

**UUENDUSRAIE ARVUTUS EESTI RIIKLIKU METSANDUSE ARVESTUSKAVA KOOSTAMISE TOETAMISEKS**

**Andmestik**

Töös on kasutatud statistilise metsainventuuri (SMI) 2013-2017 aasta inventuuride mõõtmisandmeid, kusjuures iga aasta andmetel on võrdne kaal. SMI 2017 a. aruande järgi on Eestis metsamaad 2 330,6 tuhat ha. Statistiline metsainventeerimine (*National Forest Inventory, NFI*) on suuremate metsaalade objektiivse ja ökonoomse inventeerimise meetod, mis põhineb matemaatilise statistika valikmeetoditel ehk tõenäosuslikul valikuuringul. Inventeerimise tulemused saadakse juhuslikkust tagava süsteemiga paigutatud väikese-pindalalistelt proovitükkidelt kogutud mõõtmisandmete üldistamise teel. Tuleb arvestada, et SMI kui valikmeetodiga saadud andmed ei ole absoluutselt täpsed vaid hinnangud. Tulemused on täpsemad, mida suurem on kirjeldatav üksus ning igale näitajale on võimalik arvutada teoreetiline viga. Näiteks Eesti männikute pindala hinnangu, 692,9 tuhat hektarit, teoreetiline viga on  $\pm 2,48\%$ . Sanglepikute vastavad numbrid on 78,3 tuhat ha ja  $\pm 8,78\%$  ehk pindala hinnangu võimalik viga on 3,5 korda suurem kui männikutel.

Arvutused on tehtud eraldi tulundusmetsa ja kaitsemetsa kohta. Kokku nimetatakse neid metsakategooriaid majandatavaks metsaks (metsamaaks). Tulundusmetsaks loetakse metsa, kus metsa majandamine on lubatud vastavalt metsaseadusele ja selle alusel kehtestatud õigusaktide nõuetele. Kaitsemetsadeks loetakse metsa, kus majandamistegevus on piiratud, kuid mitte keelatud, piirangu rangus võib olla väga erinev. Piirangud tulenevad seadustest, kaitseala või kaitsealuse liigi kaitse-eeskirjast. Arvutustest on välja jäetud hoiumetsad, kus majandustegevus on keelatud. Lisaks viimasele ei ole raiearvutusse kaasatud madala tootlikkusega Va boniteediklassi puistud, eelkõige männikud ja väga väikese levikuga enamuspuuliikide metsad, eelkõige tammikud- ja saarikud. Arvestades nendes metsades kasvavaid puuliike ja tootlikkust, moodustaks sealt saadav puit ühe protsendi raieimahust. Tabelites 1-3 on toodud tulundusmetsade, kaitsemetsade metsade ja majandatavate metsade (tulundusmetsad ja kaitsemetsad kokku kokku) jagunemine enamuspuuliikide ja vanuseklasside viisi.

Tabel 1

Tulundusmetsade pindala jagunemine enamuspuuliigiti ja vanuseklassiti (1000 ha)

Enamuspuuliik	Metsata metsamaa		Metsamaa (puistute) vanuseklassid													Metsamaa		Puistud
	lage	selguset	...9	10...19	20...29	30...39	40...49	50...59	60...69	70...79	80...89	90...99	100...109	110...119	120...	Kokku	%	
Mänd	12,8	21,1	3,8	26,2	21,5	18,7	27,5	42,7	56,2	74,7	62,8	41,6	30,7	17,1	23,4	480,8	28,2	446,9
Kuusk	28,9	24,0	7,2	30,9	19,6	31,0	48,1	36,3	25,4	30,8	27,5	13,4	6,6	5,0	3,5	338,2	19,8	285,3
Kask	16,3	17,1	21,5	74,5	50,3	45,7	58,7	89,8	71,9	54,7	24,2	6,8	3,0	0,7	0,4	535,4	31,4	502,0
Haab	4,2	9,3	19,1	17,7	7,3	4,6	6,4	13,2	14,9	10,5	5,3	1,3	1,1	0,7	0,2	115,7	6,8	102,1
Sanglepp	2,3	5,3	5,0	7,2	2,4	4,4	6,5	10,1	6,9	6,9	2,2	1,1	0,3	0,2	0,2	60,8	3,6	53,3
Hall-lepp	3,2	7,1	26,5	39,1	19,1	29,7	26,9	17,3	5,1	0,2						174,0	10,2	163,8
Kokku	67,5	83,9	83,0	195,6	120,2	134,0	174,0	209,4	180,4	177,8	122,1	64,2	41,7	23,4	27,6	1704,9	100,0	1553,5

Tabel 2

Kaitsemetsade pindala jagunemine enamuspuuliigiti ja vanuseklassiti (1000 ha)

Enamuspuuliik	Metsata metsamaa		Metsamaa (puistute) vanuseklassid													Metsamaa		Puistud
	lage	selguset	...9	10...19	20...29	30...39	40...49	50...59	60...69	70...79	80...89	90...99	100...109	110...119	120...	Kokku	%	
Mänd	0,8	2,7	0,6	1,3	2,7	5,0	10,3	7,3	12,7	16,0	17,7	11,0	6,9	5,0	7,4	107,4	37,4	104,0
Kuusk	1,6	3,3	0,3	2,2	1,4	3,0	6,9	6,0	5,4	5,0	5,7	4,8	3,0	1,9	2,1	52,6	18,3	47,7
Kask	1,7	1,3	0,6	4,2	6,6	9,0	14,4	13,6	11,5	7,7	3,7	1,5	0,7	0,2	0,2	76,6	26,7	73,7
Haab	0,3	0,3	1,8	1,2	1,0	0,2	0,5	2,1	2,4	2,0	1,1	0,5				13,3	4,6	12,6
Sanglepp	0,5	0,3	0,8	0,9	0,5	1,1	1,3	2,4	2,6	1,3	0,5	0,3				12,6	4,4	11,8
Hall-lepp	0,2	0,5	3,0	2,8	2,8	5,1	5,1	3,6	1,0	0,4						24,4	8,5	23,7
Kokku	5,0	8,5	6,9	12,6	15,0	23,3	38,5	35,0	35,7	32,5	28,7	18,0	10,5	6,9	9,7	287,0	100,0	273,5

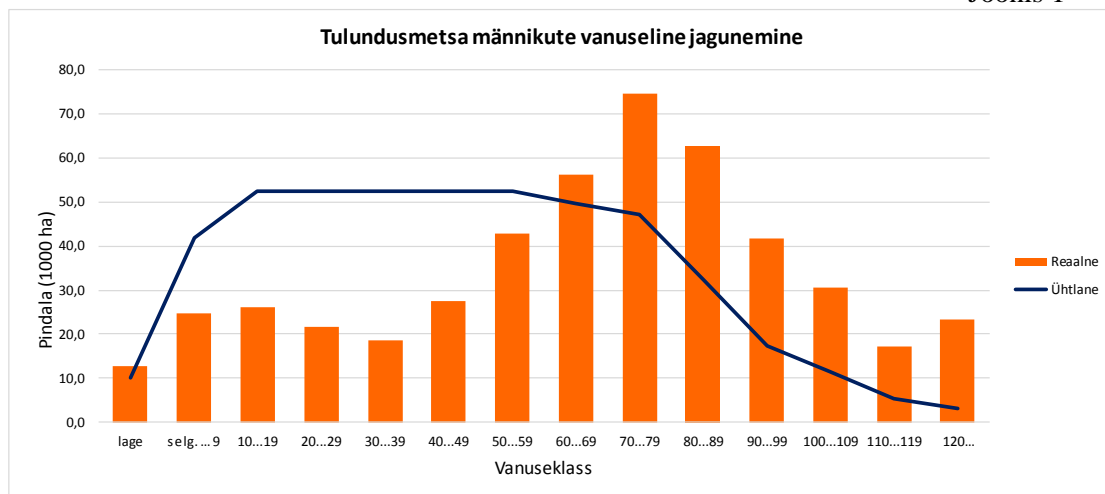
Tabel 3

Majandatavate metsade pindala jagunemine enamuspuuliigiti ja vanuseklassiti (1000 ha)

