Hädaolukorra riskianalüüs: ülejutus tiheasustusalal. <http://www.paasteamet.ee/dotAsset/3d49a9ef-e601-4acc-8df8-9d35fbb8653a.pdf> (11.07.2013).

Päästeamet (2013b). Hädaolukorra riskianalüüs: ulatuslik metsa- või maastikutulekahju. <http://www.paasteamet.ee/dotAsset/fcc88c6e-1a14-40b9-9f64-def7579505ae.pdf> (11.07.2013).

Päästeamet (2013c). Hädaolukorra riskianalüüs: raskete tagajärgedega torm. http://www.rescue.ee/vvfiles/0/LISA4_RA_Torm.pdf

Päästeamet (2014). Õnnetusest teavitamine. <http://www.paasteamet.ee/et/ettevotjale/kemikaaliohutus/onnetusest-teavitamine.html> (10.02.2014).

Päästeamet (2015). Statistika. <http://www.paasteamet.ee/et/paasteamet/statistika/>

Päästeseadus (2010). RT I, 31.12.2014, 20. <https://www.riigiteataja.ee/akt/129122011206?leiaKehtiv>

Pütz, M., Kruse, S. & Butterling, M. (2011). Assessing the Climate Change Fitness of Spatial Planning: A Guidance for Planners, ETC Alpine Space Project CLISP.

- Rahandusministeerium (2014). Ühtekuuluvuspoliitika fondide rakenduskava 2014–2020. Tallinn.
- Ramboll Eesti AS (2012). Pärnu linna ja lähiümbruse võrgustikke siduv teemaplaneering, Eelnõu. Projekti nr 2010-0052.
- Reacher, M., McKenzie, K., Lane, C. et al. (2004). Health impacts of flooding in Lewes: a comparison of reported gastrointestinal and other illness and mental health in flooded and nonflooded households. *Commun Dis Public Health* 2004;7:56–63.
- Rekker, K. (2013). 2010. aasta erakordselt kuum suvi Eestis ja selle mõju rahvastiku suremusele. Magistritöö rahvatervishoius. TÜ Tervishoiu instituut. Tartu 2013.
- Revi, A., Satterthwaite, D. E., Aragón-Durand, F., Corfee-Morlot, J., Kiunsi, R. B. R., Pelling, M., Roberts, D. C. & Solecki, W. (2014). Urban areas. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 535–612.
- Ricardo-AEA (2013). *Adaptation strategies for European cities. Final Report.*
- Rizwan, A. M., Dennis, Y. C. L. & Liu, C. (2008). A review on the generation, determination and mitigation of the urban heat island. *J Environ Sci e China* 8, 2008;20(1): 120e8.
- Robine, J. M., Cheung, S. L., Roy, S. L., Van Oyen, H. & Herrmann, F. R. (2007). Report on excess mortality in Europe during summer 2003 (EU Community Action Programme for Public Health) 28 February 2007. http://ec.europa.eu/health/ph_projects/2005/action1/docs/action1_2005_a2_15_en.pdf
- Romero-Lankao, P. & Qin, H. (2011). Conceptualizing urban vulnerability to global climate and environmental change. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 3(3), 142–149.
- Rosenzweig, C., Solecki, W. D., Hammer, S. A. & Mehrotra, S. (toim.) (2011). *Climate Change and Cities: First Assessment Report of the Urban Climate Change Research Network.* Cambridge University Press, Cambridge, UK, 286 pp.
- Rosentau, A., Harff, J., Oja, T. & Meyer, M. (2012). Postglacial rebound and relative sea level changes in the Baltic Sea since the Litorina transgression. *Baltica*, 113–120.
- Rouvé, G. (1987). *Hydraulische Probleme beim naturnahen Gewässerausbau.* Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), Weinheim. 267 s. ISBN 3-527-27125-2.
- Russell, R., Paterson, M. & Lima, N. (2010). How will climate change affect mycotoxins in food? *Food Research International* 2010;43(7):1902–1914.
- Ruuhela, R., Hiltunen, L., Venäläinen, A., Pirinen, P. & Partonen, P. (2009). Climate impact on suicide rates in Finland from 1971 to 2003. *International Journal of Biometeorology*, Volume 53, Issue 2:167–175 <http://dx.doi.org/10.1007/s00484-008-0200-5>
- Ruumiandmete seadus (2011). RT I, 08.07.2014, 26 <https://www.riigiteataja.ee/akt/108072014026?leiaKehtiv>

- Rydell, B., Nilsson, C., Alfredsson, C. & Lind, E. (2010). Klimatanpassning i Sverige – en översikt. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB), Karlstad.
- Saaremets, V. (2015). Personaalne suhtlus telefoni teel, Tallinn, 19.02.2015.
- Sauerwein, M. (2011). Urban soils – characterization, pollution, and relevance in urban ecosystems. In: Niemelä J, Breuste JH, Elmqvist T, Guntenspergen G, James P, McIntyre NE, editors. Urban ecol. patterns process. appl. Oxford: Oxford University Press; 2011. p. 45–58.
- Schauser, I., Otto, S., Schnei, S., Harvey, A., Hodgson, N., Robrecht, H., Morchain, D., Schrandt, J., Khovanskaia, M., Celikyilmaz-Aydemir, G., Prutsch, A. & McCallum, S. (2010). Urban Regions: Vulnerabilities, Vulnerability Assessments by Indicators and Adaptation Options for Climate Change Impacts - Scoping Study – Urban Regions: Vulnerabilities, Vulnerability Assessments by Indicators and Adaptation Options for Climate Change Impacts - Scoping Study - ETC/ACC Technical Paper 2010/12. December 2010.
- Schumacher, S. & Stybel, N. (2009). Climatechangeimpacts on Baltic tourism – International and nationalexamples of adaptationstrategies. International approaches of coastalresearchintheory and practice. CoastlineReports.
- Scottish Natural Heritage Management (2000). A guide to managing coastal erosion in beach/dune systems. <http://www.snh.gov.uk/publications-data-and-research/publications/search-the-catalogue/publication-detail/?id=112>.
- Sedman, P. & Talviste, P. (2002). Audru maalihe. Geotehniline analüüs. IPT Projektijuhtimine OÜ, töö 02-05-0162.
- Semenza, J. C., Suk, J. E., Estevez, V., Ebi, K. L., Lindgren, E. (2012). Mapping Climate Change Vulnerabilities to Infectious Diseases in Europe. *Environmenatl Health Perspectivest*120:385–392.
- Sepp, M. (2006) Kui palju maksab paduvihm? *Eesti loodus* 8/2006. http://www.eestiloodus.ee/artikkel1625_1609.html (10.02.2015).
- Seppanen, O., Fisk, W. J. & Faulkner, D. (2004). Control of temperature for health and productivity in offices. Report NBNL-55448.
- Seto, K. C., Güneralp, B. & Hutyra, L. (2012). Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109(40), 16083–16088.
- Shepherd, A. et al. (2012). A Reconciled Estimate of Ice-Sheet Mass Balance. *Science* 338, 1183–1189.
- Sheridan, S. C., et al. (2007). A survey of public perception and response to heat warnings across four North American cities: an evaluation of municipal effectiveness. *Int J Biometeorol* (2007) 52:3–15.
- Simon, F., Lopez-Abente, G., Ballester, F., et al. (2005). Mortality in Spain during the heat waves of summer 2003. *Euro Surveill* 2005;10:156–61.
- Siseministerium (2010). 2010. aasta 8 kuu ülevaade veeõnnetustest. https://www.siseministerium.ee/public/Memo_uppumised.pdf
- Siseministerium (2012). Pääste- ja kriisireguleerimispoliitika osakond <https://www.siseministerium.ee/17725/> (15.07.2012).

Siseministeerium (2013). 2013. aasta hädaolukordade riskianalüüside kokkuvõte https://www.siseministeerium.ee/public/Riskianalyys_kokkuvote_2013.pdf (14.11.2013).

Siseministeerium (2015). Siseturvalisuse arengukava 2015-2020 eelnõu. http://www.riigikogu.ee/?op=ems&page=muu_kysimus&eid=afd39cd6-d6e5-4077-bb21-41645e6d304d& (18.02.2015).

Skoković, D., Sobrino, J. A., Jimenez-Munoz, J. C., Soria, G., Julien, Y., Mattar, C. & Cristobal, J. (2013). Calibration and validation of land surface temperature for Landsat8-TIRS sensor. LPVE (Land Product Validation and Evolution, ESA/ESRIN Frascati (Italy). January 28–30, 2014.

Smith, K. (2013). Environmental Hazards: assessing risk and reducing disaster. London & New York: Routledge.

Soomere, T. (2005). Märatsev meri: kui vesi peale tungib. Horisont 3/2005.

Staddon, P. L., Montgomery, H. E. & Michael, H. (2014). Depledge Climate warming will not decrease winter mortality. Nature Climate Change 4, 190–194.

Steenefeld, G. J., Koopmans, S., Heusinkveld, B. G., van Hove, L. W. A. & Holtslag, A. A. M. (2011). Quantifying urban heat island effects and human comfort for cities of variable size and urban morphology in the Netherlands.

Stoffel, M. & Huggel, C. (2012). Effects of climate change on mass movements in mountain environments. Progress in Physical Geography, 36(3), 421–439.

