



EESTI MAAÜLIKOOL

Metsandus- ja maaehitusinstituut

Metsakorralduse osakond

Ainar Pikk

**VANADE LOODUSMETSAD PUISTU KOOSSEISU JA
LAMAPUIDU MAHU HINDAMINE**

**STAND DENSITY AND DEADWOOD ASSESSMENT OF
WESTERN TAIGA FORESTS**

Bakalaureusetöö loodusvarade kasutamise ja kaitse erialal

Juhendaja: Teele Paluots, *MSc*

Tartu 2016

Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Mina, _____,
(*autori nimi*)

sünniaeg _____,

1. annan Eesti Maailikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud lõputöö

(*lõputöö pealkiri*)

mille juhendaja(d) on _____,
(*juhendaja(te) nimi*)

- 1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,
- 1.2. digiarhiiviDSpace lisamiseks ja
- 1.3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;
3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor _____
(*allkiri*)

Tartu, _____
(*kuupäev*)

Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.

(*juhendaja nimi ja allkiri*) (*kuupäev*)

Eesti Maaülikool Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Bakalaureusetöö lühikokkuvõte	
Autor: Ainar Pikk		Õppekava: Loodusvarade kasutamine ja kaitse	
Pealkiri: Vanade loodusmetsade puistu koosseisu ja lamapuidu mahu hindamine			
Lehekülgi: 40	Jooniseid: 10	Tabeleid: 4	Lisaid: 2
Osakond:	Metsakorraldus		
Uurimisvaldkond:	Looduskaitse		
Juhendaja(d):	Teele Paluots		
Kaitsmiskoht ja aasta:	Tartu, 2016		
<p>Antud bakalaureusetöö eesmärgiks on hinnata puistu koosseisu ning lamapuidu mahtu neljakümne kaheksal proovitükil, mis on EELIS-e (Eesti Looduse Infosüsteem) andmetel hinnatud Natura 2000 „Vana loodusmetsa“ elupaigatüübiks.</p> <p>Töös hinnatavad proovitükid asusid Valga, Tartu, Põlva ja Ida-Viru maakondades ning nende mõõtmise toimus 2015 aasta juunist kuni augustini. Hinnatakse puistu koosseisu, surnud puude, tüügaste ja kändude ning lamapuidu mahtu ning andmeid on analüüsitud MS Exceli keskkonnas.</p> <p>Tulemustest selgus, et enim lamapuitu, surnud puid, tüükaid ning inim- ja loodustekkelisi kände esineb jänesekapsa-mustika kasvukohatüübis ning sihtkaitsevööndis.</p> <p>Proovitükkidel esines elusate ja surnud puude osakaalus enim määndi. Ohtralt olid esindatud ka kuusk, kask ning haab. Kasvukohatüübiti esines ka teisi puuliike, kuid nende mahud polnud võrreldes eespool mainitud liikidega märkimisväärsed.</p> <p>Surnud puud, tüükad, lamapuit ja kändud on elupaigaks paljudele liikidele, mistõttu on nad tähtis metsaökosüsteemi osa.</p>			
Märksõnad: surnud puud, NATURA 2000, lamapuit, metsade looduslikkus			

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Abstract of Bachelor's Thesis	
Author: Ainar Pikk		Specialty: Natural Resources Management	
Title: Stand density and deadwood assessment of Western taiga forests			
Pages: 40	Figures: 10	Tables: 4	Appendixes: 2
Department:		Forest management	
Field of research:		Nature conservation	
Supervisors:		Teele Paluots	
Place and date:		Tartu, 2016	
<p>This Bachelor's thesis aim is to evaluate the mixture of tree species and deadwood on forty eight sample plots that are presented as Natura 2000 habitat type "Western taiga" in EELIS (Estonian Nature Information System) database.</p> <p>The sample plots were located in Eastern part of Estonia (Valga, Tartu, Põlva and Ida-Viru county). The sample plots were measured in 2015. The stand density and deadwood assessment was made and data analysed by using MS Excel.</p> <p>Results showed that the highest amount of dead wood, snags, dead trees and stumps occurred in <i>Oxalis-Vaccinium myrtillus</i> site type and in managed zones.</p> <p>In living and dead trees volume the dominant species was Scots pine <i>Pinus sylvestris</i>. Norway spruce <i>Picea abies</i>, birch <i>Betula sp.</i> and aspen <i>Populus tremula</i> also had a high proportion in the sample plots volume. Other tree species varied also on sample plots, but their volume wasn't as remarkable as the mentioned species.</p> <p>Dead wood, like snags, stumps and logs are important habitat for many species. Therefore these elements are important components of forest ecosystem.</p>			
Keywords: snags, NATURA 2000, deadwood, forest naturalness			

Sisukord

Sissejuhatus	6
1. Kirjanduse ülevaade	8
1.1 Natura 2000 võrgustik	8
1.2 Vanad loodusmetsad (9010*)	10
1.3 Surnud puud metsaökosüsteemis	13
2. Materjal ja meetodika	17
2.1 Alade valik	17
2.2 Proovitükkide mõõtmine	19
2.3 Andmete analüüs	20
3. Tulemused	23
3.1 Puistu koosseis	23
3.2 Seisvad surnud puud ja lamapuit	25
3.3 Seosed surnud puude ning puistu koosseisu vahel	26
3.4 Puistu ja surnud puude mahu võrdlus erinevates kaitsevööndites	28
4. Arutelu	30
Kokkuvõte	31
Tänuavaldus	33
Viidatud allikad	34
Lisad	37
Lisa 1. Proovitükkide tabel	37
Lisa 2. Puistu elementide mahu arvutamiseks kasutatud valemid argumentide ja konstantidega	39

Sissejuhatus

Üle poole Eesti maismaast on kaetud metsaga, mis teeb Eestist ühe metsasema riigi kogu Euroopas. Metsas elavad ka pooled meie endeemsetest liikidest. Metsas toimuvate looduslike protsesside ja Eestile omaste looduslike metsaliikide, eriti ohustatud liikide elujõuliste populatsioonide püsimiseks on 8,7% metsamaast võetud range kaitse alla, ohustatud metsaelupaikades on inimõju minimeeritud ja kehtestatud majandamise piirangud. Eesti looduskaitse ajalugu on rohkem kui 100 aastat vana, selle alguseks loetakse 1910. aastal lindude kaitseks moodustatud Vaika saarte kaitseala moodustamist (Looduskaitse arengukava 2012).

Kuna looduslikud häiringud on metsadega kooskäivad protsessid, siis toimub metsa uuenemine ning taastumine nende tagajärjel iseeneslikult. Metsade hävimise ning elupaikade fragmenteerumise peamisteks põhjusteks on inimõju. Inimõju väljendub pidevas linnastumisprotsessi laienemises ning uute infrastruktuuride loomises, kuid suuresti ka ühekülgse metsa majandamises, kus majanduslik eesmärk on tihti olulisem kui ökoloogiline. Näiteks mõjutab lageraie raiutud ala keskkonda, muutes selle mikrokliimat, tuues kaasa muutused nii liigilises koosseisus, elupaikade olemasolus kui ka nende struktuuris (Keenan ja Kimmins 1993).

Vanad loodusmetsad on koduks paljudele liikidele, kes endale sobivat elupaika mujal ei leia nagu öösorr (*Caprimulgus europaeus*), lendorav (*Pteromys volans*), käpalised (*Orchidaceae*), karukell (*Pulsatilla sp.*) või väike-punalamesklane (*Cucujus cinnaberinus*). Vanade loodusmetsade elupaigatüüp on Eestis säilinud hajusalt metsamassiividena. (Palo 2010).

Euroopa Liidu liikmesriigina peab Eesti korraldama Natura 2000 aladel loodusväärtuste säilimise (Loodusdirektiiv 1992) alusel. Natura 2000 on üle-euroopaline kaitstavate alade võrgustik, mille eesmärk on tagada haruldaste või ohustatud lindude, loomade ja taimede ning nende elupaikade ja kasvukohtade kaitse.

Antud töö eesmärgiks on hinnata puistu koosseisu neljakümne kaheksal proovitükil, mis on Eesti eluslooduse infosüsteemi (EELIS) andmetel hinnatud Natura 2000 elupaigatüübiks vanad loodumetsad 9010* ning analüüsida nendes proovitükkides surnud puude, tüügaste ning lamapuidu mahtu. Metsakasvukohatüüpide (Lõhmus 1984) alusel jagunevad proovitükkidest 17 jänesekapsa, 23 jänesekapsa-mustika ning 8 jänesekapsa-pohla kasvukohatüüpi.

Töös esitatud proovitükkide kaardid on loodud Mapinfo Professional 12.0 programmiga ning andmete analüüs teostatud MS Excel 2010 programmiga.