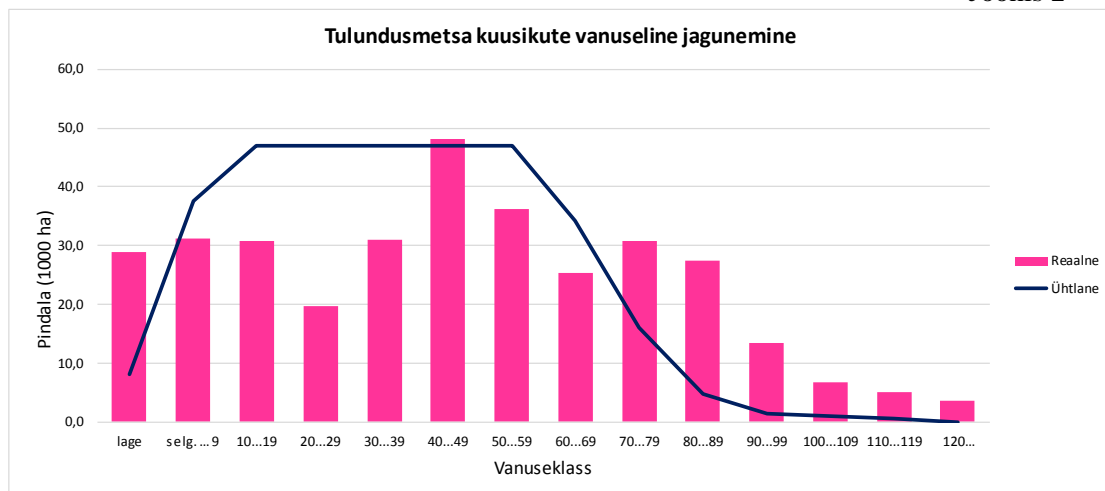
Enamuspuuliik	Metsata metsamaa		Metsamaa (puistute) vanuseklassid													Metsamaa		Puistud
	lage	selguset	...9	10...19	20...29	30...39	40...49	50...59	60...69	70...79	80...89	90...99	100...109	110...119	120...	Kokku	%	
Mänd	13,5	23,7	4,4	27,4	24,2	23,6	37,8	50,0	69,0	90,7	80,5	52,6	37,6	22,1	30,8	588,2	29,5	550,9
Kuusk	30,4	27,4	7,4	33,1	21,0	34,0	55,0	42,3	30,9	35,8	33,2	18,2	9,6	6,9	5,6	390,8	19,6	333,0
Kask	18,0	18,4	22,0	78,7	56,9	54,6	73,1	103,4	83,4	62,5	27,9	8,2	3,7	0,7	0,5	612,0	30,7	575,7
Haab	4,5	9,7	20,8	18,9	8,2	4,8	6,9	15,3	17,2	12,5	6,5	1,8	1,1	0,7	0,2	129,0	6,5	114,8
Sanglepp	2,7	5,6	5,8	8,1	2,9	5,5	7,8	12,5	9,5	8,3	2,7	1,5	0,3	0,2	0,2	73,4	3,7	65,0
Hall-lepp	3,3	7,5	29,4	41,9	21,9	34,8	32,0	21,0	6,1	0,6						198,4	10,0	187,5
Kokku	72,5	92,3	89,9	208,2	135,2	157,4	212,5	244,4	216,1	210,3	150,8	82,3	52,3	30,3	37,3	1991,8	100,0	1827,0

Kokku hõlmab uuendusraie arvutus 1 991,8 tuhat ha metsamaad ehk 85% Eesti metsamaa pindalast. Valdava osa uuendusraietega raiutavast puidust annavad tulundusmetsad. Joonistel 1-3 on kujutatud kolme põhilise enamuspuliigi – männikute, kuusikute ja kaasikute tulundusmetsade vanuseline jagunemine. Graafikutele on kantud ka ühtlase kasutuse joon. Sellise vanuselise jaotuse korral oleks tagatud pidev, ühtlane metsakasutus (uuendusraie), seda praegu kehtivate raiekrriteeriumite (vanus, diameeter) korral ja eeldusel, et küpsuse saavutanud puistu raiutakse 10 aasta jooksul pärast raieküpsuse saavutamist.

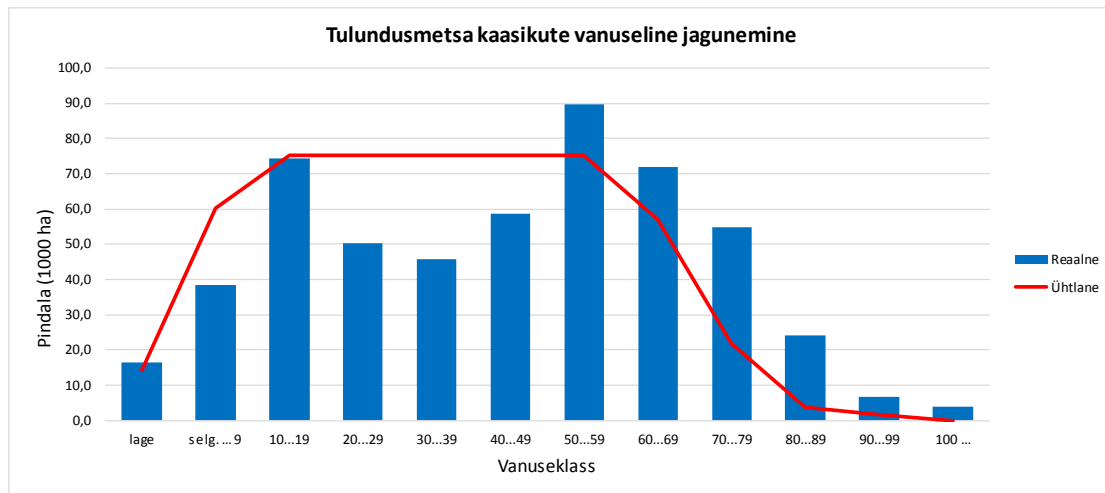
Joonis 1



Joonis 2

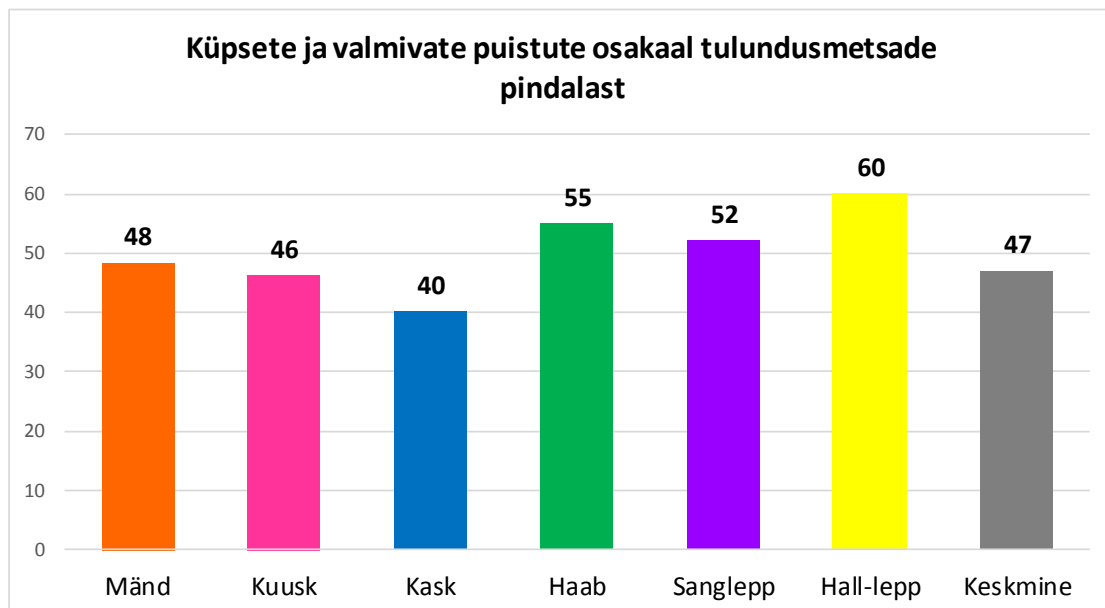


Joonis 3



Männikute vanuseline jaotus on väga ebahülgeline, seda iseloomustab kuni 50 aastaste metsade defitsiit ja vanemate, sealhulgas raieküpsete, puistute suhteline rohkus võrreldes ühtlase jaotusega. Kuusikud ja kaasikud jagunevad vanuseliselt tunduvalt paremini kui männikuid, kuigi ka siin on enam vanu ja vähem nooremaid metsi. Vanemate metsade suhtelist rohkust iseloomustab ka joonis 4. Joonisel on antud majandusmetsade küpsete ja valmivate (saavutavad uuendusraieküpsuse vanuse või diameetri alusel lähima 10 aasta jooksul) puistute osakaal kõigi tulundusmetsade puistute pindalast.