Suk, J. E., Ebi, K. L., Vose, D., Wint, W., Alexander, N., Mintiens, K., Semenza, J. C. (2014). Indicators for tracking European vulnerabilities to the risks of infectious disease transmission due to climate change. Int J Environ Res Public Health. 2014 11(2):2218–35.

Suuroja, K. (2008). Balti klint – loodus ja ajalugu. Tallinn: GeoTrail.

Suuroja, S. & Kask, A. (2013). Kas tuletornil on meri põlvini? Meremees nr 1, Eesti Mereakadeemia.

Suursaar, Ü. (2013). Locally calibrated wave hindcasts in the Estonian coastal sea in 1966–2011. Estonian Journal of EarthSciences, 62, 1, 42–56.

Suursaar, Ü., Jaagus, J. & Kullas, T. (2006). Past and future changes in sea level near the Estonian coast in relation to changes in wind climate. Boreal Environment Research, 11(2), 123–142.

Suursaar, Ü., Jaagus, J., Kullas, T. & Tõnisson, H. (2011). Estimation of sea level rise and storm surge risks along the coast of Estonia, Baltic Sea – a tool for coastal management. Littoral 2010 – Adapting to Global Change at the Coast: Leadership, Innovation, and Investment (x).E D P Sciences.

SWD 132 (2013). 132 final. Communication from the commission to the european parliament, the council, the european economic and social committee and the committee of the regions. An EU Strategy on adaptation to climate change. Impact Assessment – Part 1 and 2. European Commission, Brussels, 16.4.2013.

SWD 133 (2013). 133 final. Commission Staff Working Document. Climate change adaptation, coastal and marine issues, SWD (2013) 133 final. European Commission, Brussels, 16.4.2013. http://ec.europa.eu/clima/policies/adaptation/what/docs/swd_2013_133_en.pdf

- SWD 134 (2013). 134 final. Guidelines on developing adaptation strategies. European Commission, Brussels, 16.4.2013.
- SWD 136 (2013). 136 final. Adaptation to climate change impacts on human, animal and plant health. European Commission, Brussels, 16.4.2013.
- SWD 137 (2013). 137 final. Commission Staff Working Document. Adapting infrastructure to climate change, SWD (2013) 137 final. European Commission, Brussels, 16.4.2013.
http://ec.europa.eu/clima/policies/adaptation/what/docs/swd_2013_137_en.pdf
- Sweden's Fifth National Communication on Climate Change, Under the United Nations Framework Convention on Climate Change (2009). Ministry of the Environment, Sweden. The Ministry Publications Series Ds 2009:63.
- Zhang, J., Sui, Y. H. & Geng, X. B. (2011). Landscape design of urban green space adaptive to global climate change: a review. *Advanced Materials Research*, 243, 6842–6845.
- Zhang, S. & Pan, B. (2014). An urban storm-inundation simulation method based on GIS. *Journal of Hydrology*, 517, 260–268.
- Ziello, C., Sparks, T. H., Estrella, N., Belmonte, J., Bergmann, K. C. et al. (2012). Changes to Airborne Pollen Counts across Europe. *PLoS ONE* 7(4): e34076. doi:10.1371/journal.pone.0034076.
- Zvyagintsev, A. M., Blum, O. B., Glazkova, A. A., Kotel'nikov, S. N., Kuznetsova, I. N., Lapchenko, V. A. et al. (2011). Air pollution over European Russia and Ukraine under the hot summer conditions of 2010. *Izvestiya, Atmos Ocean Phys* 47(6):699–707.
- Talviste, P. (2004). Pärnu survelise veehorisondi veetaseme monitooring aastatel 1993–2004. Monitooringu andmed ja vaatlusread. IPT Projektijuhtimine OÜ, töö 04-04-0365.
- Tammets, T. & Jaagus, J. (2007). Äärmuslikult kuivade ja sajaste päevade esinemissageduse territoriaalne jaotus Eestis perioodil 1957–2006. Jaagus, J. (Toim.). *Publicationes Instituti Geographici Universitatis Tartuensis* (109–116). Tartu: Tartu Ülikool.
- Tammets, T. & Jaagus, J. (2013). Climatology of precipitation extremes in Estonia using the method of moving precipitation totals. *Theoretical and Applied Climatology*, 111(3–4), 623–639.
- Tammets, T. & Jakovleva, O. (2001). Eesti vihmade intensiivsusest. *Eesti Geograafia Seltsi aastaraamat* 33, 77–89. Tallinn.
- Tammets, T. (2005). Uputus ja põud: sademete režiimi kaks äärmust. *Eesti Loodus* 2005/8.
- Tammets, T. (2008). Eesti ilma riskid. Eesti Meteoroloogia ja Hüdroloogia Instituut. Tallinn, 152 lk.
- Tammets, T. (2012). Eesti ilma riskid. Eesti Meteoroloogia ja Hüdroloogia Instituut. 2., täiendatud ja parandatud trükk. Tallinn, 152 lk.
- Tammur, A. (2014). Eesti suuremad linnad said rahvastikuproгноosi aastani 2040. *Statistikablogi*. Eesti Statistikaamet.

- <https://statistikaamet.wordpress.com/2014/04/08/eesti-suuremad-linnad-said-rahvastikuproгноosi-aastani-2040/> (10.02.2015).
- Tarand, A., Jaagus, J. & Kallis, A., (2013). Eesti kliima minevikus ja tänapäeval. Tartu: Tartu Ülikooli Kirjastus.
- Tartu Linnavolikogu (2005). Tartu Linna üldplaneering [http://info.raad.tartu.ee/webaktid.nsf/fc7763c017c9f110c22568cd004625d4/e7a3dae09313097bc2257d710030fda2/\\$FILE/seletuskiri.pdf](http://info.raad.tartu.ee/webaktid.nsf/fc7763c017c9f110c22568cd004625d4/e7a3dae09313097bc2257d710030fda2/$FILE/seletuskiri.pdf)
- Terveyskirjasto (2010). Kaamosmasennus [Viitattu 24.2.2011.] http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00377
- Terviseamet (2010). Kuumalaine mõju kiirabi tööle. <http://www.terviseamet.ee/info/uudised/u/artikkel/kuumalaine-moju-kiirabi-toole.html>
- Terviseamet (2011). Erakordselt kuuma ilma hädaolukorra riskianalüüs. Tallinn. http://rahvatervis.ut.ee/bitstream/1/4749/1/Terviseamet2011_1.pdf
- The World Bank (2011). Guide to Climate Change Adaptation in Cities. <http://siteresources.worldbank.org/INTURBANDEVELOPMENT/Resources/336387-1318995974398/GuideClimChangeAdaptCities.pdf>
- TNS Opinion & Social (2014). Special Eurobarometer 409 CLIMATE CHANGE report. http://ec.europa.eu/public_opinion/index_en.htm
- Tomberg, U. (1982). Kuivendatud maade sobivus intensiivseks maaviljeluseks. Sotsialistlik Põllumajandus 17/1982.
- Tornevi, A., Axelsson, G. & Forsberg, B. (2013). Association between precipitation upstream of a drinking water utility and nurse advice calls relating to acute gastrointestinal illnesses. PLoS One. 2013 8(7):e69918.
- Twardosz, R. & Kossowska-Cezak, U. (2013). Exceptionally hot summers in Central and Eastern Europe (1951–2010). Theor Appl Climatol 2013; 112:617–628 DOI 10.1007/s00704-012-0757-0.
- Tõnisson, H., Jaagus, J., Kont, A., Orviku, K., Palginõmm, V., Ratas, U., Ravis, R. & Suursaar, Ü. (2009). 2005. aasta jaanuaritormiga (Gudrun) kaasnenud üleujutuse tagajärjed loodusele ja ühiskonnale Eesti rannikul. Kont, A., Tõnisson, H. (Toim.). Kliimamuutuste mõju Eesti rannikule (90 - 127). Tallinn: Tallinna Ülikooli Kirjastus.
- Tõnisson, H., Orviku, K., Jaagus, J., Suursaar, Ü., Kont, A. & Ravis, R. (2008). Coastal damages on Saaremaa Island, Estonia, caused by the extreme storm and flooding on January 9, 2005. Journal of Coastal Research, 24(3), 602–614.
- Tõnisson, H., Suursaar, Ü., Suuroja, S., Ryabchuk, D., Orviku, K., Kont, A., Sergeev, Y. & Ravis, R. (2012). Changes on coasts of western Estonia and Russian Gulf of Finland, caused by extreme storm Berit in November 2011. In: IEEE/OES Baltic 2012 International Symposium: May 8-11, 2012, Klaipeda, Lithuania, Proceedings: IEEE, 2012, 1–7.
- UK Government (2011). Understanding the risks, empowering communities, building resilience: the national flood and coastal erosion risk management strategy for England. (2011). https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/228898/9780108510366.pdf (23.05.2011)

UNEP (2011). Near-term Climate Protection and Clean Air Benefits: Actions for Controlling Short-Lived Climate Forcers, United Nations Environment Programme (UNEP), Nairobi, Kenya, 78pp.

Usanov, A., Chivot, E., Silveira, J., Knowles, E. (2013). Sustainable (Re)Construction: The Potential of the Renovation Market. Strategy and Change Annotated Briefing no 5. The Hague Centre for Strategic Studies.

USDA (United States Department of Agriculture) Soil Conservation Service (SCS), (1986). Urban Hydrology for Small Watersheds Technical Release 55.