1. Kirjanduse ülevaade

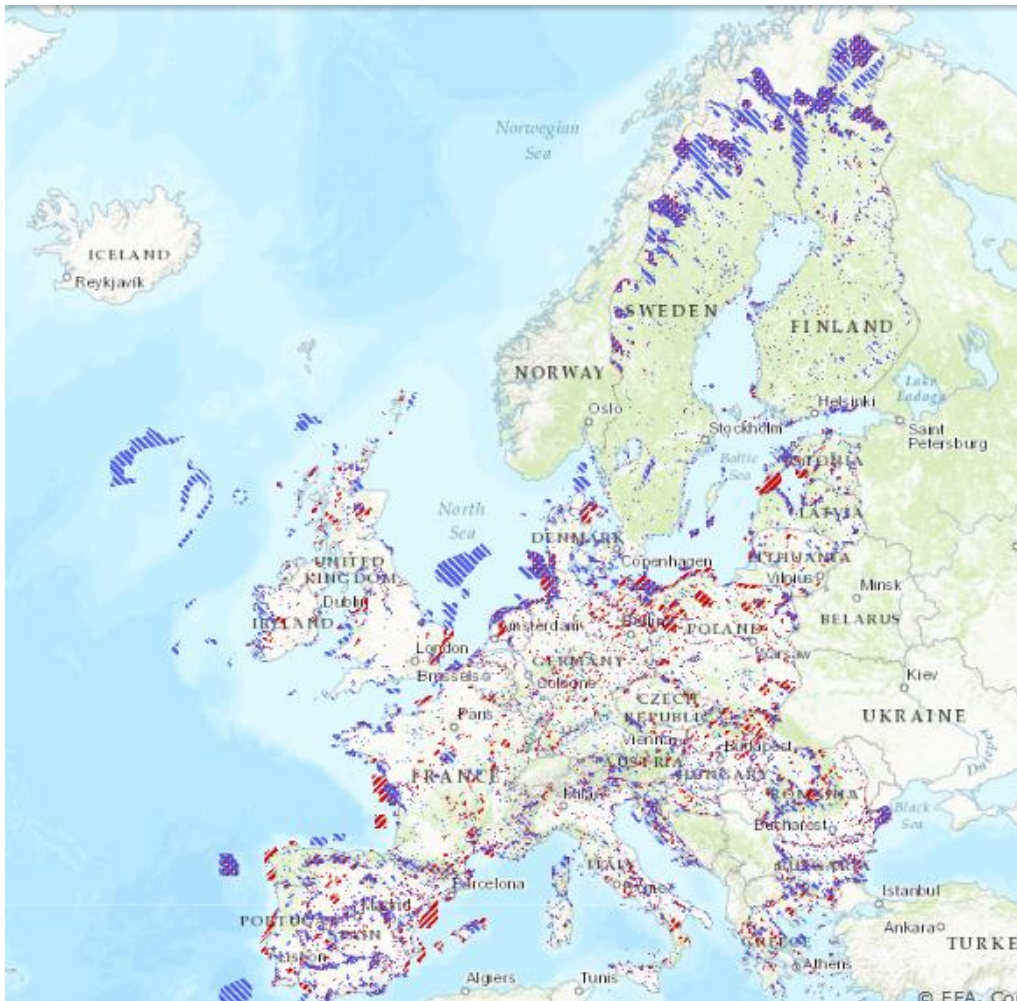
1.1 Natura 2000 võrgustik

Natura 2000 on Euroopa Liidu loodusalade võrgustik (Joonis 1), mille eesmärgiks on tagada Euroopa väärtuslike ja ohustatud liikide ning elupaikade pikaajaline püsijäämine. Metsade kaitsel mängib olulist rolli 1992. aastal loodud „Euroopa Nõukogu Direktiiv 92/43/EMÜ looduslike elupaikade ning loodusliku taimestiku ja loomastiku kaitseks“ (edaspidi Loodusdirektiiv). Selle direktiivi kolm peamist eesmärki on: 1) kaitsta alasid, mis on oma loodusliku levila piires kadumisohus; 2) kaitsta alasid, mille leviala on piiratud; 3) kaitsta alasid mis esindavad elupaiga tüüpilisi omadusi vähemalt ühes biogeograafilises piirkonnas.

Loodusdirektiivi (1992) I lisasse kuulub 9 elupaigatüüpide rühma:

- 1) Rannikud ja soolakud
- 2) Ranniku- ja sisemaalused
- 3) Mageveekogud
- 4) Parasvöötme nõmmed ja võserikud
- 5) Jäiklehised võserikud
- 6) Looduslikud ja poollooduslikud rohumaad
- 7) Sood
- 8) Paljandid ja koopad
- 9) Metsad

Eestis tehti algust Natura elupaikade kaardistamisega 1999. aastal, kui uute ja vanade allikate informatsiooni põhjal loodi Natura alad (kaitse- ja hoiualad). 2004. aastal esitas Eesti nimekirja Natura aladega Euroopa Liiduga ühinemisel (Loodusdirektiiv 1992).



Joonis 1. Natura 2000 võrgustik. Punasega viirutatud alad kuuluvad Linnudirektiivi (1979) ja sinisega viirutatud alad Loodusdirektiivi (1992) kaitsealade alla Euroopas (Natura 2000 Network...2016).

Loodusdirektiivis on põhitekstile lisaks kuus lisa. Esimeses lisan on esitatud Euroopa Liidu poolt oluliseks peetud elupaigatüüpide loend, millede säilitamiseks tuleks rajada spetsiaalsed loodusalad ehk Natura 2000 alad (Paal 2007). 2014. aasta seisuga kuulub

Eestis Natura 2000 võrgustikku 66 linnuala ning 542 loodusala, mis suures osas omavahel kattuvad. Eesti maismaapindalast on Natura 2000 aladega kaetud 16,5% (Natura 2000 Barometer 2016).

Natura 2000 elupaiku on Eestis kokku 693 356 ha ning metsaelupaiku 208 165 ha, mis moodustavad 30% Natura aladest. Kokku on Eesti Natura aladel metsi 208 165 ha ning vanad looduspõhised metsad (9010*) moodustavad sellest 72 171 ha ehk 34,7% (EELIS 2016).

1.2 Vanad looduspõhised metsad (9010*)

Vanad looduspõhised metsad (9010*) on vanad looduslikud metsad, kus on vähene või puudub täielik inimõju ning kus esineb suksessioonirea hilisemaid kooslusi ehk kliimakskooslusi. Lehtpuude põhipuuliikidel võib vanus erineda 20 kuni 40 aastat. Esimese rinde okaspuude vanus ületab 100 aastat ning kõvalehtpuudel 80 aastat. Erivanuseliste puud võivad moodustada gruppe ning esineb häile. Lamapuidu ning surnult seisva puude hulk on üle 5% kasvavate puude hulgast. Metsas leiduv lamapuit on kaetud sambla või muu alustaimestikuga. Metsa veerežiim on kuivenduskraavide puudumise või tööst lakkamise tõttu rikkumata ning seente, samblike, soontaimede ning ka sammalde hulgas leidub inimõju kartvaid liike. Need metsad on Eestis säilinud tihtilugu üksnes fragmentidena. Looduspõhise iseloomulike tunnustega metsad on kadumas järjest intensiivistuva metsamajanduse tõttu. Erinevate raiete tõttu pole neis metsades enam piisavalt surnud ja kõdunevat puitu, looduslikku varieeruvust ning eelmisest metsapõlvest pärinevaid puid (Palo 2010).

Vanade looduspõhiste metsade tunnuselementideks on puistu rindelise struktuur ning erivanuselisus, erinevate looduslike häiringute esinemine, surevad ja surnud puud ning tüükad, erinevates laguastmetes lamapuit ning reljeefi looduslik heterogeensus (Soostuvad

laigud, ajutised ojad, väikesed järsakud) (Palo 2010). Loodusdirektiivi metsaelupaikade inventeerimise juhendi (Palo 2010) järgi jaotatakse vanad loodusmetsad kolme esindusklassi:

A - Põlismets või väga heas seisundis küps/erivanuseline loodusmets, kus esineb arvukalt metsakasvukohatüübile vastavaid loodusmetsa elemente. Inimmõju märgid on juhuslikku laadi. Siin klassis võib olla looduslikult taastuv looduslike häiringute ala – koristamata põlengualavõi tormimurd, olenemata I rinde vanusest ja olemasolust.

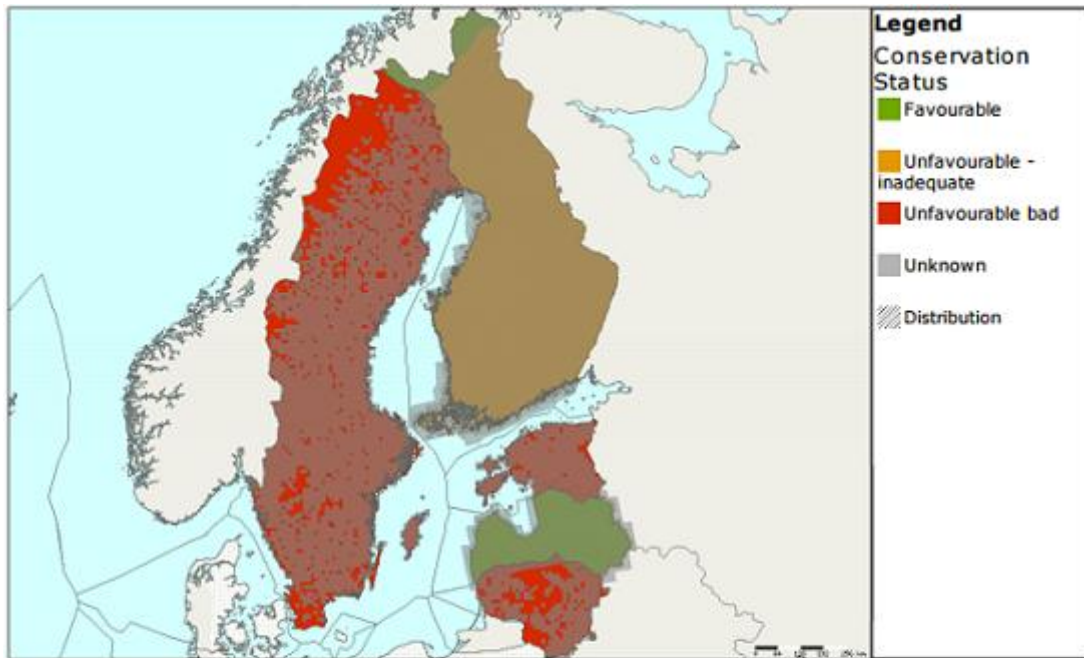
B – Küps või erivanuseline loodusmets, kus esinevad metsakasvukohatüübile omased loodusmetsa elemendid, kuid mõni neist võib olla oodatavast vähearvukam. Otsese inimõju märgid on juhuslikku laadi, vähesed või väga vanad. Esineda võib inimtegevus – osaliselt koristatud tormimurd või põleng, kuid enamus puitu on jäetud metsa.