Joonis 4



Kõigi puuliikide puistute pindalast moodustavad küpsed ja valmivad puistud 47% ehk pea poole. Kõige suurem on see protsent hall-lepikutel kuid ka sisuliselt pool männikutest on raieküpsed või saavutavad selle lähimal kümnel aastal.

### Raievanused

Uuendusraie on lubatud tulenevalt puistu:

1. **Vanusest**, kui koosseisuga kaalutud esimese rinde keskmine vanus on võrdne või suurem puistu koosseisuga kaalutud esimese rinde keskmisest raievanusest.

2. **Rinnasdiameetrist**, kui puistu enamuspuiiigi keskmine rinnasdiameeter on saavutanud uuendusraiet lubava väärtuse.

3. **Täiusest**, kui puistu esimese rinde täius on 40% või madalam

Käesolevas töös on uuendusraide võimaliku pindala leidmisel lähtunud uuendusraiet lubavast vanusest või rinnasdiameetrist. Raie täiuse järgi on suhteliselt väheoluline. Puiiigiti kaalutud raievanuse ja keskmise rinnasdiameetri arvutamisel kasutatavad valemid, vanused ja diameetrid on esitatud metsa majandamise eeskirjas. Puistu esimese rinde keskmine vanus ja keskmine raievanus arvutatakse järgmiste valemitega:

$$A = (\text{koef}_{P11}^2 * A_{P11} + \text{koef}_{P12}^2 * A_{P12} + \dots) / (\text{koef}_{P11}^2 + \text{koef}_{P12}^2 + \dots), \text{ kus}$$

A Puistu koosseisuga kaalutud vanus

koef<sub>P1</sub> Puistuelemendi koosseisukordaja protsentides

A<sub>P1</sub> Puistuelemendi vanus

$$AK = (\text{koef}_{P11}^2 * A_{kP11} + \text{koef}_{P12}^2 * A_{kP12} + \dots) / (\text{koef}_{P11}^2 + \text{koef}_{P12}^2 + \dots), \text{ kus}$$

AK Puistu koosseisuga kaalutud raievanus

A<sub>kP1</sub> Puistuelemendi (puiiigi) küpsusvanus

Kui puistu esimese rinde enamuspuiiik on inventeerimisandmetes kirjeldatud rohkem kui ühe elemendina, arvutatakse enamuspuiiigi keskmine rinnasdiameeter valemiga:

$$\bar{d} = \sqrt{\frac{k_1^2 + k_2^2 + \dots + k_i^2}{\frac{k_1^2}{\bar{d}_1^2} + \frac{k_2^2}{\bar{d}_2^2} + \dots + \frac{k_i^2}{\bar{d}_i^2}}}, \text{ kus}$$

$\bar{d}$  – puistu enamuspuiiigi keskmine rinnasdiameeter;

$k_i$  – enamuspuiiigi puistu elemendi koosseisukordaja protsentides;

$\bar{d}_i$  – enamuspuiiigi puistuelemendi keskmine rinnasdiameeter.

Arvutustes kasutatavad raievanused on toodud tabelis 4, rinnasdiameetrid tabelis 5.

Tabel 4

**Uuendusraiet lubavad vanused boniteediklasside ja puiiikide viisi**

Puiiik	Boniteediklass					
	1A	1	2	3	4	5; 5A
Harilik mänd	90	90	90	100	110	120
Harilik kuusk	60	70	80	90	90	90
Aru- ja sookask	60	60	70	70	70	70
Harilik haab	30	40	40	50	50	–
Sanglepp	60	60	60	60	60	60
Kõvad lehtpuud	90	90	100	110	120	130

Tabel 5

**Uuendusraiet lubavad rinnasdiameetrid boniteediklasside ja puiiikide viisi**

Enamuspuiiik	Boniteediklass					
	1A	1	2	3	4	5; 5A
Harilik mänd	28	28	28	28	28	28
Harilik kuusk	26	26	26	26	26	26
Aru- ja sookask	26	26	24	22	18	16
Sanglepp	24	24	22	22	18	16
Harilik haab	20	20	18	18	18	18

Mõlemad uuendusraiet lubavad näitajad on kaalult võrdsed. Kumb, kas vanus või diameeter, raiet lubava väärtuse varem saavutab, selle alusel võib raiuda. Käesoleva töö jaoks arvutati puistute keskmised kaalutud raievanused enamuspuiikide ja boniteediklasside viisi kasutades metsaregistris registreeritud inventeerimisandmeid. Siin ei olnud võimalik SMI andmeid kasutada, sest selle meetodi korral kajastab puistu kirjeldus nii esimest kui teist rinnet kokku, raievanuse arvutamisel lähtutakse ainult esimesest rindest. SMI andmestiku alusel leiti raiet lubavatele diameetritele vastavaid vanuseid. Selleks arvutati enamuspuiikide ja boniteediklasside viisi igale vanuseklassile enamspuiiigi keskmine diameeter. Vanust, milles enamspuiiigi diameeter saavutab keskmisena uuendusraiet lubava vanuse, loeti küpsusvanuseks. Parema esinduslikkuse saamiseks kasutati küpsusdiameetritele vastava küpsusvanuse leidmiseks SMI viimase kümne aasta inventuuride andmeid (2008-2017). Mõlemal viisil leitud vanuseid võrreldi ja edasistes arvutustes kasutatakse männikute, kuusikute ja kaasikute puhul küpsusvanusena seda vanuse väärtust, mis on madalam. Haavikutel ja sanglepikutel kasutati ainult keskmist küpsusvanust. Halllepikutel korral, millel küpsusvanust või diameetrit seadusandlus ei määratle, kasutati raievanusena vanuse väärtust 30 aastat. Raiearvutuses kasutatavad vanused on toodud tabelis 6.

Tabel 6

**Keskmised uuendusraie vanused enamspuiiigiti ja boniteediklassiti**

Enamspuiiik	Boniteediklass					
	1A	1	2	3	4	5
<b>Mänd</b>	60	74	84	98	107	118
<b>Kuusk</b>	57	67	76	88	89	91
<b>Kask</b>	56	60	69	71	72	74
<b>Haab</b>	36	45	48	60	63	
<b>Sanglepp</b>	59	60	61	63	64	66
<b>Hall-lepp</b>	30	30	30	30	30	

Punasega on tabelis eristatud need raievanused, mis on tuletatud küpsusdiameetri alusel. Raie diameetri järgi tuleb arvesse eelkõige paremaboniteediliste puistute korral. Eriti suur erinevus vanusest ja diameetrist tuleneva raievanuse puhul on 1A ja 1 boniteediklassi männikute korral, vastavalt 26 ja 13 aastat. Neid puistuid raietaksegi eelkõige diameetri alusel, sest kahel eri viisil leitud küpsusvanuse erinevus on liiga suur.

**Arvutamise meetodika**

Kõik pindalalised hinnangud põhinevad puistute vanuselisel jaotusel enamspuiikide viisi boniteediklasside lõikes. Arvutustes kasutati 10 aasta pikkusi vanuseklasse. Uuendusraiate tagavara aluseks on küpsete puistute keskmised hektaritagavarad, seda enamspuiikide viisi boniteediklasside lõikes. Arvutused tehti eraldi tulundus- ja kaitsemetsade kohta enamspuiikide lõikes. Arvutustes kasutati klassikalisi arvestuslangi arvutamise valemeid, mis natuke erinevad metsa korraldamise juhendis tooduist. Viimastes arvestatakse küpsusdiameetrit ainult küpsuslangi arvutamisel, siin aga kasutatakse küpsusdiameetrist tuletatud küpsusvanuseid kõikide lankide arvutustes (kui see on madalam vanuse järgi arvutatust). Lisaks arvutati ka kolmas vanuselank. Arvutati järgmised langid:

**Ly** – ühtlase kasutuse lank

$$Ly = \sum \frac{P}{AK + 5}$$

Uuendusraie keskmine pindala aastas kogu raieringi jooksul.

