EESTI MAAÜLIKOOL
Metsanduse ja inseneeria instituut

Herman Menning

LOODUSLIKU UUENDUSE ARVUKUS JA LIIGILINE KOOSSEIS VALGUSTUSRAIE EELSELT JA JÄRGSELT MUSTIKA KASVUKOHATÜÜBIS

NATURAL REGENERATION ABUNDANCE AND SPECIES COMPOSITION BEFORE AND AFTER PRE-COMMERCIAL THINNING IN MYRTILLUS SITE TYPE

Bakalaureusetöö
Metsanduse õppekava

Juhendaja: lektor Andres Jäärats, *PhD*

Tartu 2024

www.emu.ee

Eesti Maaülikool

Estonian University of Life Sciences

Eesti Maaülikool Kreutzwaldi 1, Tartu 51006		Bakalaureusetöö lühikokkuvõte	
Autor: Herman Menning		Õppekava: Metsandus	
Pealkiri: Loodusliku uuenduse arvukus ja liigiline koosseis valgustusraie eelselt ja järgselt mustika kasvukohatüübis			
Lehekülgi: 35	Jooniseid: 14	Tabeleid: 3	Lisasid: 2
Õppetool: Metsakasvatus ja metsaökoloogia ETIS-e teadusvaldkond ja CERC S-i kood: Metsakasvatus B430 Juhendaja: lektor Andres Jäärats Kaitsmiskoht ja -aasta: Tartu 2024			

Valgustusraie on üks levinum ja tähtsaim metsakasvatuslik võte, millega pannakse alus tulevikupuistu liigilisele koosseisule ning suurendatakse majanduslikku tasuvust. Bakalaureusetöö annab ülevaate noorendike koosseisust ja arvulistest näitajatest valgustusraiete eelselt ja järgselt. Mõõtmised viidi läbi Pärnu- ja Viljandimaal asuvatel kahel kinnistul ja kuuel eraldisel. Töö käigus mõõdeti puude tükiarvud ja kõrgused puuliigiti 25 proovitükil. Töös on kasutatud ja analüüsitud välitöödel kogutud andmeid, võrdlemisel kasutatud andmed saadi Metsanduse programmi projekti nr 15071 aruandest. Andmete töötlemiseks kasutati programmi MS Excel.

Bakalaureusetöö tulemustest selgus, et pärast valgustusraieid on puistute kõrguste vaheline erinevus 1,3m. Puude arv enne valgustusraiet puistu keskmisest kõrgusest ei sõltu, küll aga on puude arvu sõltuvus keskmisest kõrgusest pärast raiet oluline 90% usaldusnivoo juures. Männi ja kuuse kooseisukordaja suurenes oluliselt valgustusraie tulemusena, kase koosseisukordaja jäi samaks. Esimese ja teise valgustusraie järgselt on 95% usaldusnivoo juures puistute kõrgused usaldusväärselt erinevad, aga puude arv ei ole usaldusväärselt erinev.

Märksõnad: Noorendiku hooldus, liigiline koosseis, metsakasvatus

www.emu.ee

Eesti Maaülikool

Estonian University of Life Sciences

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51006		Abstract of Bachelor's Thesis	
Author: Herman Menning		Curriculum: Forestry	
Title: Natural regeneration abundance and species composition before and after pre-commercial thinning in Myrtillus site type			
Pages: 35	Figures: 14	Tables: 3	Appendixes: 2
Chair: Silviculture and forest ecology Field of research and (CERC S) code: Silviculture B430 Supervisors: lecturer Andres Jäärats Place and date: Tartu 2024			

Pre-commercial thinning is one of the most common and important silvicultural techniques used to establish the species composition of the future stand and increase economic profitability. The bachelor's thesis provides an overview of the composition and numerical indicators of young stands before and after pre-commerial thinning. Measurements were carried out on two properties and six forest comparments located in Pärnu and Viljandi counties. During the work, the numbers and heights of trees by species were measured on 25 sample plots. Used and analyzed data in this work have been collected during the field work, the data used in the comparison was obtained from the Forestry Program Project No. 15071 report. MS Excel was used to analyze the data.

The results of the bachelor's thesis revealed that after pre-commercial thinning, the difference in the heights of the stands was 1.3m. The number of trees before pre-commercial thinning does not depend on the average height of the stand, but the dependence of the number of trees on the average height after pre-commercial thinning is significant at a 90% confidence level. The composition coefficient of pine and spruce increased significantly as a result of pre-commercial thinning, while the composition coefficient of birch remained the same. Following the first and second pre-commercial thinnings, the heights of the stands are significantly different at a 95% confidence level, but the number of trees is not significantly different.

Keywords: Tending, species composition, silviculture

SISUKORD

SISSEJUHATUS 5
1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE 6
1.1 Valgustusraie olemus 6
1.1.1 Valgustusraie männinoorendikes 7
1.1.2 Valgustusraie lehtpuunoorendikes 8
1.2 Mustika kasvukohatüüp 9
1.3 Segametsade eelistamine 10
2. MATERJAL JA METOODIKA 11
2.1 Proovialade kirjeldus 11
2.2 Välitööd 12
2.3 Andmete analüüs 15
3. TULEMUSED JA ARUTELU 16
3.1 Puistute kõrgused 16
3.2 Puistute kõrguse ja arvukuse seos 16
3.3 Liigiline koosseis 17
3.4 Väljaraie 19
3.5 Koosseisukordajad 20
3.6 Arvukuse võrdlus RMK andmetega 22
3.7 Prognoositav tulu tulevikus 23
KOKKUVÕTE 25
KASUTATUD KIRJANDUS 26
LISAD 28
Lisa 1. Enne valgustusraiet kogutud andmed 29
Lisa 2. Pärast valgustusraiet kogutud andmed 33

SISSEJUHATUS

Lageraiest kuni küpse okasmetsa kujunemiseni võib minna kolm kuni neli inimpõlve. Metsamajandamisel tehtud eksimused võivad kätte maksta alles aastakümnete pärast. Seepärast on metsatöid tehes oluline järgida, et tehtavad tegevused ja nende tulemused oleksid keskkonda säästvad, mitte otstarbekad ainult majanduslikult (Laas jt 2011: 532).