C – Siia klassi kuulub keskealine, erivanuseline või valmiv mets, kus enamus olulistest loodusmetsa elementidest on puistus säilinud ning mis on raietest vähe mõjutatud. Ala võib olla looduslikult taastuv varasematest looduslikest häiringutest, mida pole aastakümneid hooldatud ning kus vaatamata inimtegevusele on säilinud olulised metsaelemendid nagu vanad elus puud, jämedad seisvad surnud puud ning jämedad kõdunevad lamapuud.

Loodusdirektiivi elupaigatüüpide käsiraamatu (Paal 2007) klassifikatsiooni järgi võivad vanad loodusmetsad Eestis esineda viies tüübirühmas:

- 1) Loometsade ja -kadastike tüübirühm
- 2) Nõmmemetsade tüübirühm
- 3) Palumetsade tüübirühm
- 4) Laanemetsade tüübirühm
- 5) Rabastunud metsade tüübirühm

Euroopa Keskkonnaagentuuri (2009) andmetel on Eesti vanade loodumetsade kaitsestaatus Euroopa tasandil halb. Antud elupaigatüübi pindala on terves Euroopas vähenemas ning sellele tüübile omased struktuurielemendid on negatiivselt mõjutatud metsamajanduslike võtete ning osades riikides teede infrastruktuuri tõttu.



MS	Biogeographic Region	Conservation status assessment					Km ²	Trend in area	Data quality
		Range	Area	Structure & function	Future prospects	Overall			
FI	ALP	Green	Green	Green	Green	Green	750	=	1
SE	ALP	Green	Red	Yellow	Yellow	Red	4970	-	1
EE	BOR	Green	Yellow	Red	Red	Red	1004	=	2
FI	BOR	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	14000	-	1
LT	BOR	Green	Red	Red	Red	Red	600	-	3
LV	BOR	Green	Green	Green	Green	Green	225	=	2
SE	BOR	Green	Red	Red	Red	Red	13920	-	1
SE	CON	Green	Yellow	Red	Red	Red	85	-	1

Joonis 2. Põhja- ja Baltimaade hinnang vanade loodumetsade (9010*) elupaigatüübi kaitsestaatusle oma riikides (Euroopa Keskkonnaagentuur 2009).

Jooniselt 2 on näha, et Soome ja Läti hindavad oma vanade loodumetsade staatust väga heaks ning neil aladel on vanade loodumetsade trend püsiv. Rootsi, Eesti ja Leedu hindavad vanade loodumetsade seisundit üleüldiselt halvaks ning neil aladel on metsade trend vähenev. Eesti hindab oma vanade loodumetsade ulatust heaks, kuid pindala,

struktuuri, tulevikuperspektiivi ning üldist staatust ebasoodsaks või puudulikuks. Elupaigatuubi pindala trend on püsiv ning andmete kvaliteet hinnatakse keskmiseks.

1.3 Surnud puud metsaökosüsteemis

Püstised ja lamanduvad surnud puud on metsa loomulik osa, mis suuresti mõjutavad metsa liigirikkust. Lisaks sellele, et surnud puu pole elavast puust üksnes liigirikkam, asustavad paljud liigid just neid: puitu lagundavad seemned, lagupuidu pinnal elavad samblikud ja samblad, puidu sisemuses putukad ning teised selgrootud (Etverk *et al.* 2000). Lagunev puit on lühiajalise perspektiivi mõistes kadu, kuid pikemas perspektiivis orgaanilise aine ning toitainete allikaks ja elupaigaks mitmetele erinevatele organismidele (Siitonen 2001). Surnud puidu liigiline koosseis sõltub puidu diameetrist ja laguastmest (Tabel 1).

Tabel 1. Puidu laguastmed (Mäkinen *et al.* 2006 alusel)

I	Kõva. Puit on kõva, värske või peaaegu värske lamapuu, koor on terve. Nuga tungib puitu mõne millimeetri
II	Pisut pehkinud. Puit on suhteliselt kõva, koor on hakanud lagunema. Nuga tungib puitu mitu sentimeetrit
III	Poolpehkinud. Puit laguneb löögi tulemusel. Tavaliselt koor puudub või on lagunenu. Nuga tungib puitu kergesti mitu sentimeetrit
IV	Pehkinud. Puit on põhilises osas lagunenu, tükid kergesti eemaldatavad. Epifüüdid katavad välispinda. Nuga tungib puitu kergesti kogu pikkuses

V	Puit on lagunenu. Tekstuur on pulbrine ja mullataoline. Nuga tungib puitu väga kergesti kogu pikkuses
---	-------------------------------------------------------------------------------------------------------

Kolmandal kuni neljandal laguastmel (Joonis 3) leidub enim looduskaitse all ja punases nimestikus olevaid liike, kuid spetsiifilisi seene- ja samblaliike on täheldatud just hilisemas laguastmes oleval puidul (Jonsson *et al.* 2005). Mitmed surnud puudega seonduvad liigid ei pruugi puul otseselt elada, vaid sõltuda teistest liikidest, kes tarbivad surnud puitu. Puit lagundatakse putukate ja bakterite poolt. Putukate poolt fragmenteeritud puit annab võimaluse puitu lagundavatel taimedel ning selgrootutel sel kasvada ning areneda. Seeneeoseid transpordivad puudesse omakorda putukad ning nende vastsed (Maser ja Trappe, 1984).

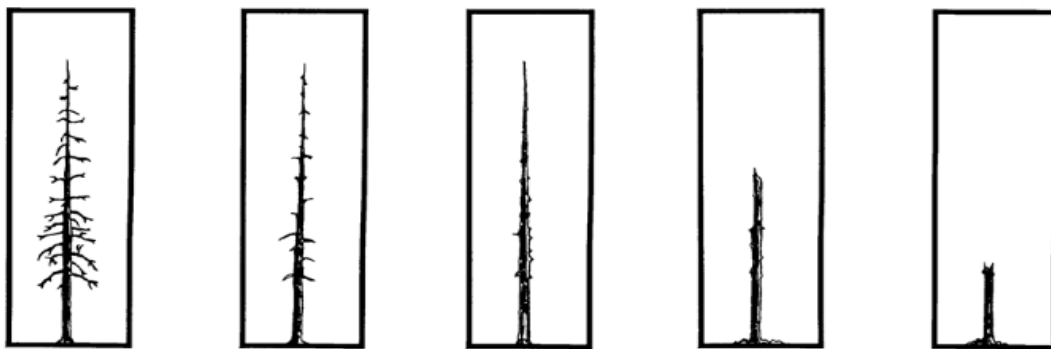


Joonis 3. Lamapuidu lagunemistasmed (Thomas 1979)

Puised taimed ei juurdu I astmesse kuuluval lagupuidul. Teise astmesse kuuluval lagupuidul võib olla taimi, mis suudavad juured läbi puu koore kasvatada, kuna koor on reeglina puu kõige kiiremini lagunev osa. Kui puit jõuab III laguastmesse, on taimed suutnud oma juured läbi maltspuidu kasvatada. Neljanda laguastme puhul on taimede juured suutnud tungida maltspuidust lülipuitu. Viienda laguastme puhul on taimede juured suutnud kogu puu läbistada ning nende tõttu püsib lagunenu puit veel koos. (Maser ja Trappe, 1984)

Surnud puidu tekkimine (Joonis 4) on seotud puude suremusega, mida looduslikes metsades tekitavad tulekahjud, suured ulukid, tuul, lumi, põud, taimede omavaheline konkurents, putukad ja erinevad patogeenid (Kuuluvainen 1994). Puude suremisel on suureks teguriks ka puistu vanus ja tihedus ning olulised suremuse tegurid sõltuvad metsatüübist, mistõttu on liikidel, kes sõltuvad surnud puidust vaja jälgida üsnagi ettearvamatu elukeskkonna kättesaadavust. Surnud puu koloniseerimine on ühine tulemus edukast levimisest ja asustamisest. (Jonsson *et. al* 2005).

Raiesmikul või põlendikul kasvama hakanud tihe puistu hõreneb valguse ja ruumi nõudluse tõttu. Tihedalt lähestikku kasvavatest noortest puudest nõrgemad jäävad teistele alla ning hukuvad. Sel moel tekib noorde metsa palju lamanduvaid tüvesid ning tüükaid, kuid need on lühikesed ning peened. Suuremaid jämedaid tüvesid jõuab noorde metsa ainult eelmisest metsapõlvkonnast põlengu-, tormi- või raiejääkidena, kuid nende tekkimine nõuab aega. Lisaks takistatakse harvendus- ning sanitaarraietega lamapuidu teket (Etverk *et al.* 2000).