Vabariigi Valitsus (2010). Avalikkuse hädaolukorra tekkimise vahetust ohust, hädaolukorrast ja hädaolukorra lahendamise teavitamise kord ning nõuded edastatavale teabele. RT I, 2010, 48, 297. <https://www.riigiteataja.ee/akt/113062013003> (16.06.2013).

Vabariigi Valitsus (2013). Nende hädaolukordade nimekiri, mille kohta koostatakse riskianalüüs ja lahendamise plaan, ning hädaolukorra riskianalüüsi ja hädaolukorra lahendamise plaani koostamiseks pädevate täidesaatva riigivõimu asutuste määramine. RT III, 30.04.2013, 16. <https://www.riigiteataja.ee/akt/330042013016> (25.04.2013).

Wackernagel, M., Kitzes, J., Moran, D., Goldfinger, S. & Thomas, M. (2006). The ecological footprint of cities and regions: comparing resource availability with resource demand. *Environment and Urbanization*, 18(1), 103–112.

Wade, T. J., Sandhu, S. K., Levy, D. et al. (2004). Did a severe flood in the Midwest cause an increase in the incidence of gastrointestinal symptoms? *Am J Epidemiol* 2004;159:398–405.

Vale, L. J. & Campanella, T. J. (2005). *The Resilient City: How Modern Cities Recover From Disaster*. New York: Oxford University Press.

Van de Ven, F., van Nieuwkerk, E., Stone, K., Veerbeek, W., Rijke, J., van Herk, S. et al. (2011). *Building the Netherlands climate proof: urban areas*, ISBN 978-94-9007-047-2. KvK report nr 042/2011, KvR report nr036/2011.

van der Leun, J. C., Piacentini, R. D. & de Gruijl, F. R. (2008). Climate change and human skin cancer. *Photochem. Photobiol. Sci.*, 2008,7, 730-733

van Hooff, T. & Blocken, B. (2010). Coupled urban wind flow and indoor natural ventilation modelling on a high-resolution grid: a case study for the Amsterdam ArenA stadium. *Environ Model Softw* 2010;25(1):51–65.

van Hove, L. W. A., Jacobs, C. M. J., Heusinkveld, B. G., Elbers, J. A., van Driel, B. L., Holtslag A. A. M. (2015). Temporal and spatial variability of urban heat island and thermal comfort within the Rotterdam agglomeration. *Build Environ* 2015;83: 91–103.

Vardoulakis, S. & Heaviside, C. (eds) (2012). *Health Effects of Climate Change in the UK 2012: Current evidence, recommendations and research gaps*. Health Protection Agency.

Wasowski, J., Lamanna, C. & Casarano, D. (2010). Influence of land-use change and precipitation patterns on landslide activity in the Daunia Apennines, Italy. *Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology*, 43(4), 387–401.

WCC (1979). Üleilmne Kliimakonverents (The 1979 World Climate Conference of the World Meteorological Organization), deklaratsioon. http://www.dgvm.de/fileadmin/user_upload/DOKUMENTE/WCC-3/Declaration_WCC1.pdf

Veeseadus (1994). RT I 1994, 40, 655. [https://www.riigiteataja.ee/akt/108072014023\(01.08.2014\)](https://www.riigiteataja.ee/akt/108072014023(01.08.2014)).

Werner, A. D. & Simmons, C. T. (2009). Impact of sea-level rise on sea water intrusion in coastal aquifers. *Ground Water*, 47(2), 197–204.

WHO, World Health Organization (2015a). Food safety. Foodborne diseases. (http://www.who.int/foodsafety/areas_work/foodborne-diseases/en/).

WHO, World Health Organization (2015b). Microbiological risks. (http://www.who.int/foodsafety/areas_work/microbiological-risks/en/).

Vill, M. (2014). Aerobioloogiline seire 2014. aastal. Lõpparuanne. Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ, Tallinn.

Wolf, J., Adger, W. N., Lorenzoni, I., Abrahamson, V. & Raine, R. (2010). Social capital, individual responses to heat waves and climate change adaptation: An empirical study of two UK cities. *Global Environmental Change* 20 (2010) 44–52.

Wolski, T., Wisniewski, B., Giza, A., Kowalewska-Kalkowska, H., Boman, H., Grabbi-Kaiv, S., Hammarklint, T., Holfort, J. & Lydeikaite, Z. (2014). Extreme sea levels at selected stations on the Baltic Sea coast. *Oceanologia*, 56 (2), 259–290.

Wong, P. P., Losada, I. J., Gattuso, J.-P., Hinkel, J., Khattabi, A., McInnes, K. L., Saito, Y. & Sallenger, A. (2014). Coastal systems and low-lying areas. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K. J. Mach, M. D. Mastrandrea, T. E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 361–409.

World Health Organization (WHO) Ed. Ebi, K. (2012). *Protecting Health from Climate Change*.

LISAD

Lisa 1. Õhutemperatuuri muutused nüüdis- ja tulevikkliimas

Aasta keskmine õhutemperatuur. Perioodidel 2040–2070 ja 2070–2100 ära toodud erineva tulevikustsenaariumi alusel arvatud õhutemperatuur: RCP4.5/RCP8.5

Periood	Keskmine	Maksimum/aasta	Miinum/aasta
1971–2000	5,3	7/1989	3,3/1987
1950–2013	5,1	7/1989	3,1/1956
1966–2010	5,3*	7/1989	3,3/1987
2040–2070	7,3/8	-	-
2070–2100	7,9/9,6**	-	-

* Temperatuur on võetud raamatust Tarand, Jaagus & Kallis (2013), langeb kokku EstKliima projektis kogutud andmete alusel arvatud sama perioodi aasta keskmise õhutemperatuuriga.

Aasta keskmine õhutemperatuur on statistilises mõttes ära määratud talve õhutemperatuurist!

** Aasta keskmine temperatuur 9,6 °C on tänapäeval Münchenis, see on 1 kraad soojem kui Kievis.

Talve (DJV) keskmine temperatuur. RCP4.5/RCP8.5

Periood	Keskmine	Maksimum/aasta	Miinum/aasta
1971–2000	-4,5	-1/1989	-10,2/1979
1950–2013	-5,0	0,4/2008	-10,2/1979
1966–2010	-4,8	0,4/2008	-10,2/1979
2040–2070	-2,2/-1,4	-	-
2070–2100	-1,6/0,4	-	-

Suve (JJA) keskmine temperatuur. RCP4.5/RCP8.5

Periood	Keskmine	Maksimum/aasta	Miinum/aasta
1971–2000	15,6	17,8/1972	13,9/1987/1993
1950–2013	15,7	18,1/2010	13,1/1962
1966–2010	15,8	18,1/2010	13,9/1987/1993
2040–2070	17,2/17,8	-	-
2070–2100	17,8/19,4	-	-

Pakasepäevade arv. Pakasepäevaks on päev, mille ööpäeva maksimumtemperatuur on väiksem või võrdne -12 °C. RCP4.5/RCP8.5

Periood	Keskmine päevade arv aastas
1971–2000	4,4
1951–2010	5
1966–2010	5,2
2040–2070	2,3/1,8
2070–2100	1,8/1,1*

* Vaatamata pakasepäevade arvu vähenemisele jääb ka sajandi lõpus võimalus, et esineb aastaid, kus pakasepäevi esineb üle kümne.

Pakaseööks on kuupäev, mille ööpäeva miinumtemperatuur on väiksem või võrdne -12 °C. RCP4.5/RCP8.5

Periood	Keskmine pakaseööde arv aastas
1971–2000	26,7
1951–2010	31,5
1966–2010	29,3
2040–2070	18,1/15,7

2070–2100	16,2/11,9
-----------	-----------

Kuumade päevade arv. Ööpäeva maksimumtemperatuur on võrdne või on suurem kui +30 °C. RCP4.5/RCP8.5

Period	Kuumapäevad arv aastas
1971–2000	0,8
1951–2010	0,9
2040–2070	3,6/6
2070–2100	5,8/13,2

Kuumade ööde arv. Ööpäeva miinimumtemperatuur on võrdne või tõuseb üle +20 °C. RCP4.5/RCP8.5

Period	Kuumade ööde arv aastas
1971–2000	0
1951–2013	0*
2040–2070	0,2**/0,4***
2070–2100	0,4***/3,3****

*14. august 2013 oli vaadeldavatel ajavahemikel ainuke kuupäev, mille miinimumtemperatuur Türil oli +20 °C.

**6 ööd 30 aasta jooksul.

***13 ööd 30 aasta jooksul.

****98 päeva 30 aasta jooksul, esineb kuni 4-päevaseid kuumalaineid.

Lisa 2. Üleujutusmõjud ärihoonetele ja tootmishoonetele

Rannikumere üleujutused

Lisaks eluhoonetele avaldub rannikumere üleujutuste mõju ka teistele hoonetele. Vähemalt kord kümne aasta jooksul on mõjutatud 56 (2,1%), kord viiekümne aasta jooksul 175 (6,7%), kord saja aasta jooksul 213 (8,1%) ja kord tuhande aasta jooksul 338 (12,8%) rannikuäärsete linnade ja alevike ärihoonet (Tabel 1).