Eesti metsaomanikele on metsaseadusest tulenev nõue, et enamikes kasvukohatüüpides oleks viie aasta jooksul pärast lageraiet kasvamas uus noor mets. Kuigi meie tingimused tagavad teataval määral loodusliku metsa uuenemise, siis sageli ei pruugi sellisel viisil tekkinud uus mets koosneda soovitud puuliikidest, mis oleksid antud kasvukohas kõige otstarbekamad (Erametsakeskus 2022). 2021. aasta seisuga on Eesti majandusmetsades ligikaudu 264 000 hektarit noorendikke, mis on 13,8 % majandusmetsade pindalast (Keskkonnaagentuur 2023).

Tänapäeva metsakasvatuse peamiseks eesmärgiks on suurendada metsade tootlikkust, saavutada suuremat väärtust ja hüvesid ning kujundada metsa inimese poolt soovitud suunas, rakendades erinevaid meetodeid ja võtteid (Jäärats 2020). Üheks peamiseks kitsaskohaks erametsade majandamisel on ebapiisav või koguni puudulik valgustusraiete teostamine, mille tegemata jätmise tagajärjel võib soovitud liigilise koosseisuga puistu jääda välja kujunemata. (Erametsakeskus 2024). Valgustusraiete abil luuakse tulevikumetsale sobiv liigiline koosseis, mida vajadusel korrigeeritakse hilisemate harvendusraietega. Liikide valimisel soovitatakse erametsaomanikule eelistada segapuistu jaoks paremini sobivaid Eesti tingimustesse kohandatud kombinatsioone (Erametsakeskus 2021).

Käesoleva bakalaureusetöö eesmärkideks oli välja selgitada, kuidas muutub noorendike koosseis valgustusraie tulemusena ning võrrelda liigilist ja parameetrilist olukorda valgustusraie eelselt ja järgselt looduslikult uuenenud noorendikes.

Töö autor avaldab tänu juhendaja Andres Jääratsile, kes oli suureks abiks töö valmimisel ning Allar Padarile ja Henn Korjusele, kes aitasid andmetöötlusega.

1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

1.1 Valgustusraie olemus

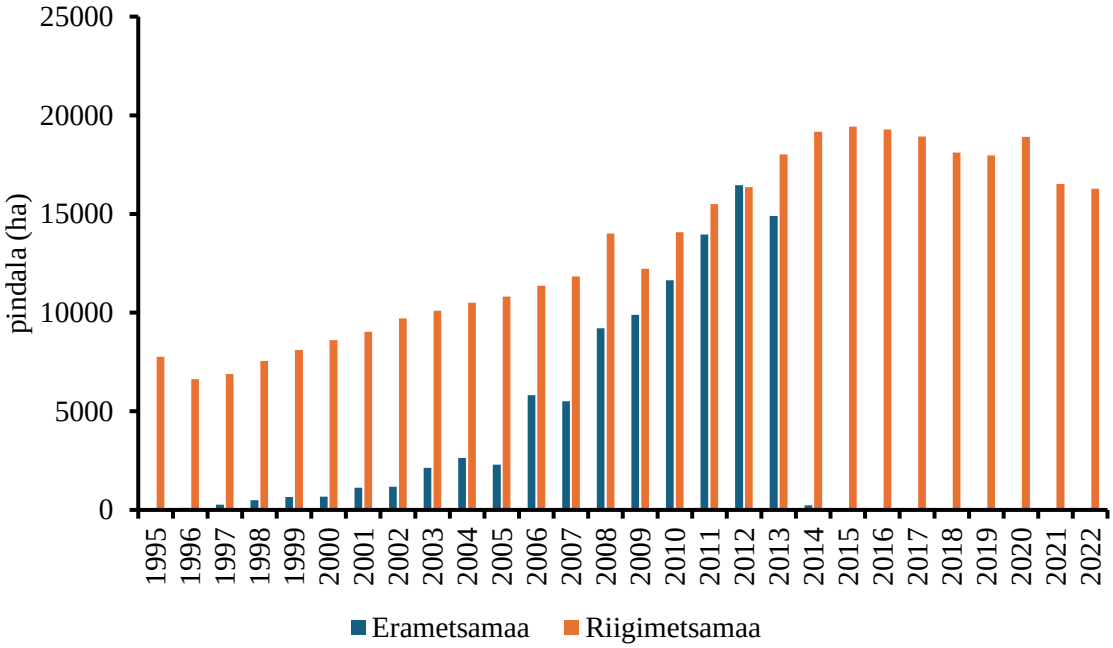
Valgustusraie on metsakasvatuslik võte, mida teostatakse kuni kaheksa sentimeetrise läbimõõduga puistus. (Metsaseadus 2023, § 28 lg 4). Väljaraiutud puit jääb valdavalt metsa kõdunema, mis on kasulik elurikkusele ja mullaviljakusele. Kasvama jäävad kasvukohale sobivaimad puuliigid, milleks võib olla kultiveeritud puuliik või looduslik uuendus. Peapuuliigi valiku määrab metsakasvukohatüüp. Oluline on kasvama jätta ka neid puu- ja põõsaliike, mis on toiduks ulukitele ja lindudele ning ei sega peapuuliigi kasvamist (Jäärats 2020).

Valgustusraiete kavandamine lähtub metsaomaniku soovist, kuidas ta oma metsa majandab. Eesmärgiks on puistu liigilise koosseisu, kõrguste vahelise erinevuse, puudearvu ja valgustingimuste reguleerimine, mille tulemusel jagatakse olemasolev kasvu ressurss alles jäetavate puude vahel, mis omakorda oluliselt parandab kasvutingimusi noores metsas (Laas jt 2011: 532). Korrektselt ajastatud valgustusraie on eeldus elujõulise puistu arenguks, mille tulemusena on võimalik edasi lükata esimest harvendusraiet, kus väljaraiutavast puidust on suur osa väikese tüvemahuga. Põhjenduseks kõrge ühikuhind harvendusraiel väikese tüvemahu tõttu ning puistu produktsiooni vähendamine varajaste kokkuveoteede raiumisega (Laas jt 2011: 532)

Valgustusraiete teostamisel erametsades sõltub palju metsaomaniku teadmistest ning valmisolekust teha kulutusi metsa kasvu parandamiseks just nooremas metsas hooldusraite kujul. Riigimetsas on valgustusraie tegemisel kindlad juhised ja kvaliteedinõuded. Okaspuu puistute kasvatamisel on kindel arusaam, et lehtpuud tuleb esimesel kümnel aastal okaspuude vahelt välja raiuda. Erametsades, eriti väikeomanikud, soovivad kasvatada segapuistuid, mis tähendab juba varasest staadiumist alates leht- ja okaspuude koos kasvatamist. Selline teguviis annab kindluse tulevikuks, sest puhtpuistud on vastuvõtlikumad haigustele ja häiringutele nagu tormid või ulukikahjustused. Arvamine, et

lehtpuu okste hõõrdumine kahjustab männivõrseid, on tänapäevaste teadmiste ja kogemuste juures müüt.