Joonis 4. Seisva surnud puu lagustadiumid (Thomas 1979)

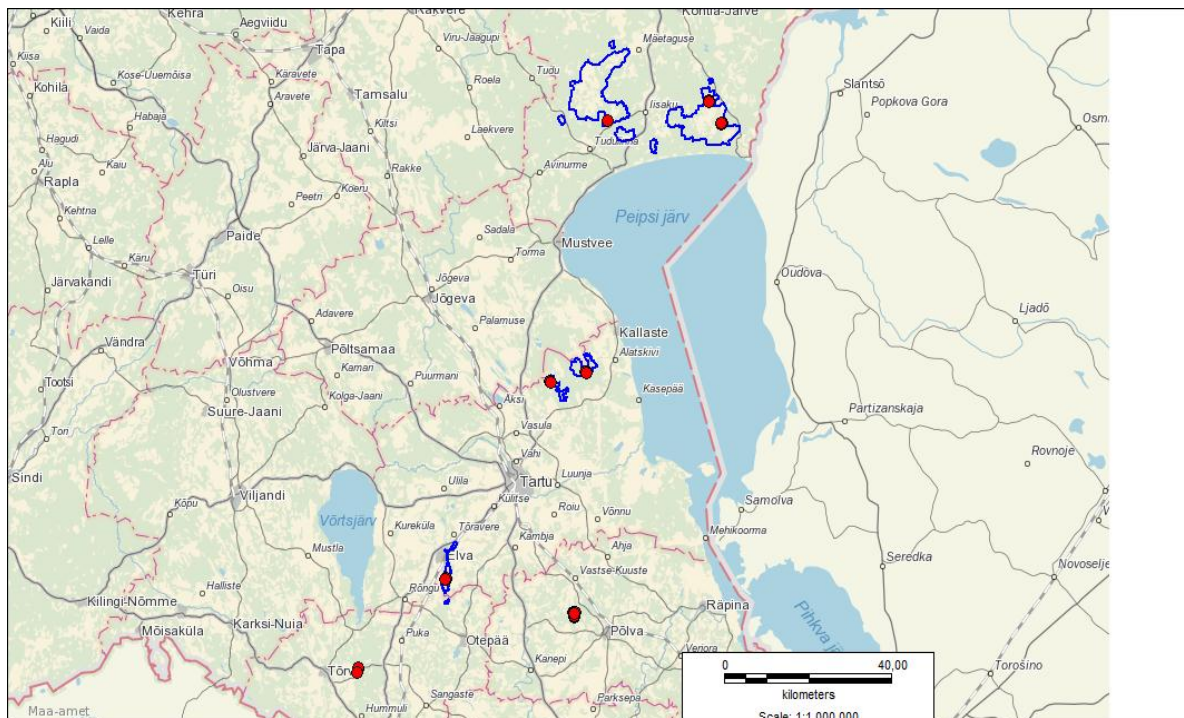
Bioloogid ja entomoloogid peavad surnud puidu kogust 15-20 m³/ha minimaalselt vajalikuks, et säilitada entomoloogilist tasakaalu kiskjate ja parasiitide vahel (Târziu 2003). Metsal on suurem ökoloogiline tasakaal, kui surnud puidu kogus metsas on suurem 20

m³/ha ning plahvatuslik kahjurite populatsiooni kasv pole nii tõenäoline. Erandiks on surnud puiduga männi- ja kuusemetsad, mis võivad olla tundlikumad teatud liiki putukate rüüstele (perekoonnad *Bostrychidae* ja *Scolytidae*). Ohutegur on palju väiksem, kui surnud puud on metsas juba lamandunud (Tomescu *et. al* 2011).

2. Materjal ja meetodika

2.1 Alade valik

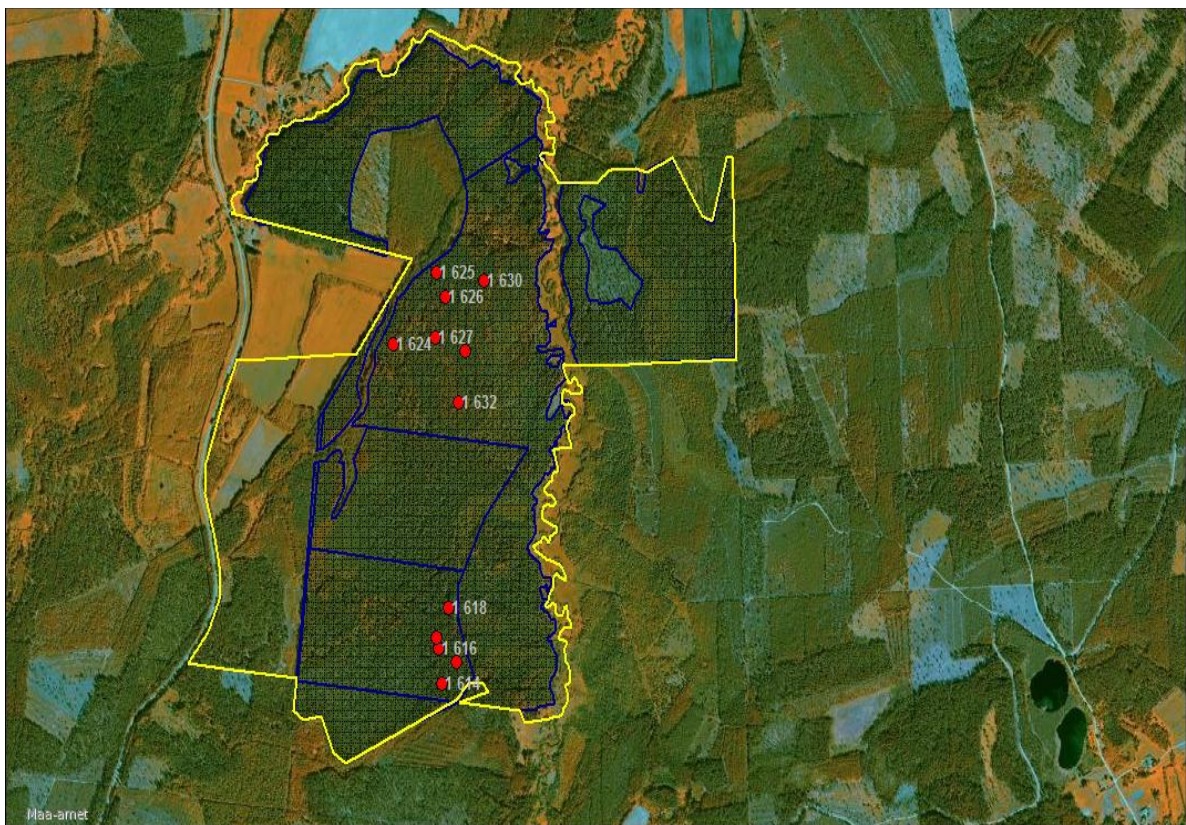
Töös kasutatavad 48 proovitükki (Joonis 5; Lisa 1) rajati Keskkonnainvesteeringute keskuse poolt rahastatud projekti „Eesti metsakaitsealade võrgustiku analüüs ja seire korraldamine vanade loodusmetsade (9010*) elupaigatüübis metsade seisundi ja dünaamika jälgimiseks“ raames 2015 aastal.



Joonis 5. Proovitükkide (punased) paiknemine looduskaitse aladel (piiritletud sinisega). (EELIS 2016, Maa-ameti põhikaart 2016)

Proovitükid asuvad jänsekapsa (*Oxalis*), jänsekapsa-mustika (*Oxalis-Vaccinium myrtillus*) ning jänsekapsa-pohla, (*Oxalis-Vaccinium vitis-idaea*) kasvukohatüübi (Lõhmus 1984) metsades.

Rajatud proovitükid asuvad 9010* Natura vanade loodusemetsade elupaigatüübis Ihamaru (Joonis 6), Soontaga, Elva-Vitipalu, Välgil, Padakõrvel, Alutagusel ja Muraka kaitsealadel Põlva, Ida-Viru, Tartu ja Valga maakondades. Proovitükid on paigutatud sarnase kasvukohatüübiga eraldistele (Lisa 1, Joonis 6).



Joonis 6. Kollasega on piiritletud Ihamaru looduskaitseala, sinisega vanad loodusemetsad ning punasega on tähistatud mõõdetud proovitükid. (EELIS 2016, Maa-ameti ortofoto 2016)

2.2 Proovitükkide mõõtmine

Kõik 15-20 m raadiusega ringikujulised proovitükid rajati KKPRT meetodika alusel (Metsakorralduse osakond 2008). Iga puule mõõdeti ringi tsentrist puu asimuut $0,5^\circ$ täpsusega ning puu kaugus 0,1 cm astmega eelnevalt kalibreeritud *Vertexiga*, asetades transponder puule 1,3 m kõrgusele. Kluppimist alustati liikumisega päripäeva. Mõõdeti kõik puud, mille tüve diameeter oli üle 4 cm, määrati puu liik ning hinnati puu rinnet vastavalt: 1, 2, alusmets (A), järelkasv (J), surnud puu (S), tüügas (T), (L) looduslik või (K) inimtekkeline/raiutud känd. Diameeter mõõdeti „kluppija“ poolt puul kahest suunast 0,1 cm astmega 1,3 m kõrguselt esmalt proovitüki tsentri suunas ning seejärel sellega risti. Juhul, kui puu diameeter ületas 50 cm, kasutati puu mõõtmiseks spetsiaalset gradueeritud mõõtelinti. Üle 1,3 kõrguste jalal seisvate surnud puude ning tüügaste puhul mõõdeti lisaks kõrgus. Mitmeharuliste puude puhul mõõdeti harud eraldi puudena, kui tüvede hargnemine oli madalamal kui 1,3 m. Juhul kui puul oli mõõtmiskohal vigastus, mõõdeti diameeter vigastusest ülevalt- või altpoolt ning tehti vastav märged „kirjutaja“ poolt andmelehele. (Kiviste ja Hordo 2002)

Puuliigid märgiti järgnevate lühenditega: MA – mänd, KU – kuusk, TO – teised okaspuud, TA – tamm, SA – saar, VA – vaher, JA – jalakas, KS – aru- ja sookask, HB – haab, LM – sanglepp, LV – hall lepp, PN – pärn, , RE – remmelgas, TL – teised lehtpuud. Põõsaliigid märgiti: SP – sarapuu, TP – teised põõsaliigid (Metsa korraldamise juhend 2009).