Absoluutarvused vaadates on vähemalt kord 10 aasta jooksul esinevate üleujutuste mõju kõige suurem Pärnus, kus kahju kannatab ca 36 ärihoonet (5,7%). Haapsalus kannatab kahju vähemalt kord 10 aasta jooksul toimuvate üleujutuste tõttu 10 (5,0%) ja Nasvas kuus (85,7%) ärihoonet.

Suuremad üleujutused, mille esinemissageduseks on prognoositud vähemalt kord viiekümne aasta jooksul, mõjutavad samuti kõige enam Pärnu ärihooneid, kus potentsiaalselt saab kahjustada 77 ärihoonet (12,2%). Oluline mõju on taolistel üleujutustel ka Tallinnas Kesklinna linnaosas ja Haapsalus, kus kannatada saavate ärihoonete arv on vastavalt 53 (4,5%) ja 20 (10,0%).

Veelgi suuremad üleujutused, mille esinemissageduseks on prognoositud vähemalt kord saja aasta jooksul, võivad põhjustada kahjustusi 92 ärihoonele Pärnus, 56 ärihoonele Kesklinnas (Tallinn), 31 ärihoonele Haapsalus ja 10 ärihoonele Kuresaares.

Vähemalt kord tuhande aasta jooksul toimuvate ulatuslike üleujutuste esinemise korral kannatab kahju Pärnus 146 ärihoonet, Tallinna Kesklinna linnaosas 92 ärihoonet, Haapsalus 48 ärihoonet ja Kuresaares 20 ärihoonet.

Vaadates ärihoonete suhtelist osakaalu üleujutusriskiohuga aladel, on kõige suuremad kannatajad Nasva ja Virtsu alevikud, kus nendele aladele jääb vastavalt 85,7–100% (6–7) ja 15,4–84,6% (2–11) ärihoonetest.

Tabel 1. Rannikumere üleujutuste potentsiaalne mõju ärihoonetele linnades ja alevikes

Asula	Üleujutusala ärihoonestu				Ärihoonete arv asustusüksuses	Üleujutusala hoonete osakaal (%)			
	Tõenäosus					Tõenäosus			
	10%	2%	1%	0,1%		10%	2%	1%	0,1%
Nasva alevik	6	6	7	7	7	85,7	85,7	100,0	100,0
Virtsu alevik	2	5	8	11	13	15,4	38,5	61,5	84,6
Võiste alevik			1	1	3	0,0	0,0	33,3	33,3
Haapsalu linn	10	20	31	48	201	5,0	10,0	15,4	23,9
Uuemõisa alevik		2	2	5	21	0,0	9,5	9,5	23,8
Pärnu linn	36	77	92	146	633	5,7	12,2	14,5	23,1
Pirita linnaosa	2	4	6	7	86	2,3	4,7	7,0	8,1
Kesklinna linnaosa		53	56	92	1165	0,0	4,5	4,8	7,9
Kuresaare linn		8	10	20	318	0,0	2,5	3,1	6,3
Haabersti linnaosa				1	184	0,0	0,0	0,0	0,5
KOKKU	56	175	213	338	2631	2,1	6,7	8,1	12,8

Kui vaadata tootmishooneid, siis on rannikumere üleujutuste poolt mõjutatud vähemalt kord kümne aasta jooksul 54 (2,0%), kord viiekümne aasta jooksul 198 (7,3%), kord saja aasta jooksul 236 (8,7%) ja kord tuhande aasta jooksul 425 (15,7%) rannikuäärsete linnade ja alevike tootmishoonetest (Tabel 2).

Vähemalt kord 10 aasta jooksul esinevate üleujutuste mõju on kõige suurem Haapsalu ja Pärnu tootmishoonetele, kus kahju kannatab 16 tootmishoonet (vastavalt 10,5% ja 2,6%). Nasvas kahjustatakse üleujutuste käes vähemalt kord 10 aasta jooksul 10 (32,3%) ja Virtsus 8 (10,4%) tootmishoonet.

Vähemalt kord viiekümne aasta jooksul toimuvad suuremad üleujutused mõjutavad samuti kõige enam Pärnu tootmishooneid. Potentsiaalselt saab kahjustada 52 tootmishoonet, ehk 8,6%. Oluline mõju on taolistel üleujutustel ka Tallinnas Kesklinna linnaosas, Haapsalus, Virtsus ja Nasvas, kus kannatada saavate tootmishoonete arv on vastavalt 39 (6,9%), 36 (23,7%), 35 (45,5%) ja 22 (71,0%).

Veelgi suuremad üleujutused, mille esinemissageduseks on prognoositud vähemalt kord saja aasta jooksul, põhjustavad Pärnus kahju 72 tootmishoonele, ehk 11,8%. Oluline mõju on taolistel üleujutustel ka Tallinnas Kesklinna linnaosas, Haapsalus, Virtsus ja Nasvas kus kannatada saavate tootmishoonete arv on vastavalt 44 (7,8%), 43 (28,3%), 37 (48,1%) ja 23 (74,2%).

Kõige suuremate prognoositud üleujutuste esinemistõenäosus on väga väike – vähemalt kord tuhande aasta jooksul. Taoliste üleujutuste esinemise põhjustab kahju 147 tootmishoonele Pärnus, 77 tootmishoonele Kesklinnas (Tallinn), 53 tootmishoonele Haapsalus, 61 tootmishoonele Virtsus, 30 tootmishoonele Nasvas ja 17 tootmishoonele Kuressaares.

Tabel 2. Rannikumere üleujutused ja nende mõju tootmishoonetele linnades ja alevikes

Asula	Üleujutusala tootmishoonestus				Tootmishoonete arv asustusüksuse s	Üleujutusala hoonete osakaal (%)			
	Tõenäosus					Tõenäosus			
	10%	2%	1%	0,10%		10%	2%	1%	0,1%
Nasva alevik	10	22	23	30	31	32,3	71,0	74,2	96,8
Virtsu alevik	8	35	37	61	77	10,4	45,5	48,1	79,2
Võiste alevik	2	7	10	15	37	5,4	18,9	27,0	40,5
Haapsalu linn	16	36	43	53	152	10,5	23,7	28,3	34,9
Pärnu linn	16	52	72	147	608	2,6	8,6	11,8	24,2
Kesklinna linnaosa		39	44	77	567	0,0	6,9	7,8	13,6
Kuressaare linn	2	6	6	17	230	0,9	2,6	2,6	7,4
Uuemõisa alevik				4	58	0,0	0,0	0,0	6,9
Häädemeeste alevik				2	40	0,0	0,0	0,0	5,0
Haabersti linnaosa		1	1	6	159	0,0	0,6	0,6	3,8
Põhja-Tallinna linnaosa				13	754	0,0	0,0	0,0	1,7
KOKKU	54	198	236	425	2713	2,0	7,3	8,7	15,7

Siseveekogude üleujutused

Tabel 3. Jõgede üleujutused ja nende mõju ärihoonetele linnades ja alevikes

Asula	Üleujutusala hoonestu				Ärihoonete arv asustusüksuses	Üleujutusala hoonete osakaal (%)			
	Tõenäosus					Tõenäosus			
	10%	2%	1%	0,1%		10%	2%	1%	0,1%
Tartu linn		3	3	43	860	0,0	0,3	0,3	5,0

Tabel 4. Jõgede üleujutused ja nende mõju tootmishoonetele linnades ja alevikes

Asula	Üleujutusala hoonestu				Tootmishoonete arv asustusüksuses	Üleujutusala hoonete osakaal (%)			
	Tõenäosus					Tõenäosus			
	10%	2%	1%	0,1%		10%	2%	1%	0,1%
Tartu linn	4	7	8	37	1067	0,4	0,7	0,7	3,5

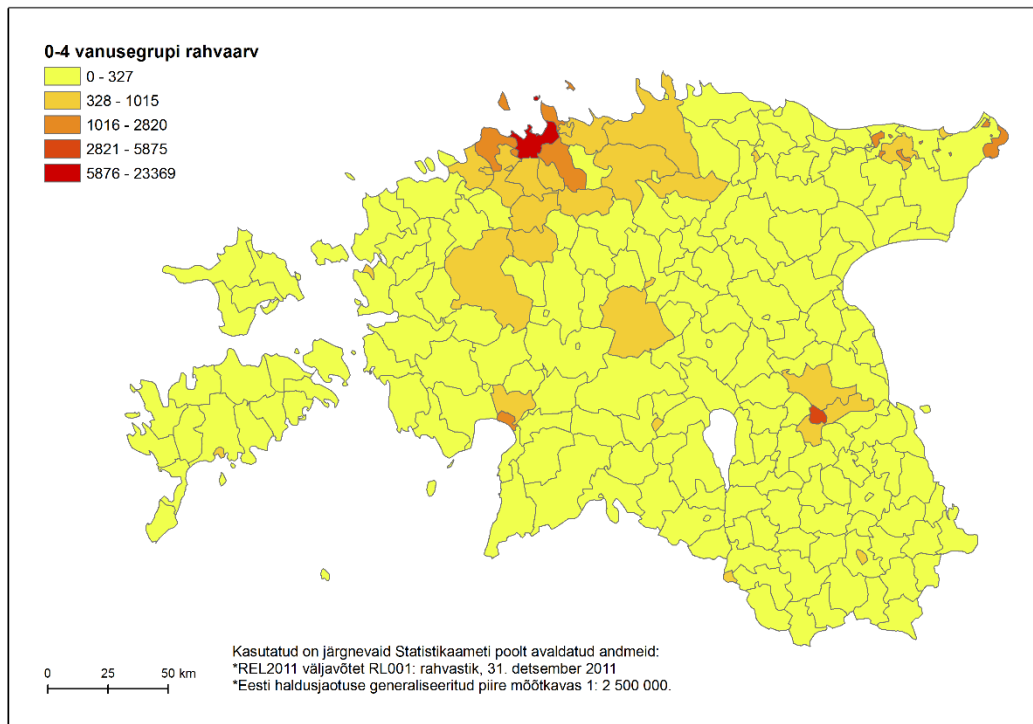
Tabel 5. Järvede üleujutused ja nende mõju ärihoonetele linnades ja alevikes