Erametsades jääb valgustusraiete maht pindalaliselt märkimisväärselt alla riigimetsas tehtavale mahule (joonis 1). Samasse suurusjärku riigimetsadega jõuti valgustusraietega erametsades alles aastal 2008, esimest korda aga ületati mahuliselt juba aastal 2012. Aastatel 1995-2014 on pindalaliselt valgustusraied erametsades kokku tehtud 99 167 ja riigimetsades 228 169 hektaril. Metsateatist valgustusraie tegemiseks ei pea esitama alates 01.01.2014.



Joonis 1. Erametsa ja riigimetsa (RMK) valgustusraiete pindala aastatel 1995-2022 (Keskkonnaagentuur 2023).

1.1.1 Valgustusraie männinoorendikes

Männinoorendike kasvatamise seisukohast on väga oluline õigeaegselt teha valgustusraieid. Raie teostamise aeg ja intensiivsus mõjutavad oluliselt noorte taimede arvukust, kvaliteeti ja arengut puistus ning esimese harvendusraie ajastust ja tulusust (Huuskonen, Hynynen 2006). Rootslaste avaldatud uurimuses, kus uuritakse erinevate valgustusraie meetodite pikaajalist mõju harilikule männile selgub, et võrreldes hilisema valgustusraiega, soodustab

varajane ja intensiivne raie rohkem puude mõõtmete arengut. Samas aga tulevase puidu kvaliteeti soosib hilisem ja madalama kraadiga raie 4 meetri kõrguses puistus (Fahlvik jt 2018).

Kuni 10 aasta vanuses puistus vajadus mände raiuda tekib harva, eriti männile sobivates kasvukohatüüpides. Välja peaks raiuma lehtpuid, eelkõige haavad, kes on vaheperemeestaimed männi-pigiroostele (Jäärats 2020). Männi-pigirooste on noorte mändide seenhaigus, mille tõttu võrsed kõverduvad ning tugevama kahjustuse korral kuivavad sootuks (Metsaühistu 2018). Varasemalt Soomes tehtud uuring tõestab, et haabade esinemine puistus ja kasvukoha viljakus olid kõige olulisemad tegurid, mis suurendasid tõenäosust, et männi-pigirooste kahjustused puistus aset leiavad (Mattila 2005). Samas oleks mõistlik osa lehtpuid siiski alles jätta, sest uluki kahjustuse oht on väga suur. Pihlakate ja väiksemate pajude kasvama jätmine võimaldab kitsedel, põtradel ja hirvedel toitu hankida kultuuri ennast tunduvalt vähem kahjustades (Jäärats 2020). Puistu vanuses 10- 20 aastat toimub puude diferentseerumine ning põdraohupuudumisel võib täiuse viia 80-90% juurde (Jäärats 2020).

1.1.2 Valgustusraie lehtpuunoorendikes

Kujundades hooldusraietega sega lehtpuupuistut, tuleb esimene valgustusraie teha loodusliku uuenduse puhul enne puistu 10 aastaseks saamist. Looduslik uuendus võib olla kuni 100 000 puud hektari kohta. Kvaliteetne lehtpuusegu saavutatakse siis, kui hektaril on kasvamas umbes 200 tugevat arukaske, mis on ühtlaselt jaotatud üle kogu eraldise ning keskmiseks vahekauguseks on 7 meetrit (Laas jt 2011: 499).

Alla 10 aasta vanustes kaasikutes hooldusraieid üldjuhul ei tehta. Sobivate kasvutingimuste olemasolul kasvab kask kiirekasvulise liigina konkurentidest üle (Tullus 2016). Kui metsaomanikul on siiski soov valgustusraiet teha, peaks raie järgselt püsti jääma vähemalt 3000 kaske ha^{-1} ning eelistada tuleks kindlasti seemnetekkelisi puid (Tullus 2016). Lätis soovitatakse optimaalseks puistu tiheduseks pärast valgustusraiet 1500–2000 puud ha^{-1} (Zalitis ja Zalitis 2007). Üle 10 aasta vanuste puistute hooldamisel on variante mitmeid. Üks lähenemine on teha esimene hooldusraie umbes 15-aastaselt, võimaldades tihedal kasvul

looduslikku laasumist, ja teine hooldusraie 25-aastaselt, mis võib olla juba harvendusraie. Alternatiivina võib teha valgustusraieid varasemas eas, et saavutada soovitud tihedus, viies puude arvu umbes 2000 puuni ha^{-1}. Valik hooldusmeetodist sõltub eesmärkidest ja puistu seisundist. Oluline on jälgida puude kasvu, võra struktuuri ja laasumist ning vastavalt tegutseda. (Jäärats 2020).

Haavikutes esimesed 10 aastat valgustusraiet ei ole mõistlik teha, sest nii valmistatakse põtradele ette lihtne toidulaud. Selle töö teeb loodus ise ära, sest toimub tugev diferentseerumine (Tullus 2016). 10-20 aastates puistus võib teha valgustusraie, viies täiuse kuni 80%-ni. See aitab kaasa puude normaalsele laasumisele. Võimalikult palju tuleks säilitada väärislehtpuid ja kuuskesid. Põdrakahjustuse oht pole siiski möödunud, mis tähendab, et kasvama tuleks jätta rohkem puid, kui on puistu optimaalne tihedus (Tullus 2016).

Hall-lepikutes valgustusraieid reeglina ei tehta, sest puudub sisuliselt väljund lõppraides. Palgi väljatulek on väga madal, enamus ümarmaterjal on küttepuit. Samas võib ikkagi tiheda loodusliku uuenduse puhul valgustusraiet teha, sest lepp on kiire kasvuga ja peamine tooraine pelletitööstusele ning hallil lepal puudub raievanus.

Sanglepikutes tehakse esimene valgustusraie alles pärast 10 aastat, sest puuduvad konkureerivad liigid, kes sanglepa välja tõrjuksid. Kindlasti tuleks eelistada seemnetekkelisi puid kännuvõsudele ja sangleppa ennast sookasele raiet tehes. Esimene valgustusraie võiks toimuda 10-15 aastases puistus (Tullus 2016).