**Lk** – küpsuslank

$$Lk = \sum_{A \geq AK} \frac{P}{10}$$

Uuendusraie keskmine pindala aastas, kui raiume kõik praegu küpsed puistud lähima 10 aasta jooksul.

**LI** – esimene vanuselank ehk lähima 20 aasta ühtlane kasutus.

$$LI = \sum_{A \geq AK-10} \frac{P}{20}$$

Uuendusraie keskmine pindala aastas, kui raiume kõik praegu küpsed ja valmivad (saavutavad küpsuse lähima 10 aasta jooksul) puistud 20 aastaga.

**LII** – teine vanuselank ehk lähima 30 aastane ühtlane kasutus.

$$LII = \sum_{A \geq AK-20} \frac{P}{30}$$

Uuendusraie keskmine pindala aastas, kui raiume kõik praegu küpsed puistud ja puistud, mis saavutavad raieküpsuse 20 aasta jooksul, 30 aastaga.

**LIII** – kolmas vanuselank ehk lähima 40 aastane ühtlane kasutus.

$$LIII = \sum_{A \geq AK-30} \frac{P}{40}$$

Uuendusraie keskmine pindala aastas, kui raiume kõik praegu küpsed puistud ja puistud, mis saavutavad raieküpsuse 30 aasta jooksul, 40 aastaga.

**LINT** – integraallank.

$$LINT = \sum \frac{2 * P * A}{(AK + 6) * (AK + 5)}$$

Uuendusraie keskmine pindala aastas, kus arvestatakse puistu vanuse ja küpsusvanuse suhet. Kui teiste lankide arvutuses on kõik küpsed puistud sama kaaluga (nii need, mille vanus võrdne küpsusvanusega kui ka need, mis küpsusvanusest aastakümneid vanemad), siis siin on küpsusvanuse ületanud puistutel suurem kaal.

Valemites:

**A** – Puistute vanus

**AK** – Küpsusvanus

**P** – Arvestusse kaasatud puistute pindala.

Arvutatud lankide alusel leiti:

- a) Maksimaalne raie – eeldatakse, et kõik praeguseks küpsusvanuse saavutanud puistud raiutakse lähima kümne aasta jooksul (küpsuslank).
- b) Raie arvestuslangi järgi - mõistlik kasutusmäär arvestades puistute vanuselist jagunemist praegu ja lähima 40 aasta jooksul (2021-2060). Metsa korraldamise juhendi järgi määratakse arvestuslank eksperdihinnangu alusel peapuuliikide (enamuspuuliikide) kaupa, kusjuures summaarne arvestuslank ei tohi ületada suurimat arvutatud lanki. Peapuuliikide kaupa ei tohi uuendusraie pindala olla aastas suurem selle puuliigi arvutatud maksimaalsest langist.

- c) Ühtlane raie - keskmine aastane kasutusmäär kogu raieringi jooksul (ühtlase kasutuse lank). Raieringi pikkuse määrab ära raievanus, hall-lepikul on raiering 35-, männikul peaaegu 100 aastat. Raiudes ühtlase kasutuse järgi uuendusraiate pindala ajas ei muutu.

Saamaks ülevaadet võimalikust uuendusraie mahust tulevikus, arvatati lisaks arvestusperioodile (2021-2030) arvestuslangid ka aastateks 2031-2040, 2041-2050 ja 2051-2060.

## Arvutuste tulemused

Tabelites 7 ja 8 on toodud langiarvutus tulundus- ning kaitsemetsades.

Tabel 7

**Tulundusmetsa langiarvutus aastateks 2021-2030 (ha)**

Enamus-puuliik	Puistud	Sellest:		Ühtlane lank	Küpsus-lank	I vanuse-lank	II vanuse-lank	III vanuse-lank	Integr. lank
		Küpsed	Valmivad						
Mänd	446933	153174	63204	5078	15317	10819	9163	8036	7405
Kuusk	285317	92957	38974	4079	9296	6597	6044	5480	5737
Kask	502015	125069	76163	7265	12507	10062	9415	8513	9302
Haab	102145	50157	6044	2136	5016	2810	2101	1926	3591
Sanglepp	53311	17695	10065	820	1769	1388	1142	967	1156
Hall-lepp	163796	79106	19104	4680	7911	4910	4578	4095	7389
<b>Kokku</b>	<b>1553517</b>	<b>518158</b>	<b>213554</b>	<b>24058</b>	<b>51816</b>	<b>36586</b>	<b>32441</b>	<b>29017</b>	<b>34580</b>

Tabel 8

**Kaitsemetsa langiarvutus aastateks 2021-2030 (ha)**

Enamus-puuliik	Puistud	Sellest:		Ühtlane lank	Küpsus-lank	I vanuse-lank	II vanuse-lank	III vanuse-lank	Integr. lank
		Küpsed	Valmivad						
Mänd	103991	37340	13855	1132	3734	2560	2160	1895	1722
Kuusk	47697	24103	7355	667	2410	1573	1276	1073	1171
Kask	73674	19904	12227	1065	1990	1607	1555	1449	1524
Haab	12650	7820	655	259	782	424	309	260	516
Sanglepp	11760	4747	2431	181	475	359	283	239	276
Hall-lepp	23734	15220	2779	678	1522	900	693	593	1291
<b>Kokku</b>	<b>273505</b>	<b>109134</b>	<b>39302</b>	<b>3982</b>	<b>10913</b>	<b>7422</b>	<b>6275</b>	<b>5509</b>	<b>6500</b>

Uuendusraieküpsede puistute suur osakaal avaldub selgelt ka langiarvutustes. Tulundusmetsas on küpsuslank praktiliselt kõigi puuliikide osas suurim arvatud lank ja seda ülekaalukalt. Samas on ühtlase kasutuse lank enamikel juhtudel kõige väiksem lankidest. Eriti suur on nende kahe langi erinevus männikul, tulundusmetsas ületab küpsuslank ühtlase kasutuse langi kolmekordselt. Veel suuremad erinevused on kaitsemetsades, kuid see on ka mõneti loomulik, raie ja puidukasutus ei ole seal esimene prioriteet. Tabelites 9-11 on toodud maksimaalne-, arvestuslangi järgne- ja ühtlane uuendusraie aastateks 2021-2030. Raiemahu leidmiseks korrutati raie pindala 0,95 kordse raieküpsede puistute hektaritagavaraga. Ka lageraiega ei raiuta kõiki puid, kasvama jäävad seemne- ja säilikpuud.

Tabel 9

**Tulundusmetsa keskmine aastane uuendusraie 2021-2030**

Enamus- puuliik	Maksimaalne raie		Arvestuslank		Ühtlane raie	
	Pindala 1000 ha	Tagavara 1000 tm	Pindala 1000 ha	Tagavara 1000 tm	Pindala 1000 ha	Tagavara 1000 tm
Mänd	15,3	5405	<b>9,2</b>	<b>3247</b>	5,1	1792
Kuusk	9,3	3064	<b>6,0</b>	<b>1978</b>	4,1	1345
Kask	12,5	3579	<b>9,4</b>	<b>2690</b>	7,3	2079
Haab	5,0	1947	<b>2,8</b>	<b>1087</b>	2,1	829
Sanglepp	1,8	518	<b>1,1</b>	<b>322</b>	0,8	240
Hall-lepp	7,9	1924	<b>4,9</b>	<b>1192</b>	4,7	1138
<b>Kokku</b>	<b>51,8</b>	<b>16437</b>	<b>33,4</b>	<b>10515</b>	<b>24,1</b>	<b>7423</b>