Loodud proovitükid on lisaks ka osa Eesti Maatükikooli metsa kasvukäigu püsiproovitükkide võrgustikust, mis on uute (2015a. rajatud) proovitükkidena lisatud Eesti Maaülikooli kasvukäigu püsiproovitükkide andmebaasi. Metsakorralduse osakonnas tehti algust metsa kasvukäigu püsiproovitükkide võrgustiku rajamisega aastal 1995. Püsiproovitükke mõõdetakse viieaastaste vahemikega, igal aastal kokku 100-150 püsiproovitükki, mis paiknevad süstemaatiliselt üle kogu Eesti. 2014 a. Seisuga on võrgustikus 729 püsiproovitükki, millest 30 proovitükki on mõõdetud üks kord, 32

proovitükki kolmkümmend kaks korda, 300 proovitükki kolm korda, 362 proovitükki neli korda ja 5 proovitükki viis korda. Mõõdetud puid on kokku 376252. (Kiviste *et. al.* 2015)

Puude klappimise käigus määrati iga terve 5. puu (järjekorranumbri viimase numbriga 5 või 0) mudelpuuks. Lisaks kaugusele, diameetritele ning asimuudile mõõdeti igal mudelpuul selle kõrgus, võra alguse ning okaspuu puhul kuiva oksaraja alguse (vähemalt 2 cm jämedused ja 10 cm pikkused oksatüükad). Tüükaks loeti seisev puu, mille kõrgus on suurem kui 1,3 m. Tüüka ja surnud puu puhul mõõdeti diameetrid, asimuut, kaugus ja kõrgus. Igal proovitükil oleval kannul mõõdeti kaks diameetrit üksteisega risti, määrati asimuut, mõõdeti kõrgus ning vajadusel diameetri mõõtmise kõrgus. Kõigi maas lamavate puude puhul, mille diameeter oli üle 10 cm, mõõdeti tüve mõlema otsa asimuut, kaugus tsentrist ja läbimõõt. Mõõdeti kõik maas lamavad puud, mis jäid (osaliselt) proovitüki raadiusesse. Puu laguaste määrati noaga 1,3 m kauguselt juurekaelast. Puu laguastmed on täpsemalt kirjeldatud peatükis 1.3 Surnud puud metsaökosüsteemis (Tabel 1). Üle 4 cm diameetriga sarapuul mõõdeti kaks diameetrit, asimuut ja kaugus ning määrati alusmetsa rindesse. Alla 4 cm esinevad sarapuupõdsastel mõõdeti põõsa laius, kaugus ja kõrgus ning määrati põõsarindesse. Kõik töö käigus mõõdetud struktuurielemendid määrati võimalusel puuliigini, välja arvatud kask (*Betula*) ja paju (*Salix*), mida käsitleti perekonna tasandil.

2.3 Andmete analüüs

Andmete analüüsi esimeseks sammuks oli mõõdetud proovitükkide andmete sisestamine kasvukäigu püsiproovitükkide andmebaasi. Andmete analüüsiks ning tulemuste esitamiseks kasutati programmi MS Excel 2010. Puude mahtu hinnatakse antud töös sarnaselt Metsaseadusele (2006) tihumeetrit hektari kohta (tm/ha).

Puistu elementide mahtude arvutamiseks kasutati silindri valemit ning Metsanduslike mudelite infosüsteemi valemit ID nr. 2 ehk tüvemoodustaja valemit (FORMIS 2016a). Funktsiooniga jagati mõõdetud puu kõrgus tuhandeks osaks ning igale osale arvutati maht. Mahu arvutamisel arvestati lisaks kõrgusele puu rinnet ning kõigile puudele, millel kõrgus puudus arvutati nn. mudelkõrgus.

Silindri valem:

$$V = \pi * r^2 * h$$

Kus V - silindri ruumala(m³)

r - silindri raadius (m)

h - silindri kõrgus (m)

Tüvemoodustaja valem (FORMIS 2016a):

$$\begin{aligned} & P02 * ((((((C1 * IPF1+C2) * IPF1+C3) * IPF1+C4) * IPF1+C5) * IPF1+C6) \\ & * IPF1+C7) * (1+(IPF1^2-0.01) * (C8 * (P03-C9)+C10 * (P02-C11))) / \\ & ((((((C1 * IPF2+C2) * IPF2+C3) * IPF2+C4) * IPF2+C5) * IPF2+C6) * \\ & IPF2+C7) * (1+(IPF2^2-0.01) * (C8 * (P03-C9)+C10 * (P02-C11)))) \end{aligned}$$

$$IPF1: P04/P03$$

$$IPF2: 1.3/P03$$

Rinnasläbimõõdu arvutamiseks alla 1,3m kõrgustele rinnetele (K,L-kännud) kasutati Metsanduslike mudelite infosüsteemi valemit nr. 4 (FORMIS 2016b):

$$D = C1 + C2 * P2$$

Puuduvad kõrgused ehk mudelkõrgused leiti Näslundi funktsiooniga (Kiviste 1998):

$$H = 1,3 + \left(\frac{D}{A+B*D}\right)^3$$

Kus H – mudelkõrgus (m)

D – diameeter (cm)

A ja B – kõrguskõvera konstandid

Mudelkõrgused leiti iga rinde elemendi (puuliik) kohta juhul, kui neid esines proovitükil üle seitsme. Juhul kui elemente oli vähem võeti arvestusse kõik proovitüki antud rinde parameetrid.

Tüvemoodustaja ja rinnasläbimõõdu arvutamiseks kasutatud valemid koos kasutatud argumentide ja konstantidega on esitatud Lisas 2.

Regressioonanalüüs annab visuaalse ülevaate kahe tunnuse vahelisest sõltuvusest. Regressioonanalüüsi puhul vaadeldakse üht tunnust kui sõltuvat ning selle tunnuse prognoosimiseks üritatakse leida tunnuseid, mille põhjal oleks võimalik kirjeldada selle väärtusi (Kiviste 1998). Regressioonanalüüsi kasutati leidmaks seost surnud puude ning lamapuidu mahu sõltuvust rinnaspindalast. Lisaks vaadati lamapuidu ning elusate puude mahu vahelisi seoseid.

3. Tulemused

3.1 Puistu koosseis

Mõõdetud seitsmeteistkümnel proovitükil jänesekapsa kasvukohatüübis (Tabel 2) on enamuspuliigiks mänd, mille I rinde keskmine diameeter on 42 cm ning kõrgus 32 m. Teises rindes esineb kõige rohkem kuuske (95 %). Järelkasvu rinne on võrreldes teiste rinnetega liigirikkam, enamuspuliigiks on kuusk (77 %), mida leidub keskmiselt 326 tk/ha. Alusmetsa rinde enamuse moodustab sarapuu (57 %).

Tabel 2. Vanade loodumetsade puistu koosseis jänesekapsa kasvukohatüübis (17 proovitükki)

Rinne	Osakaal (%)	Puuliik	Proovitüki keskmine		Aritmeetiline keskmine		Summa	
			D (cm)	H (m)	N (tk/ha)	V (tm/ha)	N (tk/ha)	V (tm/ha)
I	72	MA	42	32		337		5721
	15	KU	35	30		72		1154
	11	KS	39	32		120		843
	2	HB	56	39		60		180
II	95	KU	22	22		68		1159
	4	MA	22	22		7		47
	1	KS	16	17		3		14
J	77	KU	9	10	326		1170	
	7	LV	7	8	27		110	
	6	TA	7	7	23		94	
	5	VA	6	6	21		84	
	5	KS	6	6	18		72	
A	57	SP	6	6	156		454	
	32	PI	6	6	46		251	

	11	TM	7	7	22		88	
--	----	----	---	---	----	--	----	--

Mõõdetud kahekümne kolmel proovitükil jänesekapsa-mustika kasvukohatüübis (Tabel 3) on enamuspuliigiks kuusk, mille I rinde keskmine diameeter on 35 cm ning kõrgus 29 m. Teises rindes esineb samuti kõige rohkem kuuske (85 %). Järelkasvurinde enamuse (81 %) moodustab kuusk, mida leidub keskmiselt 422 tk/ha. Alusmetsa rinde enamuse moodustab pihlakas (80 %).

Tabel 3. Vanade loodusmetsade puistu koosseis jänesekapsa-mustika kasvukohatüübis (23 proovitükki)

Rinne	Osakaal (%)	Puuliik	Proovitüki keskmine		Aritmeetiline keskmine		Summa	
			D (cm)	H (m)	N (tk/ha)	V (tm/ha)	N (tk/ha)	V (tm/ha)
I	48	KU	35	29		199		4577
	25	MA	34	28		139		2360
	13	HB	41	32		128		1280
	13	KS	34	28		64		1275
II	85	KU	20	20		39		899
	11	KS	16	17		7		122
	2	MA	18	19		4		25
	2	HB	15	17		4		16
J	81	KU	8	9	422		1625	
	8	LM	7	7	41		165	
	8	KS	7	8	61		151	
	3	LV	6	6	16		64	
A	80	PI	6	7	32		64	
	20	SP	6	5	16		16	

Mõõdetud kaheksal proovitükil jänesekapsa-pohla kasvukohatüübis (Tabel 4) on enamuspuliigiks mänd, mille I rinde keskmine diameeter on 39 cm ning kõrgus 31 m. Teisel rindel esineb kõige rohkem kuuske (95 %). Järelkasvurindes moodustab kuusk valdava osa (96 %). Alusmetsa rinde enamuse moodustab pihlakas (67 %).