Asula	Üleujutusala hoonestu				Ärihoonete arv asustusüksuses	Üleujutusala hoonete osakaal (%)			
	Tõenäosus					Tõenäosus			
	10%	2%	1%	0,1%		10%	2%	1%	0,1%
Võru linn	1	2	2	4	269	0,4	0,7	0,7	1,5

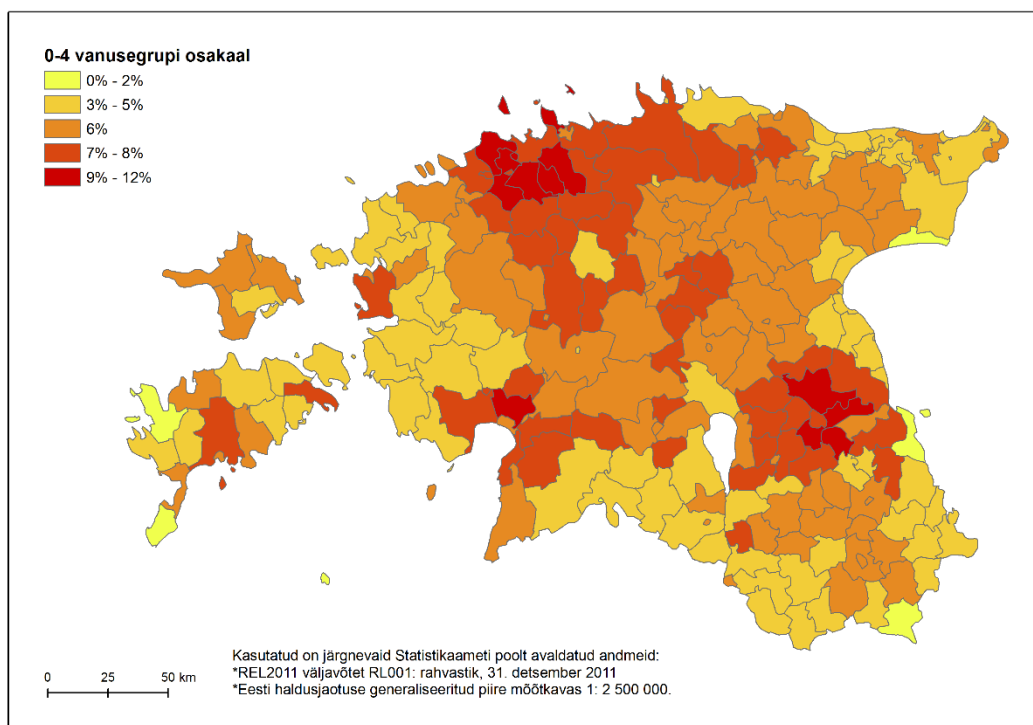
Tabel 6. Järvede üleujutused ja nende mõju tootmishoonetele linnades ja alevikes

Asula	Üleujutusala hoonestu				Tootmishoonete arv asustusüksuses	Üleujutusala hoonete osakaal (%)			
	Tõenäosus					Tõenäosus			
	10%	2%	1%	0,1%		10%	2%	1%	0,1%
Võru linn			1	3	290	0,0	0,0	0,3	1,0

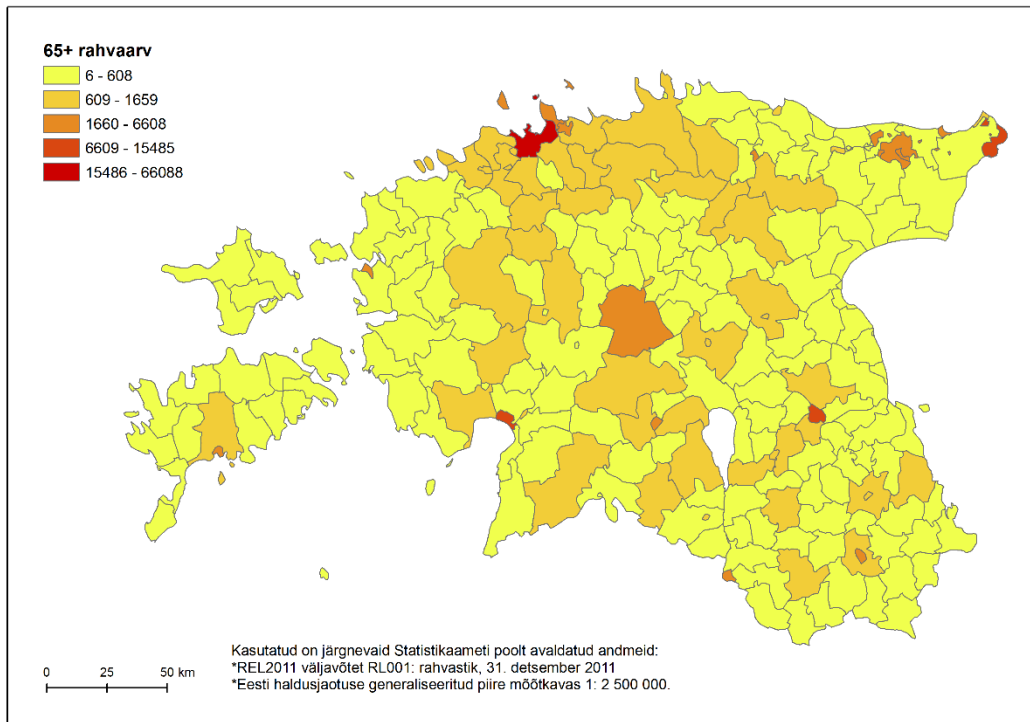
Lisa 3. Haavatavuse sotsiaalmajanduslike tegurite teemakaardid