Tabel 10

**Kaitsemetsa keskmine aastane uuendusraie 2021-2030**

Enamus- puuliik	Maksimaalne raie		Arvestuslank		Ühtlane raie	
	Pindala 1000 ha	Tagavara 1000 tm	Pindala 1000 ha	Tagavara 1000 tm	Pindala 1000 ha	Tagavara 1000 tm
Mänd	3,7	1271	<b>1,1</b>	<b>374</b>	1,1	385
Kuusk	2,4	782	<b>0,7</b>	<b>227</b>	0,7	216
Kask	2,0	596	<b>1,1</b>	<b>329</b>	1,1	319
Haab	0,8	301	<b>0,3</b>	<b>116</b>	0,3	100
Sanglepp	0,5	139	<b>0,2</b>	<b>59</b>	0,2	53
Hall-lepp	1,5	370	<b>0,7</b>	<b>170</b>	0,7	165
<b>Kokku</b>	<b>10,9</b>	<b>3459</b>	<b>4,1</b>	<b>1275</b>	<b>4,0</b>	<b>1238</b>

Tabel 11

**Majandatava metsa keskmine aastane uuendusraie 2021-2030**

Enamus- puuliik	Maksimaalne raie		Arvestuslank		Ühtlane raie	
	Pindala 1000 ha	Tagavara 1000 tm	Pindala 1000 ha	Tagavara 1000 tm	Pindala 1000 ha	Tagavara 1000 tm
Mänd	19,1	6677	<b>10,3</b>	<b>3621</b>	6,2	2177
Kuusk	11,7	3846	<b>6,7</b>	<b>2205</b>	4,7	1561
Kask	14,5	4175	<b>10,5</b>	<b>3019</b>	8,3	2398
Haab	5,8	2248	<b>3,1</b>	<b>1202</b>	2,4	929
Sanglepp	2,2	657	<b>1,3</b>	<b>380</b>	1,0	293
Hall-lepp	9,4	2294	<b>5,6</b>	<b>1362</b>	5,4	1303
<b>Kokku</b>	<b>62,7</b>	<b>19896</b>	<b>37,5</b>	<b>11790</b>	<b>28,0</b>	<b>8661</b>

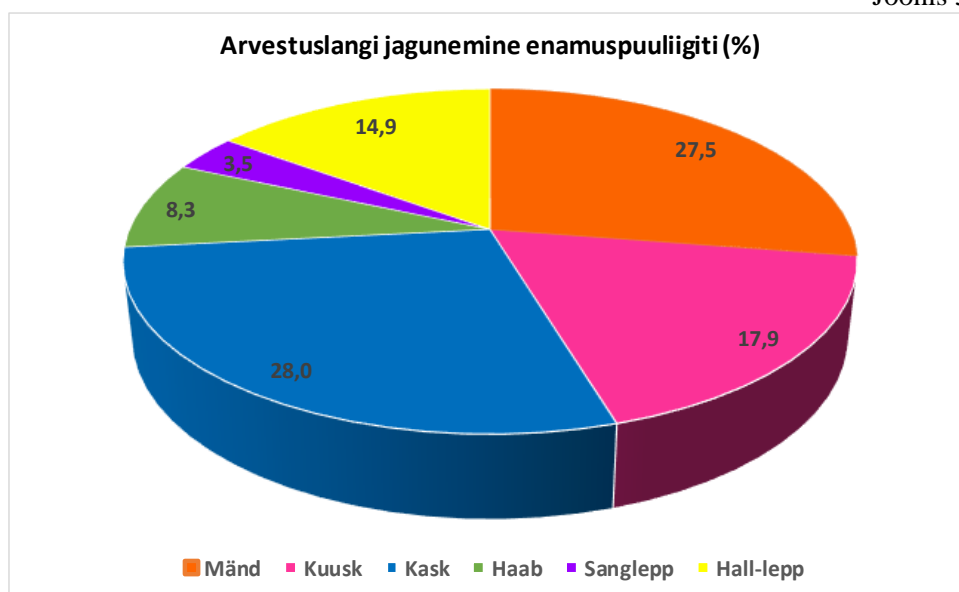
Arvestuslank on kompromiss õigeaegse raie (raievanuses) ja pikaajalise ühtlase kasutuse vahel. Üldjuhul on majanduslikult otstarbekas raiuda puistu raievanusele võimalikult lähedases vanuses. Eriti kehtib see paremaboniteediliste puistute kohta. Seal on raiega viivitamine seotud olulise majandusliku kahjuga. Praeguses olukorras, kus raieküpseid puistuid on normaalsest tunduvalt enam, on siiski mõttekas raieaega keskmisena mõnevõrra optimaalsest tulevikku nihutada. See aitab vältida suuri kõikumisi puidutoodangus. Seetõttu on tulundusmetsa männikutes, kuusikutes, kaasikutes ja sanglepikutes valitud arvestuslangiks II vanuselank ehk lähima 30 aasta ühtlane kasutus. Haavikutes ja hall-lepikutes, kus raieküpsete puistute osakaal on eriti suur, valiti arvestuslangiks I vanuselank ehk lähima 20 aasta ühtlane kasutus. Tulundusmetsa arvestuslank kokku on 33,4 tuhat ha ja 10,5 miljonit



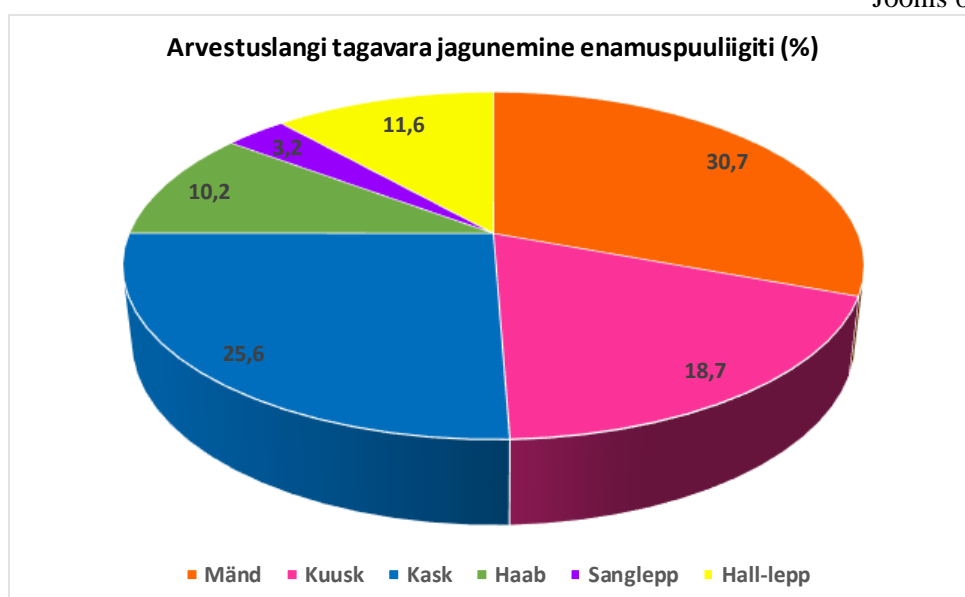
tihumeetrit. Pindalaliselt on see 64% maksimaalsest raiest kuid ületab ühtlase kasutuse määra 39% võrra. Kaitsemetsas ei ole puidutootmine põhieesmärk. Samas on majandustegevus seal olenevalt piirangu eesmärgist suuremal või vähemal määral lubatud. Näiteks moodustavad olulise osa kaitsemetsadest kalda piiranguvööndid, kus ainus erinevus võrreldes tulundusmetsaga on lageraie langile seatud 2 hektariline pindala ülemmäär. Kõike eelnevat arvestades valiti kaitsemetsa kõikide enamuspuuliikide arvestuslangiks ühtlase kasutuse lank (väikeste ümardustega), kokku 4,1 tuhat ha, 1,28 miljonit tihumeetrit. Maksimaalsest raiepindalast moodustab see 38%.

Kokku on majandatavate metsade arvestuslank perioodil 2021-2030 aastas **37,5 tuhat ha ja 11,8 miljonit tihumeetrit**. Seda tulenevalt praegu kehtivates raiekriteeriumidest ja puistute vanuselisest jaotusest. Joonistel 5 ja 6 on toodud arvestuslangi pindala ja tagavara jagunemine enamuspuuliigiti.