1.2 Mustika kasvukohatüüp

Mustika kasvukohatüüp kuulub arumetsade klassi, palumetsade tüübirühma (Laas jt 2011: 168), moodustades kogu Eesti metsamaa jaotusest 5,7 %, olles pindalalt kaheksandal kohal kõikide kasvukohatüüpide seas. (Keskkonnaagentuur 2023). Lõviosa kasvukohatüübi metsadest on RMK majandada (87 600 ha) ning poole vähem sellest (44 200 ha) eraomandi majandada (Keskkonnaagentuur 2023). Antud kasvukohatüüp levib tugevasti leetunud huumuslikel leedemuldadel või gleistunud leedemuldadel. Puistutest domineerivad peamiselt männikud, esineb ka männi-kuuse segapuistuid, kõige vähem leidub

kuusepuistuid. Boniteet on valdavalt II – III. Keskmine vanus puistutel on 71 aastat ning tagavara 264 m^3/ha kohta. Hõredas alusmetsas võib leida pajusid, pihlakat, harilikku paakspuud ja kadakat. Alustaimestikus domineerivad puhmastena mustikas ja pohl. Väheste rohttaimede hulgast leidub leselehte, laanelille, sinihelmikat, palu – härgheina ja karvast piipheina. Tihedas samblavaibas esineb palusammalt, harilikku karusammalt, laanikut kui ka turbasamblaid (Laas jt 2011: 187)

1.3 Segametsade eelistamine

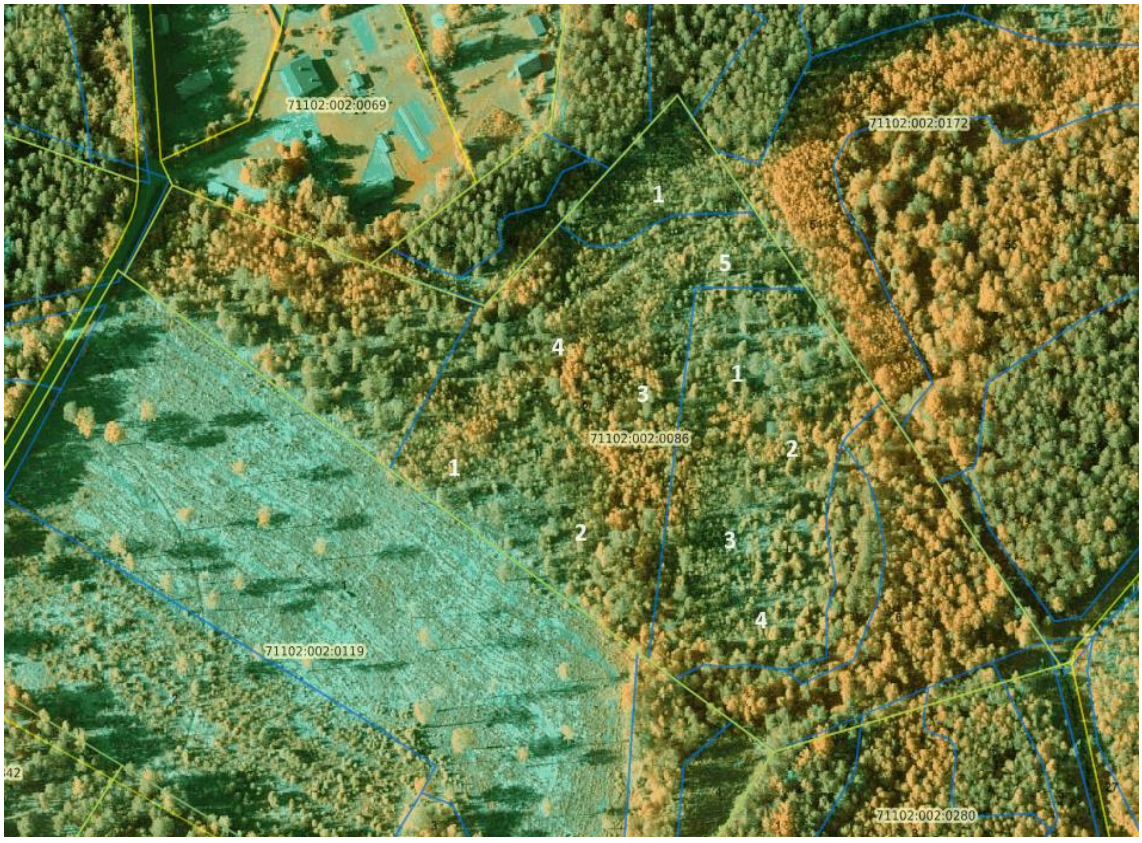
Segametsades moodustab kaasliigi osatähtsus vähemalt 10% ning võib esineda rohkem kui kahte liiki puid, koosnedes ainult okaspuu- või lehtpuuliikidest või ka okas- ja lehtpuuliikide segust (Laas jt 2011: 290). Kliimamuutused ja nende otseste tagajärgede ilmnemine, nagu põuaperioodide sagenemine, leebemad talved, laialdased üraskikahjustused ning sagedased intensiivsed tormid on jõudnud kohale ning mõjutavad metsaomanikke. Seepärast on oluline juba praegu kaaluda, millised kooslused, puuliigid ja majandamisvõtted sobivad sellesse muutuvasse konteksti (Reinapu 2023). Mets, mis on rikkalik erinevate puuliikide, putukate ja lindude poolest, suudab paremini vastu pidada nii põuale kui kuuse-kooreüraskile. Erinevate puuliikide olemasolu pikendab teekondi, mida ürask peab läbima, et leida järgmine sobiv elupaik kuuse näol (Tartes 2023).

Segapuistute kasvatamise üheks peamiseks eesmärgiks kliimamuutuste kõrval on kasvatada valgusnõudlikke ja varjutaluvaid liike koos ühes rindes. Eesti tingimustes üheks levinumaks selliseks kombinatsiooniks on kuusk – arukask (Laas jt 2011: 294). Hiljutiste uuringute tulemusena teame, et mändi ja kuuske segapuistus kasvatades laienevad nii kuuse kui ka männi juurestik võrreldes puhtpuistuga märkimisväärselt. See võimaldab puudel vee hankimist laiema ala pealt (Lutter jt 2021). Männipuud toimivad tänu sügavamale ulatuvatele juurtele pumpadena, tuues sügavamatest mullakihtidest vett ülespoole ning muutes selle teistele taimedele kättesaadavaks (Jactel jt 2018). Segametsa kasvatamise juures kõige olulisemad otsused tehakse metsakultuuri rajamise, hooldamise ja valgustusraie ajal. Just sel hetkel otsustatakse, millised puuliigid leiavad koha tulevikumetsa esimeses rindes (Erametsakeskus 2021).