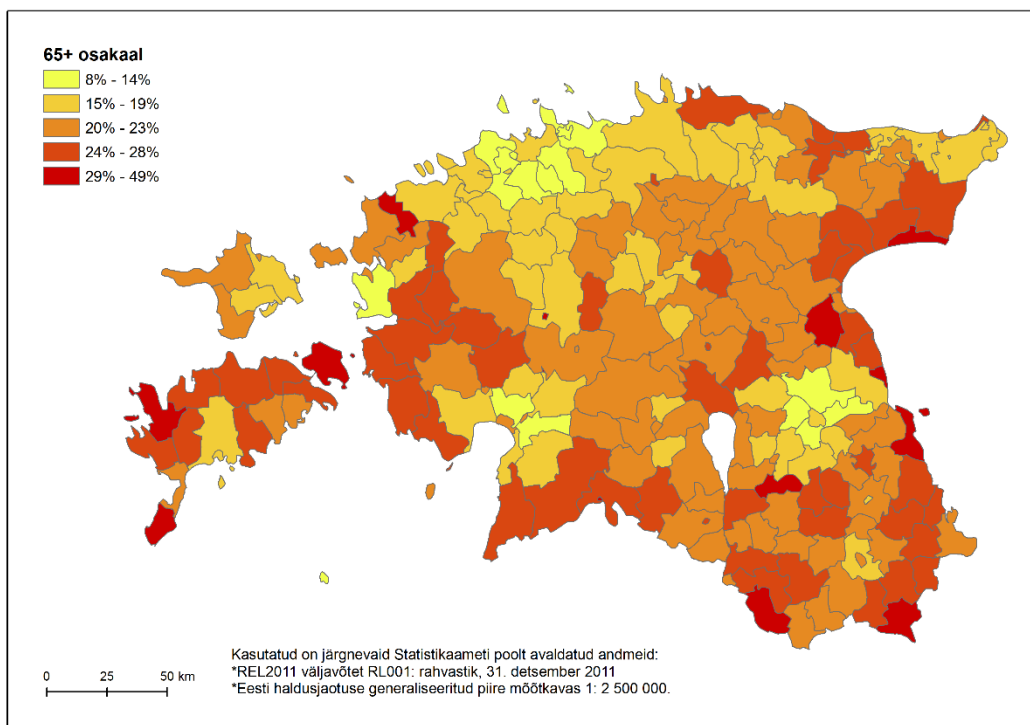
Joonis 1. 0–4 vanusegrupi rahvaarv



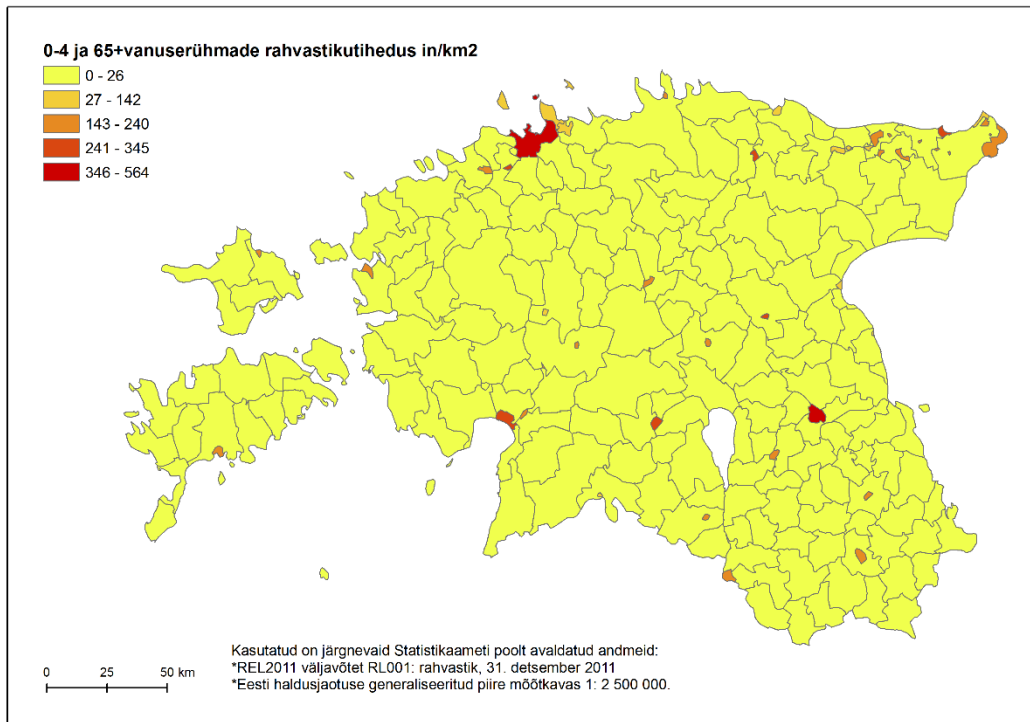
Joonis 2. 0–4 vanusegrupi osakaal



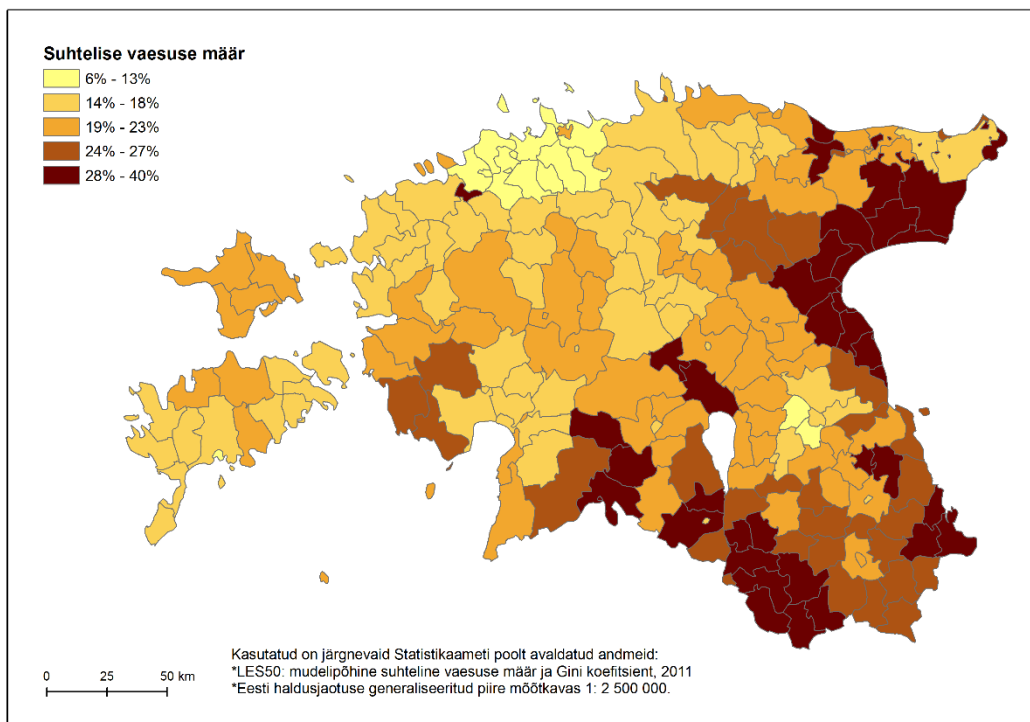
Joonis 3. 65+ vanusegrupi rahvaarv



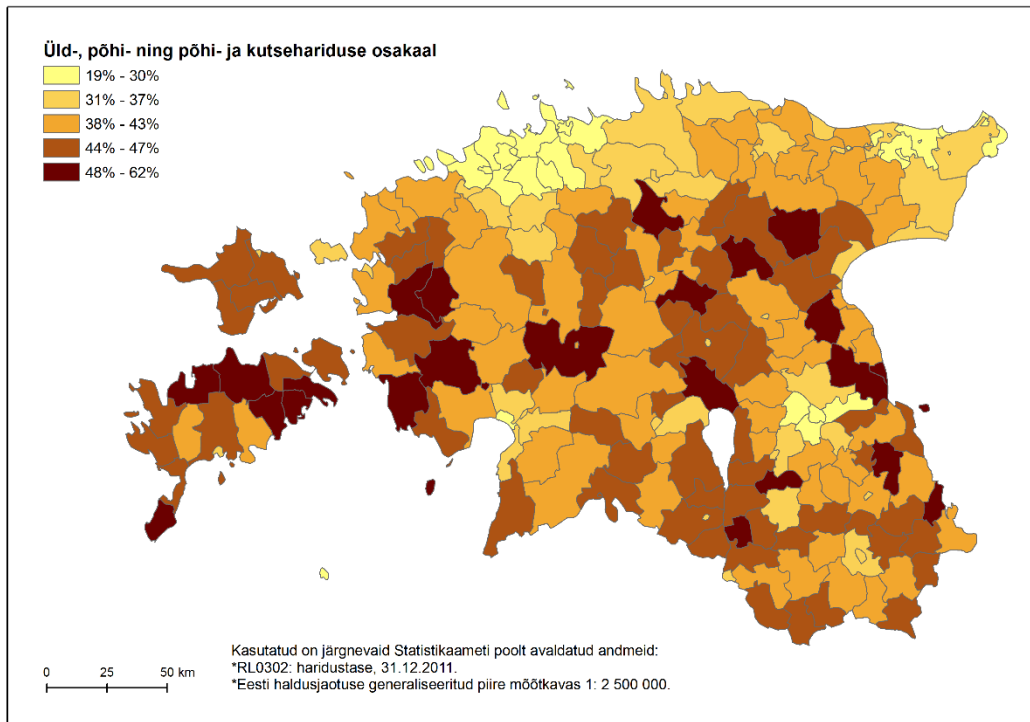
Joonis 4. 65+ vanusegrupi osakaal



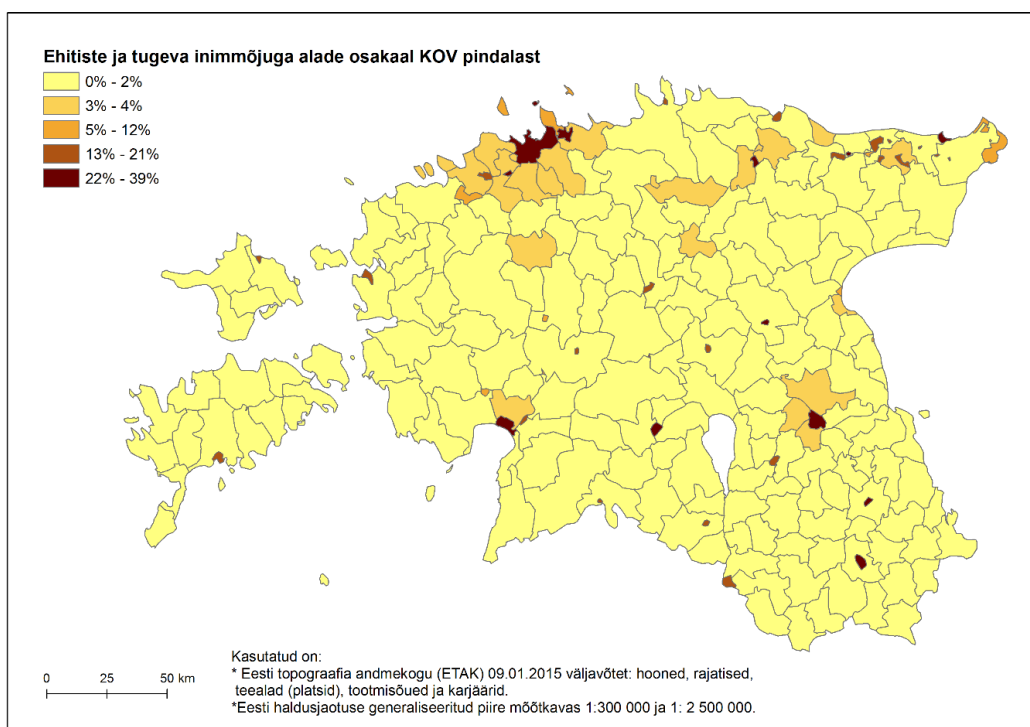
Joonis 5. Vanusegruppide 0–4 ja 65+ rahvastikutihedus