Joonis 5



Joonis 6



Kui männikute ja kaasikute arvestuslangi pindala on peaaegu võrdne, siis raietagavara osas ületavad männikud kaasikuid oluliselt, sest on viimastest suurema hektaritagavaraga. Sama suhe kehtib ka okaspuude ja lehtpuude võrdluses. Pindalaliselt moodustavad okaspuupuistud natuke üle 45% arvestuslangi pindalast, kuid tagavarast pea 50%.

## Harvendusraie

Kuigi enamus puidust varutakse uuendusraietega, ei saa tähelepanuta jätta ka harvendusraieid. Seepärast leiti ka harvendusraiate võimalik pindala ja raiutav puidukogus. Arvutusse kaasati puistud järgmiste kriteeriumide alusel:

- boniteediklass Ia-III, männikutel ka IV, hall-lepikutesse raieid ei kavandatud;
- täius männikutel vähemalt 75%, kuusikutel ja kaasikutel 80%, haavikutel ja sanglepikutel 85%;
- raie tulemusena saadakse likviidset puitu;
- viimane harvendusraie tehakse 10 aastat enne uuendusraie vanuse saabumist.

Harvendusraiate väljaraieks võeti SMI viimase 10 aasta (2008-2017) keskmine väljaraie enamuspuiduliikide lõikes. Arvutused tehti majandatava metsa kohta kokku, sest erinevalt uuendusraietest on piirangud harvendusraiatele kaitsemetsades mitteolulised. Võimalike harvendusraiate maht ja pindala on toodud tabelis 12.

Tabel 12

### Võimalik harvendusraie aastatel 2021-2030 (tulundus- ja kaitsemets)

Liik/boniteet	Kriteeriumid		Pindala 1000 ha	Väljaraie (tm/ha)	Raiemaht 1000 tm
	Vanus	Täius			
Mänd Ia-I	20-60	75% või enam	40,4		
Mänd II	30-70	75% või enam	32,3		
Mänd III	35-80	75% või enam	26,1		
Mänd IV	45-90	75% või enam	15,0		
<b>Kokku</b>			<b>113,8</b>	<b>67,6</b>	<b>7695</b>
Kuusk Ia	20-50	80% või enam	47,3		
Kuusk I	25-55	80% või enam	19,0		
Kuusk II	30-65	80% või enam	6,2		
Kuusk III	40-70	80% või enam	3,5		
<b>Kokku</b>			<b>76,0</b>	<b>61,5</b>	<b>4674</b>
Kask Ia	20-45	80% või enam	11,2		
Kask I	25-50	80% või enam	50,2		
Kask II	30-55	80% või enam	51,2		
Kask III	35-55	80% või enam	18,1		
<b>Kokku</b>			<b>130,8</b>	<b>52,8</b>	<b>6904</b>
Haab Ia-III	20-35	85% või enam	7,5	54,6	409
Sanglepp Ia-III	25-50	85% või enam	19,0	83,9	1596
<b>Kõik kokku</b>			<b>347,1</b>	<b>61,3</b>	<b>21 278</b>

Võimalik aastane harvendusraiate pindala perioodil 2021-2030 on **34,7 tuhat hektarit** väljaraiega **2,1 miljonit tihumeetrit** aastas. Lisaks uuendus- ja harvendusraiatele saadakse likviidset puitu ka sanitaar- ja trassiraietelt ning raadamistelt. Nendest olulisem on sanitaarraie, mille käigus raiutakse murdunud, surnud, surevaid ja vigastatud puid. Nende raieliikide mahu prognoosimine on aga sisuliselt võimatu.

## Võimalik uuendusraie tulevikus

Tabelis 13 on toodud tulundusmetsa võimalik arvestuslank aastatel 2021-2060. Igale järgmise kümnendile tehti langiarvutus ja määrati uus arvestuslank. Arvutustes lähtuti eeldusest, et eelmisel kümnendil raiuti metsa lähtudes sellele perioodile määratud arvestuslangist. Eeldati, et metsamaa kogupindala, erinevate enamuspuuliikide metsamaa pindala ja erinevate metsakategooriate pindala ei muutu. Tabelis 14 on toodud kogu majandatava metsa arvestuslank. Kui erinevate kümnendite arvestuslank näitab keskmist aastaraiet, siis 2021-2060 kokku näitab summaarset võimalikku raiet sellel 40 aastasel perioodil.

Tabel 13

Tulundusmetsa arvestuslank 2021-2060

Enamus- puuliik	2021-2030		2031-2040		2041-2050		2051-2060		2021-2060 kokku	
	Pindala 1000 ha	Tagavara 1000 tm	Pindala 1000 ha	Tagavara 1000 tm	Pindala 1000 ha	Tagavara 1000 tm	Pindala 1000 ha	Tagavara 1000 tm	Pindala 1000 ha	Tagavara 1000 tm
Mänd	9,2	3247	7,6	2571	6,3	2162	5,2	1767	283	97466
Kuusk	6,0	1978	5,3	1796	4,4	1537	4,3	1501	200	68121
Kask	9,4	2690	8,2	2288	7,4	1990	6,8	1884	318	88524
Haab	2,8	1087	1,8	680	1,6	609	1,5	575	77	29508
Sanglepp	1,1	322	0,9	263	0,9	263	0,6	176	35	10241
Hall-lepp	4,9	1192	4,4	1070	3,9	948	3,8	924	170	41344
<b>Kokku</b>	<b>33,4</b>	<b>10515</b>	<b>28,2</b>	<b>8668</b>	<b>24,5</b>	<b>7510</b>	<b>22,2</b>	<b>6827</b>	<b>1083</b>	<b>335205</b>

Tabel 14

Majandatava metsa arvestuslank 2021-2060

Enamus- puuliik	2021-2030		2031-2040		2041-2050		2051-2060		2021-2060 kokku	
	Pindala 1000 ha	Tagavara 1000 tm	Pindala 1000 ha	Tagavara 1000 tm	Pindala 1000 ha	Tagavara 1000 tm	Pindala 1000 ha	Tagavara 1000 tm	Pindala 1000 ha	Tagavara 1000 tm
Mänd	10,3	3621	8,7	2967	7,4	2568	6,3	2151	327	113071
Kuusk	6,7	2205	6,0	2028	5,1	1773	5,0	1738	228	77439
Kask	10,5	3019	9,2	2580	8,4	2274	7,8	2162	359	100347
Haab	3,1	1202	2,1	789	1,8	679	1,7	646	87	33167
Sanglepp	1,3	380	1,1	322	1,1	322	0,8	234	43	12582
Hall-lepp	5,6	1362	5,1	1240	4,5	1094	4,5	1094	197	47910
<b>Kokku</b>	<b>37,5</b>	<b>11790</b>	<b>32,2</b>	<b>9926</b>	<b>28,3</b>	<b>8711</b>	<b>26,1</b>	<b>8025</b>	<b>1241</b>	<b>384517</b>

Näeme, et sellise stsenaariumi korral on tulundusmetsa uuendusraie pindala ja maht pidevas languses. Aastateks 2041-2050 võrdsustub see ühtlase kasutusega ning 2051-2060 langeb viimasest madalamaks. Kaitsemetsa ühtlane raie aitab seda langust küll mõneti vähendada, kuid suundumus jääb samaks. Selliste arvutuste puhul tuleb rõhutada, et tegemist on ülimalt teoreetiliste numbritega ja mida ajas edasi seda väiksem on tulemuse usaldatavus. Võrdluseks sai arvatatud, kui palju oleks võimalik 2021-2060 raiuda tulundusmetsa uuendusraieid, kui raiuksime igal aastal maksimaalselt, arvestuslangi järgi või ühtlaselt. Esimisel juhul oleks raiete pindala kokku 1 165 000, teisel 1 083 000 ja kolmandal 964 000 tuhat ha. Raiudes maksimaalselt, saaksime raiuda optimaalsest 8% enam, raiudes ühtlaselt optimaalsest 11% vähem. Mida pikem on vaadeldav periood, seda enam lähenevad maksimaalne ja optimaalne raie ühtlasele kasutusele.