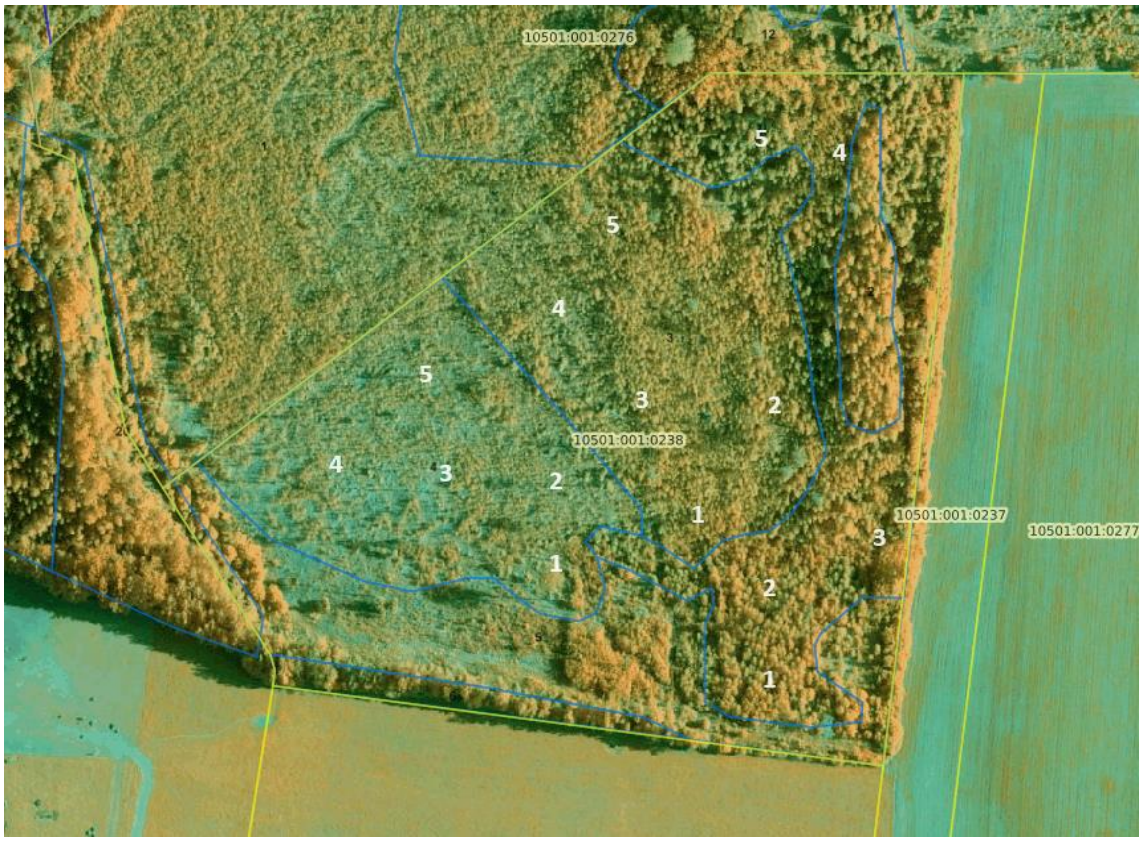
2. MATERJAL JA METOODIKA

2.1 Proovialade kirjeldus

Bakalaureusetöö andmed koguti erametsast valgustusraie eelselt ja valgustusraie järgselt kahelt kinnistult, mis asuvad Viljandi- ja Pärnumaal (joonis 2 ja 3). Proovitükkidel kasvavad kõigil kuuel eraldisel mustika kasvukohatüübi loodusliku tekkega noorendikud. Väike katastriüksuselt koguti andmeid eraldistelt 2, 3 ja 4 ning Sambla-Leo katastriüksuselt eraldistelt 1, 3 ja 4 (tabel 1). Sambla – Leo kinnistul eraldisel 1 oli varasemalt teostatud valgustusraie, ülejäänud viiel eraldisel ei oldud tehtud mitte ühtegi hooldusraiet. Sobivad kinnistud valis töö autor välja suvise ettevõttepraktika käigus.



Joonis 2. Kinnistu Väike Pärnumaal koos proovitükkide asukohtadega (allikas: Metsaportaal 2024).



Joonis 3. Kinnistu Sambla-Leo Viljandimaal koos proovitükkide asukohtadega (allikas: Metsaportaal 2024).

Tabel 1. Töös kasutatud noorendikud (allikas: Metsaportaal 2024)

Asukoht	Katastritunnus	Eraldised	Eraldiste pindala (ha)	Proovitükkide arv
Pärnumaa, Saarde vald, Väike	71102:002:0086	2; 3; 4	1,61; 0,25; 1,16	5; 1; 4
Viljandimaa, Mulgi vald, Sambla-Leo	10501:001:0238	1; 3; 4	1,52; 1,62; 1,36	5; 5; 5

2.2 Välitööd

Välitööd viis läbi töö autor. Töid teostati kokku 7.52 hektaril. Mõlema kinnistu puhul tehti välitöid kolmel eraldisel. Valgustusraied teostati 2023 aasta septembri keskel ja lõpus. Proovitükkide rajamisega alustati enne valgusraiete teostamist 2023 aasta septembri keskel. Enne valgustusraie teostamist vajalikud mõõtmised sooritati septembri keskel. Peale valgustusraie teostamist vajalikud mõõtmised tehti oktoobri ja märtsi alguses. Eraldistel