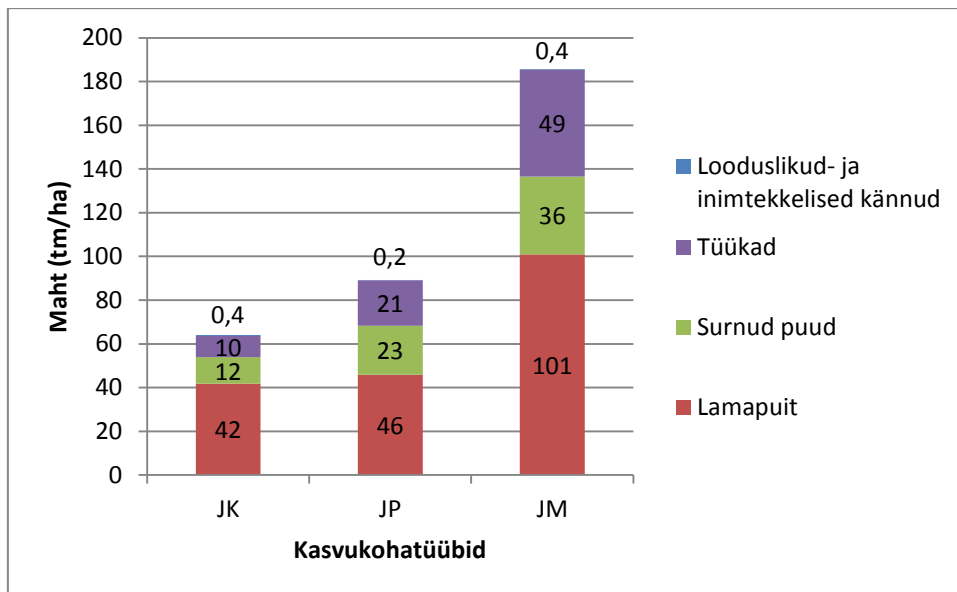
Tabel 4. Vanade loodusmetsade puistu koosseis jänesekapsa-pohla kasvukohatüübis (8 proovitükki)

Rinne	Osakaal (%)	Puuliik	Proovitüki keskmine		Aritmeetiline keskmine		Summa	
			D (cm)	H (m)	V (tm/ha)	N (tk/ha)	V (tm/ha)	N (tk/ha)
I	81	MA	39	31	392		3135	
	14	KU	32	28	68		541	
	5	KS	33	29	36		215	
II	95	KU	18	19	70		556	
	5	MA	25	25	8		25	
J	96	KU	8	9		319		2553
	4	KS	5	5		103		103
A	67	PI	5	5		16		16
	33	SP	5	5		8		8

Kõigil kasvukohatüüpidel esineb I rindes valdavalt mänd ning kuusk. Jänesekapsa-pohla kasvukohatüübil puudub ainukesena haab. Teise rinde enamuse kõigil kasvukohatüüpidel moodustab kuusk, kask ning haab puuduvad jänesekapsa-pohla kasvukohatüübil. Järelkasvu enamuse moodustab kuusk. Jänesekapsa-mustika kasvukohatüüp on kõige liigirikkam. Alusmetsa rindel esineb kõigis kasvukohatüüpides pihlakas ning sarapuu, jänesekapsa kasvukohatüübis esineb lisaks toomingas.

3.2 Seisvad surnud puud ja lamapuit

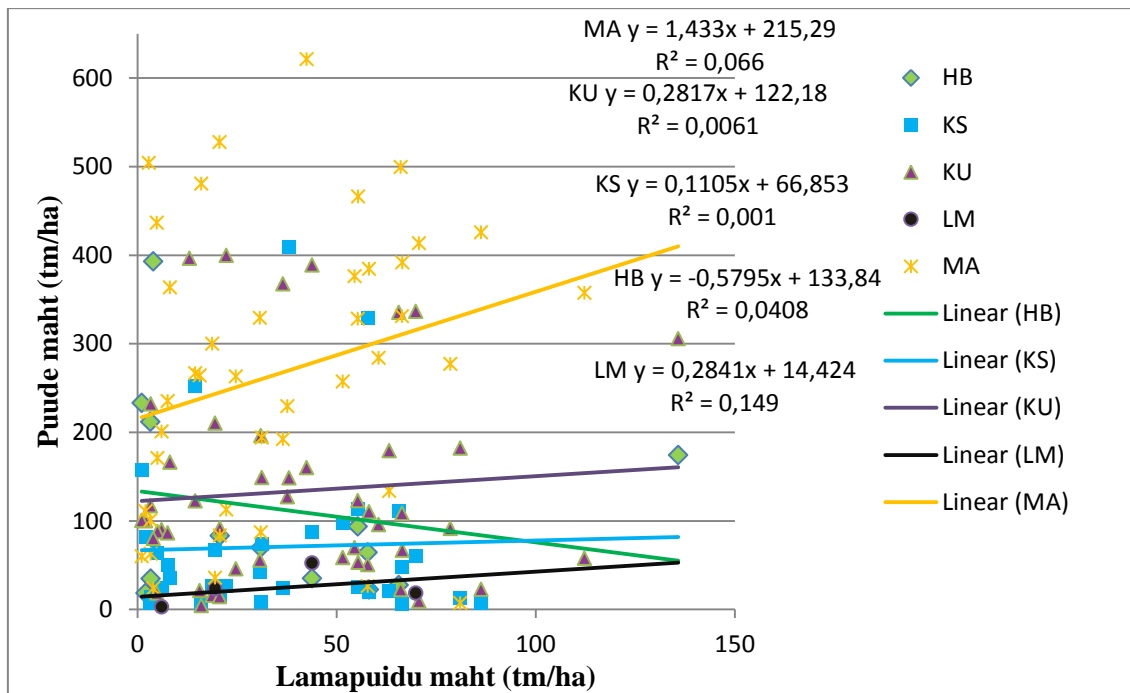
Jänesekapsa-mustika kasvukohatüübil esineb kõige rohkem tüükaid, surnud puud, lamapuitu (Joonis 7). Inimtekkelised ja loodusliku tekkeviisiga kände esineb jänesekapsa kasvukohatüübil 0,4 tm/ha, jänesekapsa-pohla kasvukohatüübil 0,2 tm/ha ning jänesekapsa-mustika kasvukohatüübil 0,4 tm/ha. Jänesekapsa-pohla ja jänesekapsa kasvukohatüüpidel esineb pea võrdselt lamapuitu.



Joonis 7. Vanade loodumetsade surnud seisvate puude (tüükad, surnud puud), inim- ja loodustekkeliste kändude ning lamapuidu keskmine maht (tm/ha) kasvukohatüübiti (JM – jänese kapsa-mustika, JP - jänese kapsa-pohla ja JK - jänese kapsa-mustika)

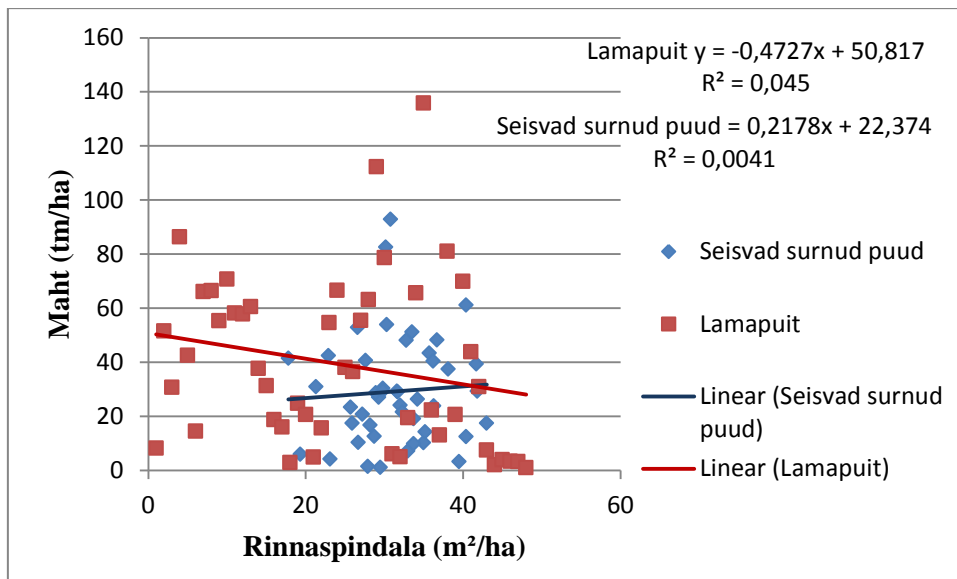
3.3 Seosed surnud puude ning puistu koosseisu vahel

Lamapuidu maht sõltub elusate puude mahust proovitükil (Joonis 8). Suurema puude mahuga aladel esineb rohkem lamapuitu. Erandiks on haab, mille lamapuidu maht väheneb puude mahu suurenemisel.



Joonis 8. Vanade loodusmetsade lamapuidu mahu sõltuvus esimese rinde puude mahust

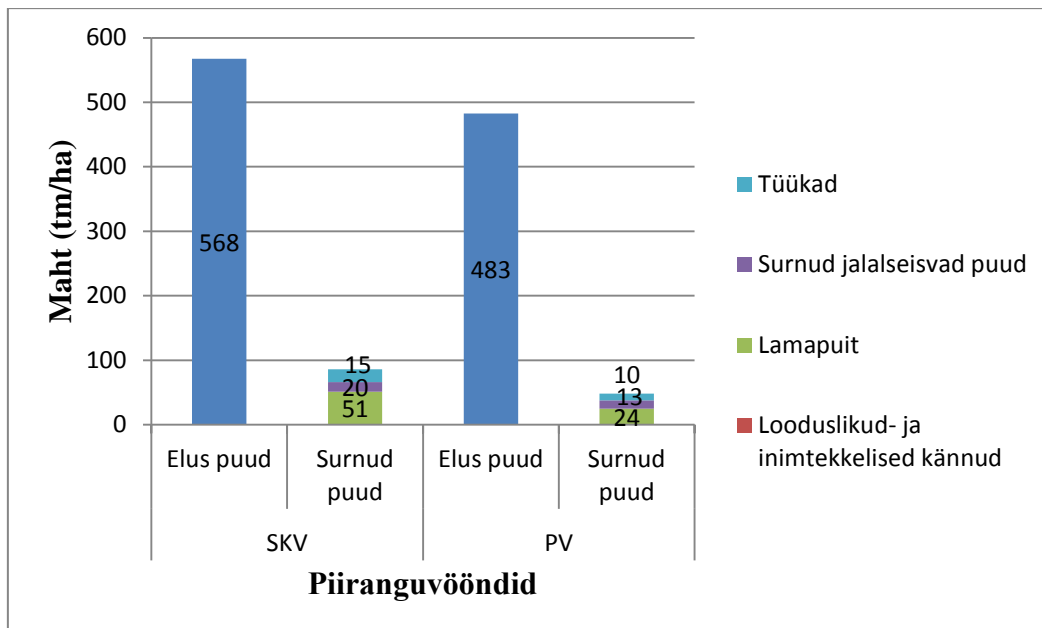
Lamapuidu maht on otseselt seotud rinnaspindalaga (Joonis 9). Mida väiksem rinnaspindala, seda vähem esineb proovitükkidel ka lamapuitu. Seisvate surnud puude mahu osakaal kasvab rinnaspindala suurenedes, väiksema rinnaspindala puhul esineb vähem seisvaid surnud puid.