Joonis 6. Suhtelise vaesuse määr



Joonis 7. Üld-, põhi- ning põhi- ja kutsehariduse osakaal



Joonis 8. Ehitiste ja tugeva inimõjuga alade osakaal omavalitsuse pindalast

Lisa 4. Seminarimaterjalide lingid

Avaseminar

KLIIMAKOHANEMINE – UUS NORMAALSUS

Reedel, 20. veebruaril 2015 kell 10–13

Tartu loodusmajas, Lille tn 10

Kliima muutub ja kliimamuutuse mõjud muutuvad, ent ühiskond muutub palju kiiremini. Muutumine võib olla kiire või aeglane, pidev või kuhjuv, prognoositud ja ootamatu, juhtub, et ka saatuslik. Autod sõidavad heitliktalvisel teel mitmekaupa kraavi. Klaasbetoonist kontorites tekib suvepäikeses kasvuhooneefekt. Viies aastaag ehk üleujutused ei ole enam ainuomaselt Soomaa kaubamärk. Ega's midagi: tuleb kohaneda! Kuidas selles looduslikus ja ühiskondlikus määramatuses kliimamuutuste ja selle mõjudega kohaneda? Kuidas tõsta Eesti rahva kohanemisvõimet? Mida riik, ametkonnad ja omavalitsused selleks teha saavad? Kuidas tõsta asustuse ja taristu kliimakindlust? Millised on kliimamuutusest tingitud terviseriskid? Kuidas ennetada hädaolukordi ja kuidas päästa hädalisi? Arutame, millised teemad peaksid kajastuma Eesti kliimakohanemise strateegias ja milliste probleemidega peame eeskätt oma ühiskonna- ja elukorraldustes arvestama.

Teemapüstitus

Antti Roose

[Kuidas kohaneda?](#)

Mait Sepp

[Kuidas muutub kliima?](#)

Valentina Sagris

[Kuidas kaardistada haavatavust kliimamuutuste suhtes?](#)

Asustus ja planeerimine

Martin Gauk ja Tanel Tamm

[Asustus](#)

Maila Kuusik

[Planeerimine](#)

Riskialad

Alar Rosentau

[Rannikud](#)

Toomas Tamm ja Arvo Järvet

[Maaparandus](#)

Inimtervis

Hans Orru, Ene Indermitte,
Astrid Saava, Kaidi Rekker

[Tervis](#)

Riskijuhtimine

Ants Tammepuu

[Hädaolukorrad](#)

Planeerimisseminar

PLANEERIMINE **KOHANEB** **KLIIAMUUTUSTEGA:** **valmisolek**
vääramatuks jõuks

Kolmapäeval, 29. aprillil 2015 kell 11–16
Pärnu keskraamatukogu rippsaalis, Akadeemia 3

Kliima muutub. Kliimamuutusi saab küll leevendada, kuid mõjude ja tagajärgedega tuleb ka kohaneda. Juhtub, mitte just sageli, et keegi peab kandma kahju. Õnnetu juhus, force majeure! Kas kliimamuutused panevad meid paremini ja pikema ettevaatega planeerima, riske teadvustama ja haavatavust hindama? Kas meil on selleks teadmisi, lahendusi ja nii häid kui halbu näiteid? Mida tuleks tänases planeerimispraktikas muuta? Mida saab kliimakohanemiseks teha riik, mida omavalitsus?

Kus on probleem?

Antti Roose

[Miks kohaneda?](#)

Mait Sepp

[Kas linnakliima on muutlikum?](#)

Maila Kuusik

[Kas ja kuidas saab kliimamuutustest probleem ruumilises planeerimises?](#)

KATI-GIS

Kuidas kaardistada kliimahaavaatavust?

[Ettekanne 1](#), [Ettekanne 2](#)

Kuidas planeerida üleujutusriskiga linnaasumeid?

Alar Rosentau

[Kui palju tõuseb meretase?](#)

Karri Tiigisoone

[Pärnu linna näitel](#)

Indrek Ranniku

[Tartu linna näitel](#)

Kuidas planeerida taristut kliimakindluse tõstmiseks?

Heiki Kalberg

[Rohetaristu](#)

Mari Jüssi

[Transport ja liikuvus](#)

Rühmatööd

Antti Roose

A – Kliimamuutuste mõjude hindamine

Mait Sepp

B – Millised andmed ja millisel kujul on vajalikud kliimamuutustega arvestamiseks?

Maila Kuusik

C – Milliseid maakasutus- ja ehitustingimusi saab määrata, et leevendada kliimamuutustega kaasnevaid mõjusid või toetada kliimamuutustega kohanemist MP, ÜP ja DP tasandil?

Mõjudeseminar

KLIIMAMUUTUS MÕJUTAB, AGA KUIDAS? Kliimamuutuste mõjude hinnanguid asustusele ja inimesele

Teisipäeval, 19. mail 2015 kell 10–15
Tartu loodusmajas, Lille tn 10

Teadlaskond uurib. Planeeritakse. Areng pannakse kavva. Rakendatakse. Kas me oleme viimasel ajal kuulnud midagi uut kliimamuutuse mõjudest? Jah, läheb soojemaks! Tõsi, meretase tõuseb! Kuumarabandus võib olla eluohtlik! Tahaks ikka teada täpsemalt ja Eesti kohta, kuidas sõltuvalt nüüdiskliima (juhuslikust) muutlikkusest ning tulevikukliima määramatuses sajandi teises pooles linnakeskkond ja Eesti inimene kliimamuutustest mõjutatud saavad. Või siis teadusausat ülestunnistust: ega ikka eriti ei tea.... Tavaks tuua edulugusid heaolulisest ja ühiskonnakorrastatud Põhjalast või tipptehnoloogilisest ja kapitalikesksest Läänest. Hästi – milliseid valikuid on kliimakohanemiseks pidanud tegema Norra? Hindame, mõtleme koos, arutame!

Sissejuhatus

Antti Roose

[Teada, tuletada, hoiatada ja kahetseda: kliimamuutuste stsenaariumide poliitilised aktendid](#)

Asustus ja maakasutus

Kjell Harvold

[Climate change adaptation: Challenges seen from a Norwegian perspective](#)

Valentina Sagris, Tanel Tamm

Kliimamuutuste mõjude hindamine paduvihmadest tingitud üleujutuste riskialade ja kuumasaarte kaardistamise näitel

[Ettekanne 1](#), [Ettekanne 2](#)

Alar Rosentau

[Kui palju tõuseb meretase Eesti rannikutel?](#)

Toomas Tamm

[Maaparanduse küsimusi - drenaažist, kuivendamise ja niisutamisest](#)

Inimene

Hans Orru

[Kliimamuutuste avaldunud ja võimalikest tervise mõjudest Eestis](#)

Daniel Oudin Åström

[Temperature and mortality relationships](#)

Ene Indermitte

[2010. aasta erakordselt kuuma suve mõju suremusele Eestis](#)

Lisa 5. Kliimamuutuste mõju küsitluse tulemused

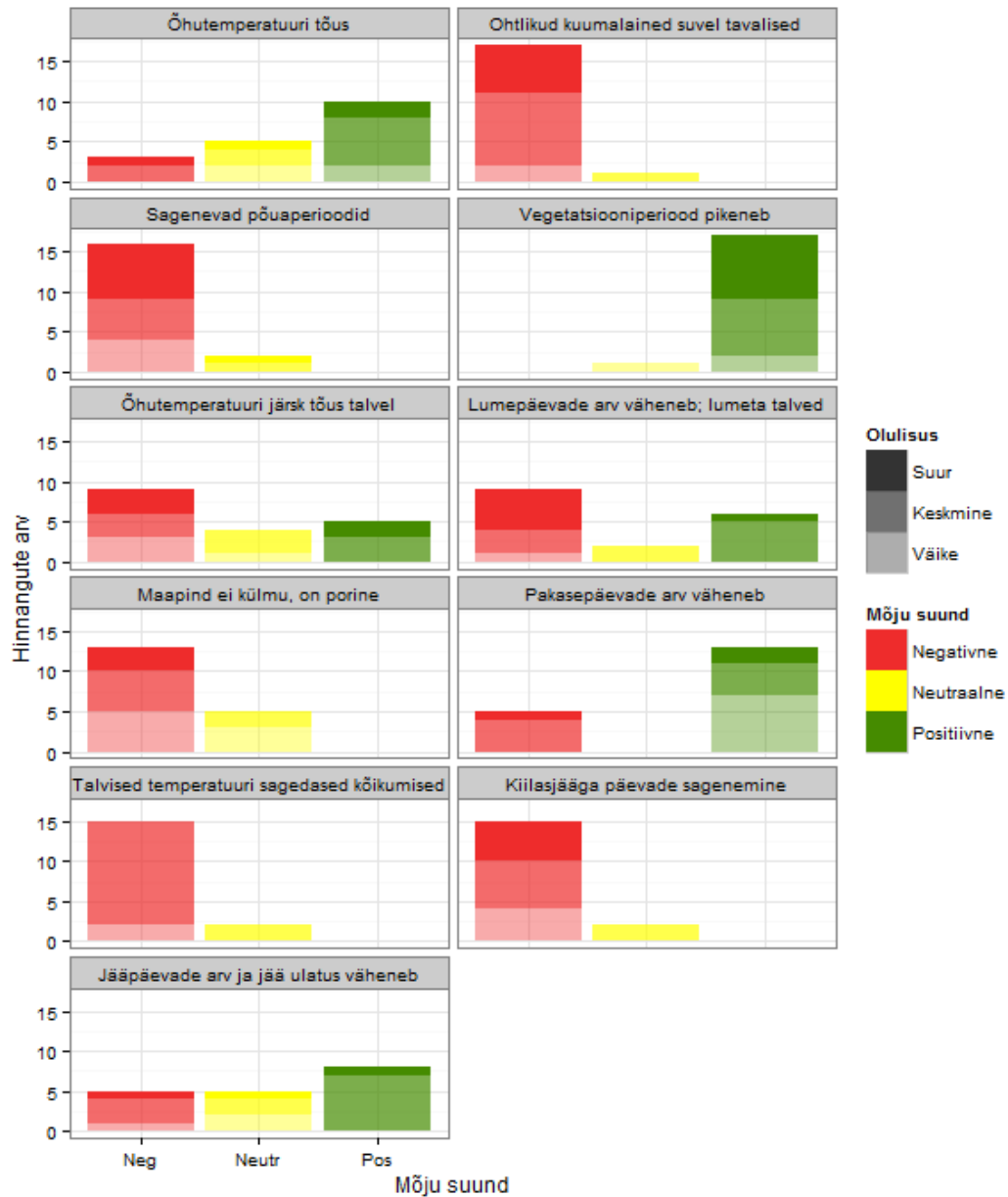
29. aprillil 2015 Pärnus toimunud planeerimiseminariil paluti osalejatel hinnata kliimamuutuste mõju kolme teema – temperatuur, tuul, sademed ja vesi – lõikes.