moodustati nelinurksed 100 m^2 proovitükid, mille nurgad märgiti nummerdatud punaste puit tokkidega (joonis 5). Kui proovitükil asetsesid puud liiga tihedalt, siis jagati 100 m^2 proovitükk kaheks 50 m^2 proovitükiks ning tulemused liideti. Selline teguviis kergendas tihedas noorendikus välitöö tegemist. Oluline oli jälgida printsiipi, et 3% eraldise pindalast saaks mõõdetud ja proovitükid asetseks ühtlaselt üle kogu eraldise. Kokku rajati kahe kinnistu peale 25 proovitükki, millest Väike kinnistule rajati 10 proovitükki ja Sambla – Leo kinnistule 15 proovitükki. Enne valgustusraiet mõõdeti proovitükkidel puude arv ja kõrgused puuliikide kaupa. Arvesse võeti kõik puu- ja põõsaliigid mis proovitükil kasvasid. Kõrguseid mõõdeti eesmärkpuuliikidel männil, kuusel ja kasel igal proovitükil 5 tükki, kasvukohatüübile mitte sobivatel puuliikidel remmelgal, haaval ja hallil lepal 2 tükki proovitüki kohta nende esinemise korral. Sama metoodikaga mõõtmisi teostati ka peale valgustusraiet (joonis 6), kuid siis jäid proovitükkidele alles ainult eesmärkpuuliigid. Kõrguste mõõtmistel kasutati 3,5m pikkust mõõtelatti ja kõrgusmõõtjat Haglöf ECII – D (joonis 4). Puidust lippidel värviti otsad märkevärviga punaseks ning metsas kohapeal vastavalt proovitükile kirjutati igale tokile peale proovitüki number, et pärast saaks täpselt samas kohas mõõtmisi teostada.

Joonis 4. Mõõtmistel kasutatud instrumendid: 3,5 m mõõtelatt, Haglöf ECII – D

Joonis 5. Proovitükkide rajamine ja olukord enne valgustusraiet.

Joonis 6. Olukord pärast valgustusraiet.

2.3 Andmete analüüs

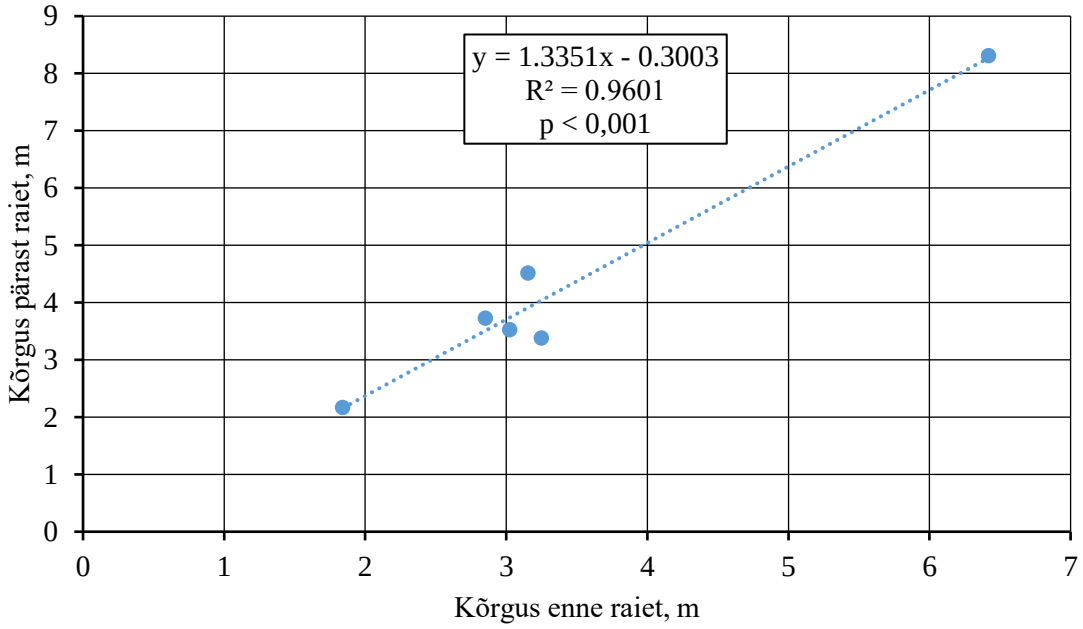
Käesoleva bakalaureusetöö andmeanalüüs teostati Microsoft Excel programmis, töö kirjaliku osa koostamisel kasutati tekstitöötlusprogrammi Microsoft Word.

Välitöödel koguti andmed paberkandjale ja nutitelefoni. Hiljem loodi Excelisse sobiva vorminguga tabel, kuhu märgiti kinnistu nimi, eraldise number, proovitükkide number ning puuliigid koos tükiarvudega ja kõrgustega. Selle tabeli põhjal koostati koondtabel, kus proovitükkidel mõõdetuga iseloomustati eraldist kui tervikut. Koondtabelisse arvutati keskmine kõrgus ja puude arv hektari kohta enne valgustusraiet ja pärast valgustusraiet puuliigiti, nende andmete abil koostati töös esitatud joonised.

3. TULEMUSED JA ARUTELU

3.1 Puistute kõrgused

Jooniselt 7 on näha, et puistu keskmiste kõrguste enne ja pärast raiet vahel on väga tugev seos (R^2 = 0,96, p < 0,001). Kui puistu kõrgus enne raiet erineb 1 m (näiteks ühe puistu keskmine kõrgus on 4 m ja teise puistu keskmine kõrgus on 5 m), siis pärast raiet on puistute kõrguste erinevus 1,3 m.



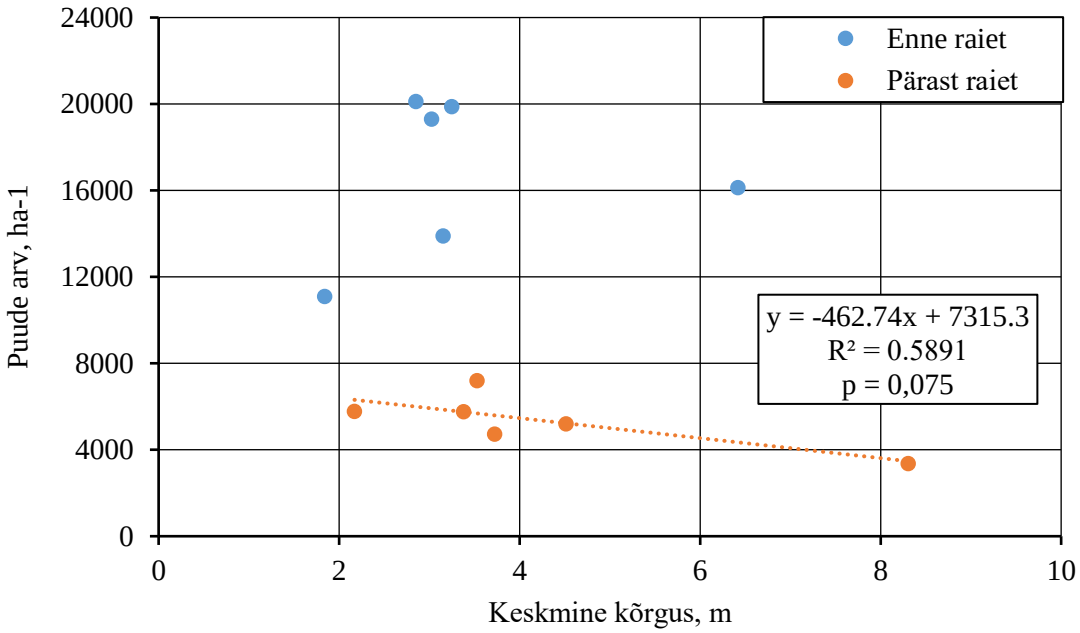
Joonis 7. Puistu keskmise kõrguse enne raiet sõltuvus puistu keskmise kõrgusega pärast raiet.