## Mets tulevikus

Mets on pidevas muutuses. Metsa muudavad nii raied kui looduslikud protsessid. Järgnevalt püüame prognoosida, kuidas muutub metsa vanuseline struktuur, tagavara ja juurdekasv lähima 30 aasta jooksul. Kuna mets on väga keeruline süsteem, kus muutujaid palju ja nende seosed mitmekesised, siis on paratamatult sellised prognoosid suure võimaiku veaga. Seega ei ole siin mõtet keskenduda konkreetsetele arvudele vaid eelkõige vaadata trende. Metsa vanuse prognoosimisel lähtuti eeldusest, et metsa pindala ei muutu ja raiesmikud uuenevad seal varem kasvanud puuliigiga. Hoiumetsa puhul eeldati, et see lihtsalt vananeb. Metsa juurdekasvu ja tagavara ennustamiseks leiti SMI andmete alusel vanuseklasside keskmised hektaritagavarad ja juurdekasvud enamuspuliikide ja boniteediklasside lõikes. Konkreetseid juurdekasvud ja tagavarad mingil ajahetkel leiti, korrutades juurdekasvu või tagavara numbri läbi vanuseklassi pindalaga. Eeldati, et mingi puuliigi ja boniteediklassi piires sama vanuseklassi juurdekasv ning tagavara ajas ei muutu. Tabelis 15 on toodud metsa võimalik tagavara ja juurdekasv tulevikus erinevate raieetsenaariumite korral. 13% metsast on range kaitse all ja seal majandustegevust ei toimu. Samas on need osa Eesti metsa tervikust. Tabelis 16 on antud kogu metsa tagavara ja juurdekasv juhul, kui majandatavaid metsi raiutakse arvestuslangi järgi ja hoiumetsad arenevad oma loomulikku rada.

Tabel 15

### Muutused majandatava metsa tagavaras ja juurdekasvus (miljon tm)

Aasta	Raie arvestuslangi järgi		Maksimaalne raie		Ühtlane raie	
	Tagavara	Juurdekasv	Tagavara	Juurdekasv	Tagavara	Juurdekasv
2020	413,0	14,0	413,0	14,0	413,0	14,0
2030	354,0	12,0	289,1	10,4	389,8	12,8
2040	327,8	11,6	287,3	11,0	369,6	12,4
2050	311,4	11,7	290,0	11,8	352,4	12,3

Tabel 16

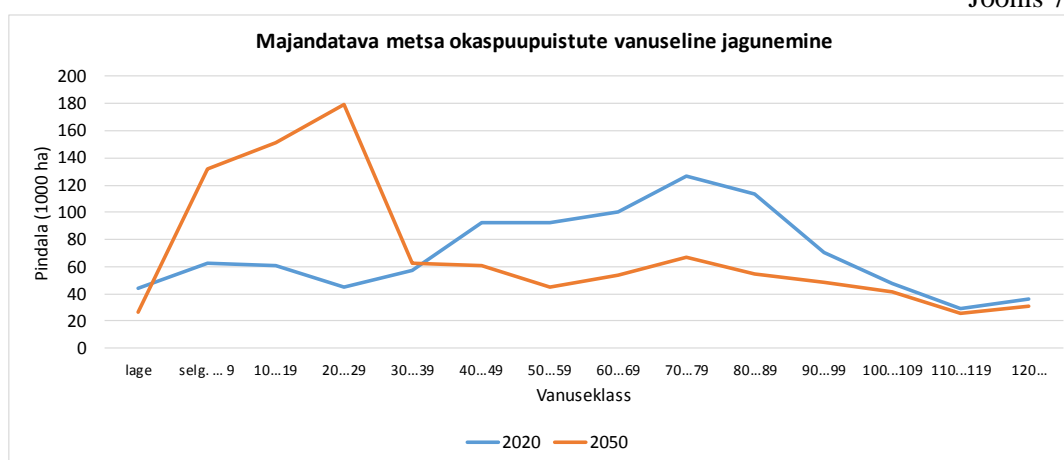
### Muutused metsa tagavaras ja juurdekasvus (miljon tm) (raie arvestuslangi alusel)

Aasta	Majandatav mets		Mets kokku	
	Tagavara	Juurdekasv	Tagavara	Juurdekasv
2020	413,0	14,0	486,0	16,0
2030	354,0	12,0	435,9	14,0
2040	327,8	11,6	415,5	13,6
2050	311,4	11,7	405,5	13,7

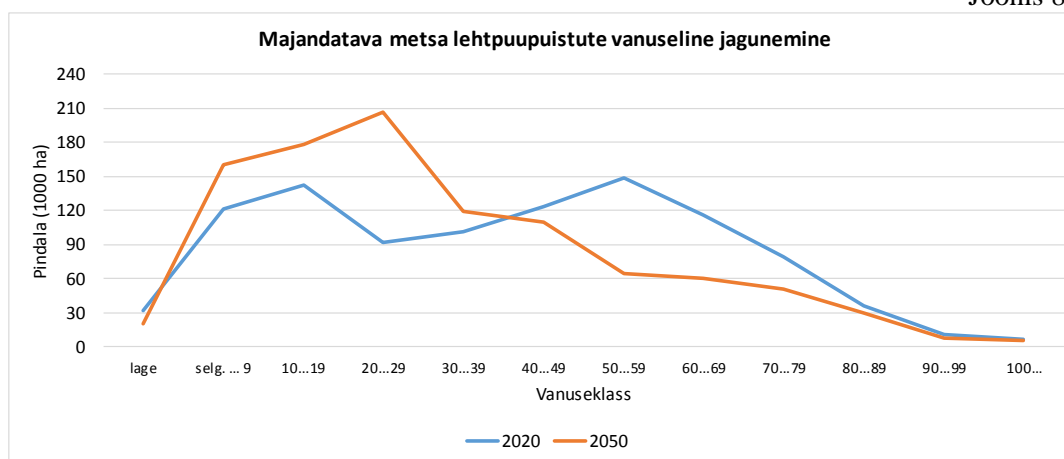
Näeme, et meie poolt kasutatud eeldustel väheneb metsa tagavara ja juurdekasv kõigi kolme raieetsenaariumi korral. Erinevus on ainult selle ulatuses. Samas hoiumetsa tagavara suureneb ja juurdekasv oluliselt ei lange, mis aitab seda protsessi mõningal määral siluda. Oluliselt muutub ka metsade vanuseline jaotus. Järgnevatel joonistel on antud metsade vanuseline jaotus praegu ja aastal 2050 erinevate raieetsenaariumite korral. Eraldi on antud okas- ja lehtpuupuistute vanuseline jagunemine. Joonistel ei kajastu vähemlevinud puuliikide ja Va boniteediklassi puistud. Joonistel 7 ja 8 on

antud majandatavate okas-ja lehtpuumetsade vanuseline jagunemine nüüd ja aastal 2050, kui uuendusraieid tehtaks arvestuslangi alusel.