Vastanuid oli 18, kellest 14 vastasid kõigile küsimustele. Kliimamuutuste mõju hinnati kolme teema lõikes: temperatuur (11 küsimust), tuul (2 küsimust) ning sademed ja vesi (7 küsimust). Hinnata paluti kliimateguri muutuse mõju suunda (skaalal negatiivne, neutraalne, positiivne) ning mõju olulisust (väike, keskmine, suur).

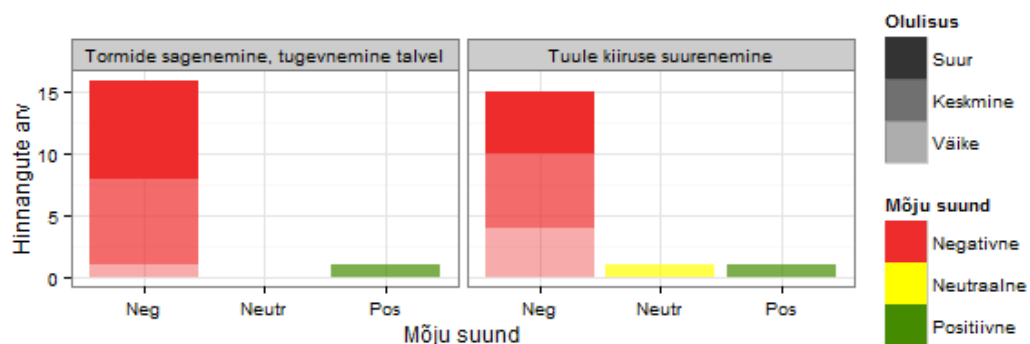
Õhutemperatuuri tõusu hinnati ühelt poolt positiivseks (Joonis 1), kuna pikeneb vegetatsiooniperiood ning väheneb pakasepäevade arv, mille kohta märgiti küsitluses, et vähenevad ka küttekulud talvel, kuid teiselt poolt negatiivseks, kuna suvel võivad tekkida ohtlikud kuumalained ja sageda põuaperioodid, külmaperioodil on porine ning temperatuuride kõikumised võivad kaasa tuua negatiivseid tagajärgi (nt kiilasjäaga päevade sagedamine ja sellest tingitud õnnetused).

Tuule kiiruse suurenemist ja tormide sagedamist ning tugevnemist peetakse negatiivse mõjuga nähtuseks, seejuures peetakse nende nähtuste mõju ka oluliseks (Joonis 2).

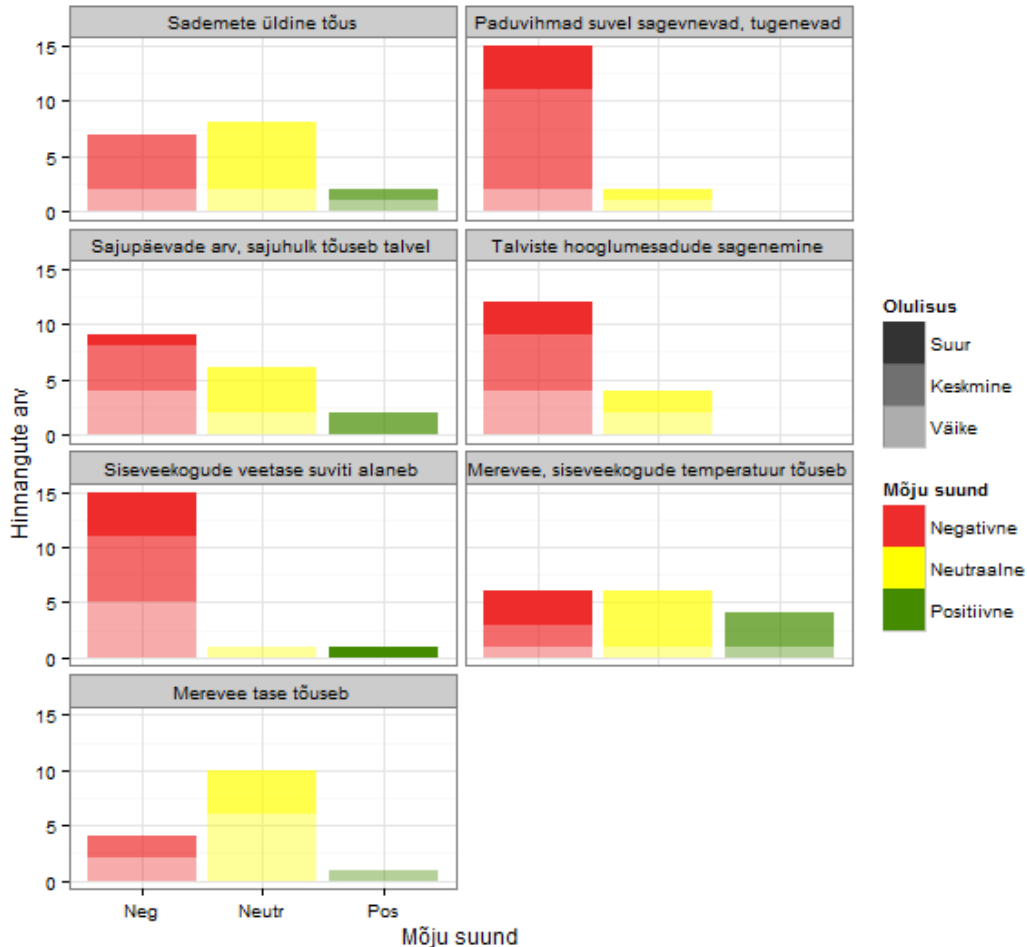
Et tulevikus muutub ka sademete ja hüdroloogiline režiim, siis sademetega seotud küsitud nähtuste mõju peetakse üldjoontes negatiivseks (Joonis 3), kuid mõnede hinnangute juures jäädi ka neutraalseks, nt merevee taseme tõus, mida lähiaastatel ei nähta otsese ohuna.



Joonis 1. Kliima soojeneb ja ilmastiku muutlikkus kasvab – hinnangud temperatuurimuutusega seotud nähtustele



Joonis 2. Tuul ja tormilisus kasvab – hinnangud tuulisuse suurenemisega seotud nähtustele



Joonis 3. Sademete ja hüdroloogiline režiim muutub – hinnangud sademete ja veerežiimi muutusega seotud nähtustele

Lisa 5. Kliimakohanemise uuringute prioriteetid asustuse ja inimese temaatikas

Planeerimine ja maakasutus

Rannikualad

Meretaseme prognoossüsteemide arendamine

Arhiivi- ja teiseste allikate rakendamine üleujutusriskide hindamisel

Randade seiremetoodikate arendamine

Maaparandus

Maaparandussüsteemide toimimisvõime ja selle tagamine, sh rekonstrueerimisvajaduse hindamine

Kuivendusnormi ümberhindamine vastavalt kliimamuutustele ja uute projekterimisnormide kehtestamine

Tulevikukliima niisutusvajaduse uuringud ja potentsiaalne ikalduskahju hindamine

Linnad

Eesti linnade haavatavus tulevikukliimas

Soojussaare efekt Eestis – nüüdis- ja tulevikukliimas

Tervis ja päästevõimekus

Tervis

Tervisemõjude kompleksuuring vastavalt tulevikukliima stsenaariumitele

Äärmuslike ilmastikutingimuste tervisemõjud

Kuumalainete mõju tulevikukliimas

Kliimamuutuste mõju õhukvaliteedile

Veeprobleemide terviseriskid tulevikukliimas

Siirutajate levi- ja mõjuanalüüs

Nahavähi riskianalüüs

Kliimarände potentsiaali analüüs

Päästevõimekus

Üleujutusriskide hindamise ja meetmete kavandamise integreeritud analüüs

Riskianalüüsi metoodika aeglase kliimamuutuste arvestamiseks