Joonis 9. Vanade loodusmetsade seisvate surnud puude (looduslikud- ning inimtekkelised kännud, tüükad, surnud puud) ning lamapuidu mahu sõltuvus rinnaspindalast (m²/ha)

3.4 Puistu ja surnud puude mahu võrdlus erinevates kaitsevööndites

Looduskaitsealadel jagunes kaksümmend üks proovitükki piiranguvööndisse ning kaksümmend seitse sihtkaitsevööndisse (Joonis 10). Sihtkaitsevööndis esineb nii tüükaid, elus puid, surnud puid, lamapuitu ning inim- ja loodustekkelisi kände (sihtkaitsevööndis 0,36 tm/ha, piiranguvööndis 0,4 tm/ha) rohkem kui piiranguvööndis. Põhjuseks on piiranguvööndis kehtestatud eritingimused majandustegevuseks. Sihtkaitsevööndis on inimtekkelisi kände säilinud 0,15 tm/ha, piiranguvööndis 0,11 tm/ha.



Joonis 10. Vanade loodusemetsade elusate ning surnud puude keskmine maht sihtkaitsevööndis (SKV) ja piiranguvööndis (PV)

4. Arutelu

Eestis asuvad esmatähtsad vanade loodusmetsade elupaigatüübi (läänetaiga) metsad on kaitse alla võetud Natura 2000 Loodusdirektiivi alusel. Vanade loodusmetsade alla kuuluvad vähese või puuduva inimõjuga vanad metsad. Eestis asuvate vanade loodusmetsade staatus on hinnatud halvaks. Suurimaks ohuks vanadele metsadele on raied. Inimtegevuse järgi kinnitavad metsades esinevad raiutud kännud.

Vanade loodusmetsade looduslikkuse taastamiseks või kaitstavate liikide elutingimuste tõstmiseks on võimalik teha valikraeid, millega tekitada häile või lamapuitu, mis on mitmetele liikidele elupaigaks.

Mõõdetud proovitükkidel on tagatud minimaalselt vajalik lamapuidu maht säilitamiseks entomoloogilist tasakaalu parasiitide ja kiskjate vahel ehk 15-20 m³/ha. Kõige suurema lamapuidu ning surnud puidu mahuga on jänsekapsa-mustika kasvukohatüüp, mis võib tuleneda asjaolust, et see kasvukohatüüp on niiskem võrreldes jänsekapsa ning jänsekapsa-pohla tüüpidega.

Tulevikus on antud töö alusel võimalik võrrelda, kui palju on elusa, surnud puude ning lamapuidu maht antud elupaigatüübis kasvukohatüübiti muutunud. Edaspidi tuleks jälgida vanade loodusmetsade pindala muutusi ning tunnusliikide esinemist, mille alusel saab täiendavalt hinnata metsaelupaikade esinduslikkust.

Kokkuvõte

Antud bakalaureusetöö on koostatud 2015. aasta suvel kogutud vanade loodusmetsade 9010* elupaigatüübis paiknevate proovitükkide puistu mõõtmistulemuste alusel. Töö eesmärgiks on hinnata puistu koosseisu ning lamapuidu mahtu seitsmeteistkümmel jänesekapsa, kahekümne kolmel jänesekapsa-mustika ning kaheksal jänesekapsa-pohla kasvukohatüübil. Töös kasutati andmete analüüsiks Ms Excel 2010 ning proovitükkide kaartide loomiseks Mapinfo Professional 10 programme.

Kõige suurema eluspuude mahuga on jänesekapsa-mustika kasvukohatüübi puistu, millele järgneb jänesekapsa ning jänesekapsa-pohla kasvukohatüübid. Puuliikidest on kõige suurema osakaaluga mänd, millele järgneb kuusk. Seisvaid surnud puid ja lamapuitu esines kõige rohkem jänesekapsa-mustika kasvukohatüübis. Jänesekapsa-pohla ning jänesekapsa kasvukohatüübid on peaaegu võrdsete lamapuidu mahtudega.

Tulemustest selgus, et mida suurem on puude maht, seda suurem on ka lamapuidu maht proovitükil, välja arvatud haava puhul. Rinnaspindala suurenedes väheneb lamapuidu maht, kuid suureneb tüügaste, surnud puude, looduslike- ja inimtekkeliste kändude osakaal.

Kakskümmend üks proovitükki kuulub piiranguvööndisse ning kakskümmend seitse sihtkaitsevööndisse. Suurim erinevus looduskaitsete vööndite vahel on lamapuidu maht, mida sihtkaitsevööndis esineb 51 tm/ha ning piiranguvööndis kaks korda vähem (24 tm/ha). Elusate puude maht sihtkaitsevööndis on 85 tm/ha suurem, kui piiranguvööndis.

Antud töö tulemusi on võimalik tulevikus kasutada võrdluseks kui palju on proovialade lamapuidu, surnud puude, tüügaste, looduslike- ja inimtekkeliste kändude ning puistu maht suurenenud või vähenenud ning selle alusel hinnata metsade looduslikkust.

Tänuavaldus

Uurimistöö autor tänab lõputöö juhendajat, nooremteadur Teele Paluotsa aktiivse, põhjaliku ning abivalmi juhendamise eest. Dotsent Ahto Kangurit ja professor Andres Kivistet mahuarvutusteks vajalike valemite väljatöötamise eest ning dotsent Diana Laarmanni proovitükkide andmetöötlemise juhendamise eest.

Viidatud allikad

EELIS. 2016. Eesti Eluslooduse Infosüsteem. Keskkonnaagentuur.
<http://loodus.keskkonnainfo.ee/eelis/> (23.03.2016)

Etverk, I., Puura, T., Sørensen, P. 2000. Metsade bioloogilise mitmekesisuse säilitamine. Keskkonnaministeerium & DANCEE. Tallinn, 48 lk

Euroopa Keskkonnaagentuur. 2009. 9010-Western Taiga. http://forum.eionet.europa.eu/habitat-art17report/library/2001-2006-reporting/datasheets/habitats/forests/forests/9010-western_taigapdf (28.04.2015)

FORMIS. 2016a. Metsanduslike mudelite infosüsteem. Valemi ID 2. Eesti Maaülikool.
<https://formis.emu.ee/formod/?do=singmodel&id=2> (12.05.2016)

FORMIS. 2016b. Metsanduslike mudelite infosüsteem. Valemi ID 4. Eesti Maaülikool.
<https://formis.emu.ee/formod/?do=singmodel&id=4> (12.05.2016)

Jonsson, B.G., Kruys, N. & Ranius, T. 2005. Ecology of species living on dead wood – Lessons for dead wood management. *Silva Fennica* 39(2): 289–309.

Keenan, R.J. & J.P. Kimmins. 1993. The ecological effects of clear-cutting. *Environ. Rev.* 1, 121–144.

Keskkonnaministeerium. 2016. Natura 2000 Eestis. <http://www.envir.ee/et/natura-2000> (25.04.2016)

Kiviste, A. 1998. Matemaatilise statistika algteadmisi ja rakenduslikke näiteid MS Exceli keskkonnas. Tartu. 85 lk.

Kiviste, A., Hordo, M. 2002. Eesti metsa kasvukäigu püsiproovitükkide võrgustik. *Metsanduslikud uurimused XXXVII*, 43–58.

Kiviste, A., Hordo, M., Kangur, A., Kardakov, A., Laarmann, D., Lilleleht, A., Metslaid, S., Sims, A., Korjus, H. 2015. Metsaökosüsteemide seire ja modelleerimine metsa kasvukäigu püsiproovitükkide võrgustiku abil. Metsanduslikud uurimused 62: 26-38.

Kuuluvainen, T. 1994. Gap disturbance, ground microtopography, and the regeneration dynamics of boreal coniferous forests in Finland: a review. *Annales Zoologici Fennici* 31: 35– 51

Linnudirektiiv. 1979. Euroopa Nõukogu Direktiiv 79/409/EMÜ, loodusliku linnustiku kaitse kohta. <http://www.natura2000.envir.ee/files/doc/linnudirektiiv.pdf> (25.04.2016)

Loodusdirektiiv. 1992. Euroopa Nõukogu Direktiiv 92/43/EMÜ, looduslike elupaikade ning loodusliku taimestiku ja loomastiku kaitse kohta. <http://www.natura2000.envir.ee/files/doc/loodusdirektiiv.pdf> (25.04.2016)

Looduskaitse arengukava aastani 2020. – Keskkonnaministeerium https://valitsus.ee/sites/default/files/content-editors/arengukavad/looduskaitse_arengukava_aastani_2020.pdf (10.05.2016)

Lõhmus, E. 1984. Eesti metsakasvukohatüübid Tallinn: Eesti NSV Metsamajanduse ja Looduskaitse Ministeerium. 88 lk.

Maa-ameti geoportaal. 2016 – **WMS kaartide lehekülg** Looduskaitse, Natura 2000. http://xgis.maaamet.ee/xGIS/XGis?app_id=UU62A&user_id=at&bbox=295255.285714286,6365617,813826.714285714,6665617&LANG=1 (02.05.2016)

Maser C, Trappe JM. 1984. Seen and unseen world of the fallen tree. USDA Forest Service, Pacific Northwest Forest and Range Experiment Station, Gen. Tech. Rep. PNW-164.