3.2 Puistute kõrguse ja arvukuse seos

Joonisel 8 on näha, et puude arv enne valgustusraiet on üsna varieeruv. Regressioonanalüüsi tulemuse järgi ei sõltu puude arv enne valgustusraiet puistu keskmisest kõrgusest: R^2 = 0,0234 ja p = 0,772. Puude arvu sõltuvus pärast raiet on tugevama seosega (R^2 = 0,5891, p

= 0,075). Olulisuse tõenäosus on üle 0,05, seega 95% usaldusnivoo juures ei ole seos oluline kuid 90% usaldusnivoo juures osutub seos oluliseks.

Viies puistus tehti esimene valgustusraie, ühes teine. Kasutades t-testi, kontrolliti kas esimese ja teise valgustusraie järgselt on puistute keskmised kõrgused usaldusväärselt erinevad ja puude arvud usaldusväärselt erinevad. Tulemuseks saadi, esimese ja teise valgustusraie järgselt on 95% usaldusnivoo juures puistute kõrgused usaldusväärselt erinevad (p = 0,006), aga puude arv ei ole usaldusväärselt erinev (p = 0,079). Samas 90%-lise usaldusnivoo juures on ka raiejärgsed puude arvud esimese valgustusraie järgselt ja teise valgustusraie järgselt erinevad.

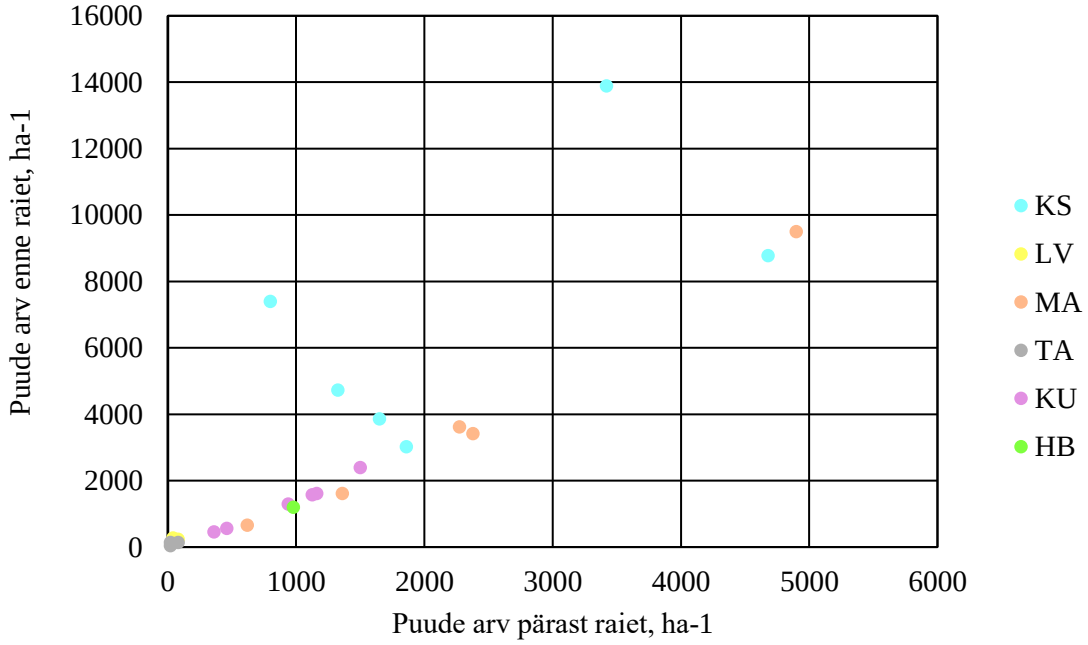


Joonis 8. Puistu keskmise kõrguse ja puude arvu vaheline seos (üle 6 m on teise valgustusraiega puistu, ülejäänud esimese valgustusraiega puistud).

3.3 Liigiline koosseis

Uuritud noorendike puuliikide arvukust kirjeldab joonis 9. Töös uuritud noorendikud olid valdavalt uuenenud samade puuliikidega, kuid koosseisud olid üsna eriilmelised. Arvuliselt kõige sagedasem puuliik enne raiet kuuel eraldisel oli kask, keskmiselt 6944 puud ha^{-1}. Okaspuudest esines mändi viiel eraldisel ja kuuske kuuel eraldisel vastavalt 3625 ja 1319