Joonis 7

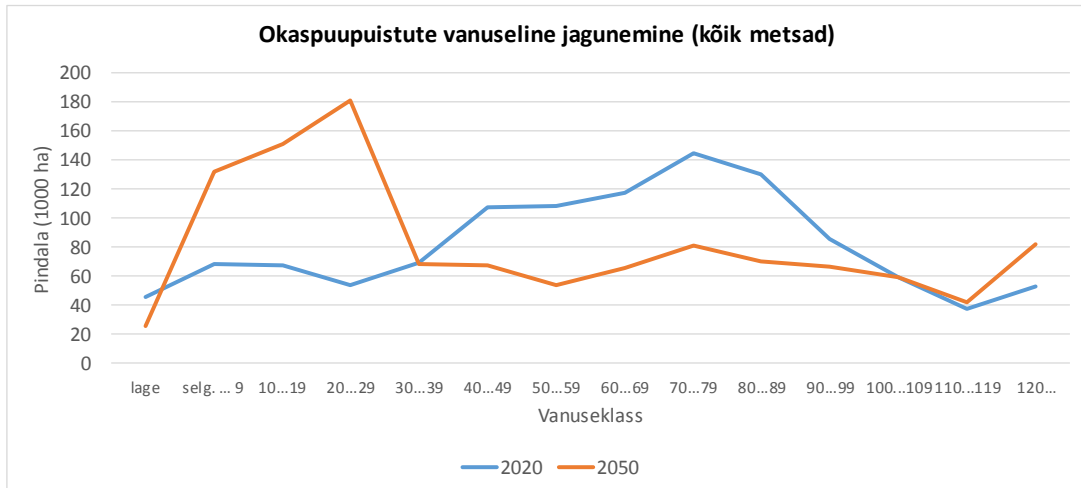


Joonis 8

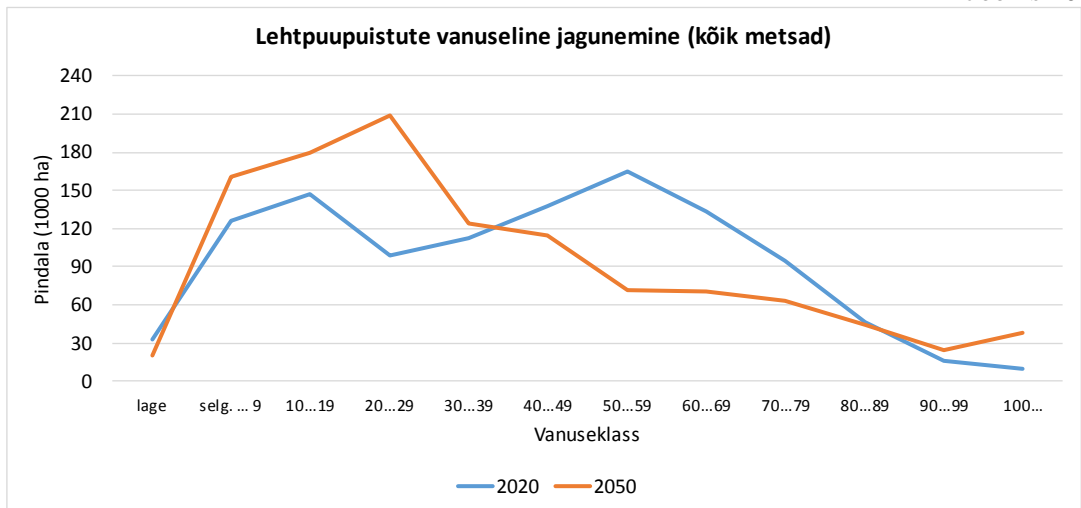


Metsad noorenevad oluliselt, seda nii okas- kui lehtpuupuistute osas. Kui praegu on kõige enam metsi vanusevahemikus 40-80 aastat, siis 30 aasta möödudes domineerivad majandatavates metsades noored, kuni 30 aastased puistud. Samas väga vanade metsade pindala oluliselt ei vähene. Lisaks majandatavatele metsadele on ka hoiumetsad, kus loodus toimetas omasoodu. Joonistel 9 ja 10 antud kõigi metsade vanuseline jagunemine juhul, kui majandatava metsa raie toimuks arvestuslangi alusel. Joonistel 11 ja 12 kujutatakse metsade vanuselist jagunemist siis, kui metsi majandatakse ühtlase kasutuse järgi.

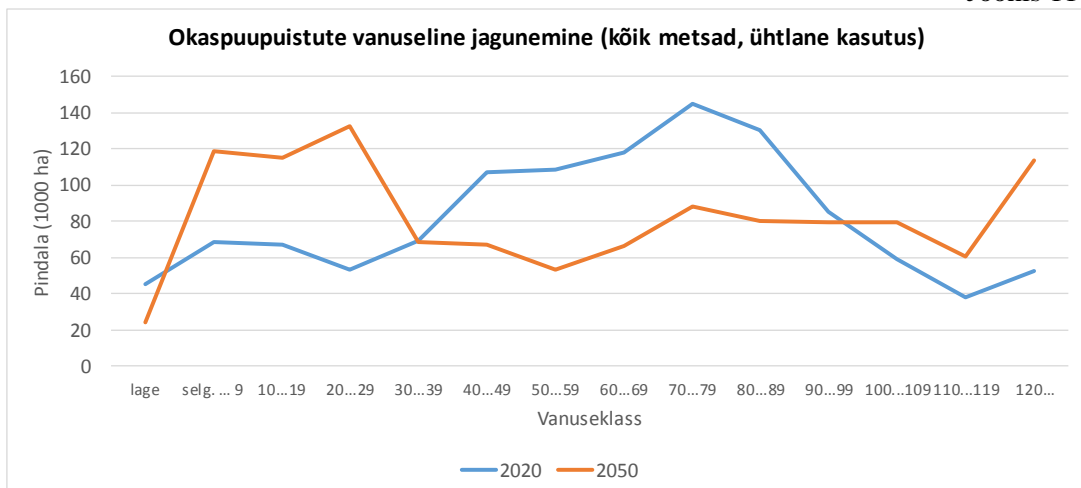
Joonis 9

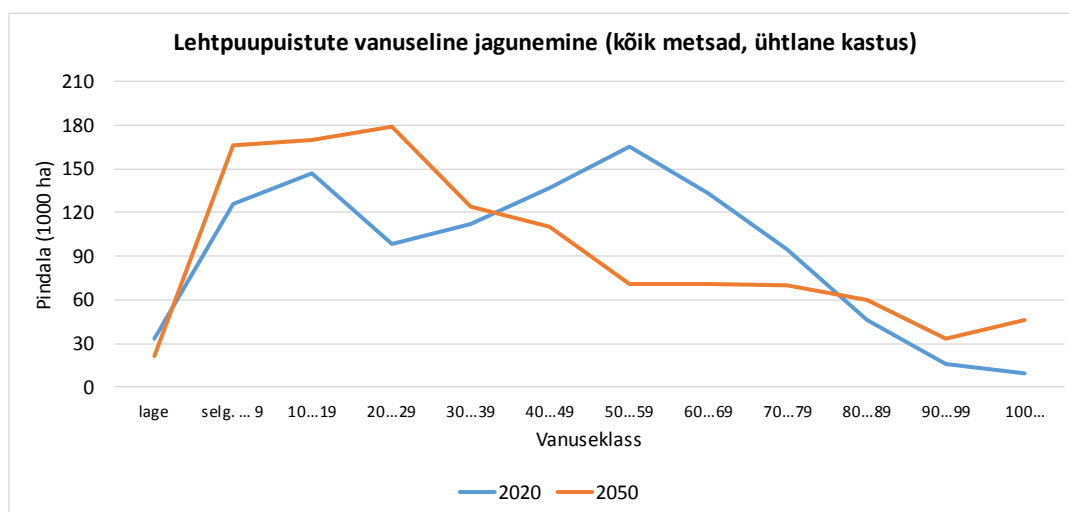


Joonis 10



Joonis 11





Hoiumetsad saavad iga aastaga vanemaks ja seetõttu vanade metsade (okaspuupuistud 120 aastat ja vanemad, lehtpuupuistud 100 aastat ja vanemad) pindala oluliselt suureneb. Eriti suur on vanade metsade pindala kasv juhul, kui majandada metsi ühtlase kasutuse järgi. Lisaks hoiumetsadele saavutab siis kõrge vanuse ka osa tulundusmetsadest.

### Kokkuvõtteks

Meie majandatavad metsad on võrreldes raievanustega keskmisena vanad. Seega on nende noorendamine läbi uuendusraiate mõistlik. Kuidas ja millises tempos see toimub on valikute küsimus. Arvestuslank ehk optimaalne uuendusraie pindala peaks seda eesmärki teenima. Raiudes aastate ja puuliikide lõikes arvestuslanki järgi on välistatud raimahu liiga järsk kõikumine. Siinjuures tuleb rõhutada, et tegemist on teoreetiliste arvutustega, millel täielik praktiline realiseerumine on küsitav. Tegelik metsade majandamine toimub metsaregistris registreeritud inventeerimisandmete alusel, mis on SMI andmetest mõneti erinevad. Lisaks tuleb arvestada, et arvestuslanki järgi majandatakse ainult riigimetsi, mis moodustavad poole kõigist metsadest, kuid majandatavatest metsadest natuke enam kui 40%. Erametsas sõltub raie lisaks küpse metsa olemasolule suuresti ka puiduturust ja omaniku tahtest metsa majandada, mis olenevalt omanikust on väga erinev. Samas puuduvad pea kolmandiku erametsa kohta metsaregistris aktuaalsed inventeerimis andmed mis tähenda, et neid metsi sisuliselt ei majandata.