Metsa korraldamise juhend. 2009. Riigiteataja <https://www.riigiteataja.ee/akt/13124148> (09.05.2016)

Metsakorralduse osakond. 2008. Proovitükkide rajamine ja mõõtmine. Juhendmaterjal. EMÜ

Metsaseadus. 2006. Riigiteataja <https://www.riigiteataja.ee/akt/MS> (09.05.2016)

Mäkinen, H., Hynynen, J., Siitonen, J., Sievänen, R. 2006. Predicting the decomposition of Scots pine, Norway spruce, and birch stems in Finland. *Ecological Applications*, Vol. 16, No. 5, pp. 1865-1879.

Natura 2000 Barometer. 2016.
http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/barometer/index_en.htm (07.05.2016)

Natura 2000 Network Viewer. 2016. <http://natura2000.eea.europa.eu> (02.05.2016)

Paal, J. 2007. Loodusdirektiivi elupaigatüüpide käsiraamat. Tallinn: Auratrükk. 308 lk.

Palo, A. 2010 - Loodusdirektiivi metsaelupaikade inventeerimise juhend
http://www.envir.ee/sites/default/files/metsainventeerimine_juhend_2011_2605_lopp.pdf
(16.02.2016)

Siitonen J. 2001. Forest management, coarse woody debris and saproxylic organisms: Fennoscandian boreal forests as an example. *Ecol. Bull.* 49: 11-41.

Târziu, D. 2003, *Ecologie generală și forestieră*, Vasile Goldiș University Press, Arad.

Thomas, JW. 1979. Wildlife Habitats in Managed Forests of the Blue Mountains of Oregon and Washington. Agriculture Handbook No. 553. USDA Forest Service.
<http://www.srs.fs.usda.gov/pubs/misc/agh553.pdf>? (02.05.2016)

Tomescu, R., Tarziu, D. R., Turcu, D-O. 2011. The Importance of Dead Wood in the Forest – Vol 4, No 7 ProEnvironment 4:10-19

Lisad

Lisa 1. Proovitükkide tabel

Tabelis kasutatavate lühendite selgitus: **PRT** – Proovitükk, **N** – Põhjalaius, **E** – Idapikkus, **SKV** – Sihtkaitsevöönd, **PV** – Piiranguvöönd, **KKT** – Kasvukohatüüp, **JP** – Jänsekapsa-pohla KKT, **JM** – Jänsekapsa-mustika KKT, **JK** - Jänsekapsa KKT.

PRT	Koordinaadid		Metsaregistri andmed					
	Nr	N	E	Kvartal	Eraldis	Vanus	Looduskaitseala	Kaitsestaatus
1614	58.09288	26.93186	PW006	10	116	Ihamaru	SKV	JP
1615	58.09350	26.93287	PW006	10	116	Ihamaru	SKV	JP
1616	58.09389	26.93184	PW006	10	116	Ihamaru	SKV	JP
1617	58.09426	26.93168	PW006	10	116	Ihamaru	SKV	JP
1618	58.09500	26.93247	PW006	10	116	Ihamaru	SKV	JP
1624	58.10232	26.92961	PW002	6	96	Ihamaru	SKV	JK
1625	58.10426	26.93248	PW002	6	96	Ihamaru	SKV	JK
1626	58.10349	26.93301	PW002	6	96	Ihamaru	SKV	JK
1627	58.10238	26.93234	PW002	6	96	Ihamaru	SKV	JK
1630	58.10387	26.93550	PW002	6	96	Ihamaru	SKV	JK
1631	58.10200	26.93409	PW002	6	96	Ihamaru	SKV	JK
1632	58.10064	26.93365	PW002	6	96	Ihamaru	SKV	JK
1635	58.00587	26.05471	AA196	3	104	Soontaga	SKV	JK
1636	58.00621	26.05390	AA196	3	104	Soontaga	SKV	JK
1639	58.00740	26.05428	AA196	3	104	Soontaga	SKV	JK
1640	58.00815	26.05403	AA196	3	104	Soontaga	SKV	JP
1652	57.99994	26.05178	AA214	4	82	Soontaga	SKV	JP
1654	58.18020	26.42015	PE128	1	152	Elva-Vitipalu	PV	JK
1655	58.18069	26.42096	PE128	1	152	Elva-Vitipalu	PV	JK
1656	58.18127	26.42020	PE128	1	152	Elva-Vitipalu	PV	JK
1657	58.18180	26.42188	PE128	1	152	Elva-Vitipalu	PV	JK
1658	58.18214	26.42234	PE128	1	152	Elva-Vitipalu	PV	JK
1659	58.18266	26.42237	PE128	1	152	Elva-Vitipalu	PV	JK
1663	58.18190	26.41821	PE128	1	152	Elva-Vitipalu	PV	JK
1664	58.56948	26.87240	KV127	5	87	Välgi	SKV	JM
1665	58.56901	26.87334	KV127	5	87	Välgi	SKV	JM
1675	58.58625	27.02136	AK034	20	117	Padakõrve	SKV	JM
1676	58.58578	27.02031	AK034	20	117	Padakõrve	SKV	JM

1678	58.58519	27.01979	AK034	19	119	Padakõrve	SKV	JP
1679	58.58506	27.02031	AK034	20	117	Padakõrve	SKV	JM
1685	59.11895	27.57702	KN164	10	130	Alutaguse	PV	JM
1687	59.11861	27.57880	KN164	11	130	Alutaguse	PV	JM
1689	59.11795	27.57932	KN164	13	130	Alutaguse	PV	JM
1690	59.11728	27.57890	KN164	11	130	Alutaguse	PV	JM
1691	59.11680	27.57933	KN164	13	130	Alutaguse	PV	JM
1692	59.11670	27.57805	KN164	12	150	Alutaguse	PV	JM
1693	59.11653	27.57698	KN164	12	150	Alutaguse	PV	JM
1694	59.07143	27.62663	RE071	1	160	Alutaguse	SKV	JM
1696	59.07028	27.62594	RE071	1	160	Alutaguse	SKV	JM
1699	59.07271	27.62677	RE060	5	160	Alutaguse	SKV	JM
1800	59.07299	27.62599	RE060	5	160	Alutaguse	SKV	JM
1804	59.08944	27.15535	TL078	11	90	Muraka	PV	JM
1805	59.08937	27.15442	TL077	28	80	Muraka	PV	JM
1806	59.08888	27.15353	TL077	28	80	Muraka	PV	JM
1807	59.08946	27.15295	TL077	27	70	Muraka	PV	JM
1808	59.08894	27.15226	TL077	27	70	Muraka	PV	JM
1809	59.08854	27.15248	TL077	27	70	Muraka	PV	JM
1810	59.08916	27.15308	TL077	28	80	Muraka	PV	JM

Lisa 2. Puistu elementide mahu arvutamiseks kasutatud valemid argumentide ja konstantidega

Valemi ID: 2 (Tüvemoodustaja valem)

Kommentaar: single tree stem diameter (in centimetres) at random point

Valem:

$$P02 * ((((((C1 * IPF1+C2) * IPF1+C3) * IPF1+C4) * IPF1+C5) * IPF1+C6) * IPF1+C7) * (1+(IPF1^2-0.01) * (C8 * (P03-C9)+C10 * (P02-C11)))) / ((((((C1 * IPF2+C2) * IPF2+C3) * IPF2+C4) * IPF2+C5) * IPF2+C6) * IPF2+C7) * (1+(IPF2^2-0.01) * (C8 * (P03-C9)+C10 * (P02-C11))))$$

IPF1: P04/P03

IPF2: 1.3/P03

Argumendid:

Argum Tunnus Ühik Objekt etalon point level process procer depend amin amax

OP	D	cm	Stem	Rand	Sltr	P04	0.000	0.000
P01	Spec		Stem		Sltr		0.000	0.000
P02	D	cm	Stem	BH	Sltr		0.000	0.000
P03	H	m	Stem		Sltr		0.000	0.000
P04	H	m	Stem	Rand	Sltr		0.000	0.000

Konstandid:

Const	Pinus sylvestris	Picea abies	Betula sp.	Populus tremula	Alnus glutinosa	Alnus incana	Quercus robur	Fraxinus excelsior
C1	997.657	390.755	1120.89	752.018	1743.64	626.131	2971.33	2506.62
C11	30	26	28	20	12	16	20	21
C7	118.981	113.939	120.567	110.428	120.224	118.56	120.958	117.999
C2	-3361.78	-1699.67	-3788.86	-2212.94	-5408.31	-2137.68	-9254.63	-7175.01
C10	-0.007	-0.0197		0.0002	-0.0017	-0.0103	0.0005	-0.0021
C9	26	35	20	18	14	16	14	20
C6	-277.578	-203.061	-312.074	-143.288	-310.985	-263.482	-354.769	-282.941
C5	1140.53	827.209	1388.29	530.481	1450.12	988.135	2022.21	1411.06
C4	-3037.49	-2161.25	-3725.82	-1643.3	-4238.7	-2376.87	-6736.35	-4542.4
C3	4419.68	2732.08	5197	2606.6	6644.01	3045.21	11231.2	7964.66
C8	0.007	0.0087	0.021	0.0074	0.0264	0.0168	0.0263	

Valemi ID: 4 (Rinnasläbimõõdu arvutamine)**Kommentaar:** single tree stem diameter (in centimetres) at base**Valem:****C1+C2 * P2****Argumendid:****Argum Tunnus Ühik Objekt etalon point level process procer depend amin amax**

OP	D	cm	Stem	Base	Sltr	0.000	0.000
P01	Spec		Stem		Sltr	0.000	0.000
P2	D	cm	Stem	BH	Sltr	0.000	0.000

Konstandid:

Const	Pinus sylvestris	Picea abies	Betula sp.	Populus tremula	Alnus glutinosa	Alnus incana	Fraxinus excelsior
C1	2.17		1.59	0.37	1.03	1.41	2.27
C2	1.15	1.266	1.242	1.13	1.194	1.111	1.17