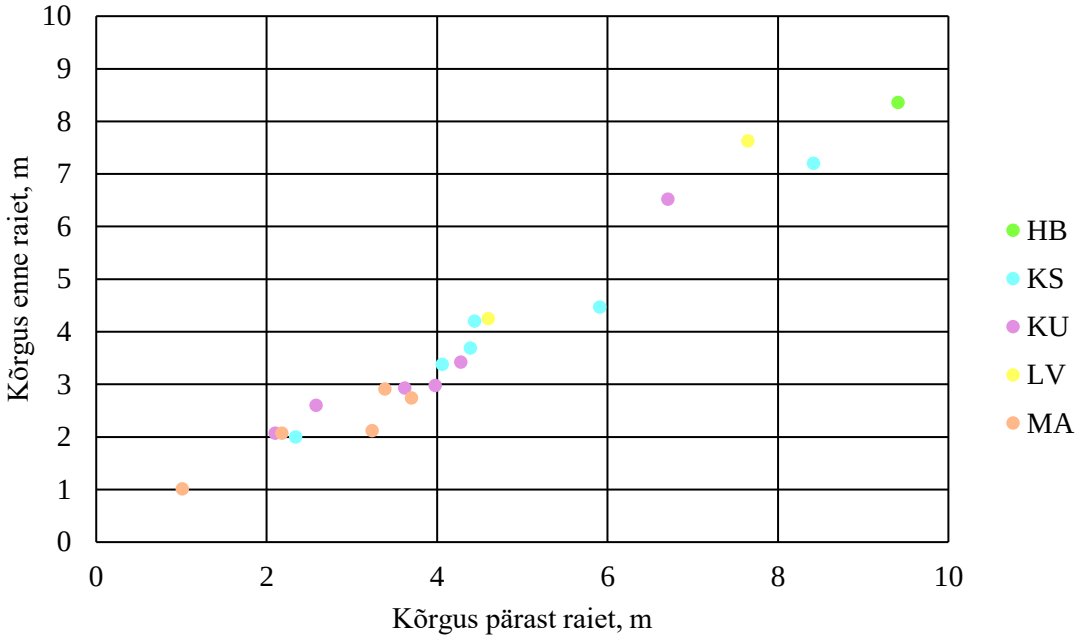
puud ha^{-1}. Ülejäänud lehtpuid esines üsna vähe. Haaba leidus kolmel eraldisel keskmiselt 840 puud ha^{-1} ning halli leppa kahel eraldisel 260 puud ha^{-1}. Väärispuuliik tamme leidus kolmel eraldisel keskmiselt 107 puuga ha^{-1}, mis on üllatavalt suur number, arvestades seda, et lõppraides on puid 300-600 ha^{-1}. Peale valgustusraiet jäi eraldistele alles keskmiselt 2289 kaske, 2307 mändi ja 924 kuuske ha^{-1}. Kolmest eraldisel ühel jäi haab koosseisu alles 980 puuga ha^{-1}, sest koosseisus ei esinenud harilikku mändi, mis oleks soosinud haava välja raiumist. Samuti jäi alles mõlemal eraldisel alles halli leppa kus seda esines, keskmiselt 60 puud ha^{-1}. Tamme säilitati kolmel eraldisel keskmiselt 40 puuga ha^{-1}. Põõsaliike valgustusraiete käigus ei säilitatud.



Joonis 9. Puuliikide arvukus eraldistel enne ja pärast raiet.

Kõrguskasvus domineerisid lehtpuud (joonis 10). Kase keskmiseks kõrguseks oli enne raiet 4,16 m, haaval 5,14 m ja hall lepal 5,94 m. Mändide kõrgus oli ligi poole väiksem ehk 2.17 m ning kuusk 3.42 m kõrge. Pärast raiet puude keskmine kõrgus kasvas märkimisväärselt. Kase keskmiseks kõrguseks mõõdeti 4,93 meetrit, männil 2,7 meetrit, kuusel 3,88 meetrit, haaval 9.41 meetrit ning halli lepa kõrguseks 6.13 meetrit. Haab raiuti välja täielikult 2 eraldisel ja keskmine kõrgus tõusis hüppeliselt ainult 1 eraldise arvelt, kus haab jäi kaaspuuliigiks. Valgustusraie järgselt tõusid keskmised kõrgused järgmiselt: kasel 0,8 m, männil 0,5 m, kuusel 0,5 m, hall lepal 0,2 m. Töös tehtud mõõtmised andsid kinnituse

teadmisele, et kasvukiiruses okaspuud lehtpuudega esimestel kasvuaastatel konkureerida ei suuda.

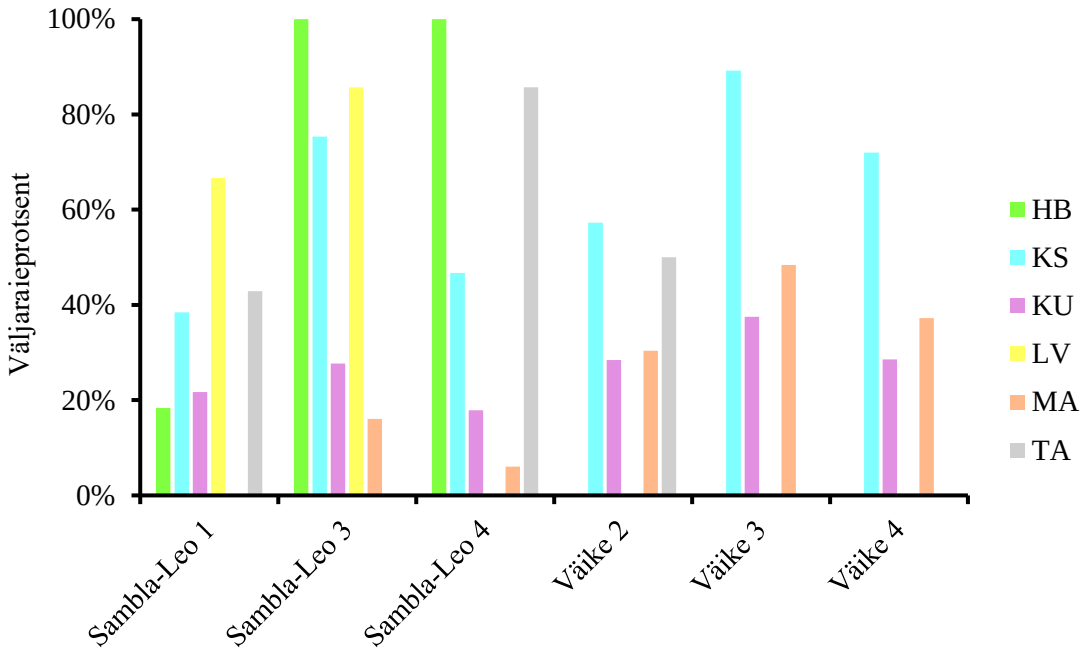


Joonis 10. Puuliikide keskmine kõrgus eraldistel enne ja pärast raiet.

3.4 Väljaraie

Protsentuaalselt raiuti välja rohkem lehtpuid (joonis 11), eriti haaba, mille välja raiumine on ka soovituslik mustika kasvukohatüübi noorendikes valgustusraiete tegemisel. Kõige vähem aga raiuti välja mändi ja kuuske, sest eesmärk oli eelistada neid teiste puuliikide ees, kui kõige sobilikumad puuliigid mustika kasvukohatüübis. Samas jäid mõningatel eraldistel kasvama hallid lepad nendes puistu osades, kus puudus looduslik männi, kuuse või kase uuendus. Väike kinnistul haaba ei esinenud, millest võib eeldada, et varasema metsapõlve koosseisus haab puudus. Kõige vähem aga raiuti mändi ja kuuske, sest eesmärk oli eelistada

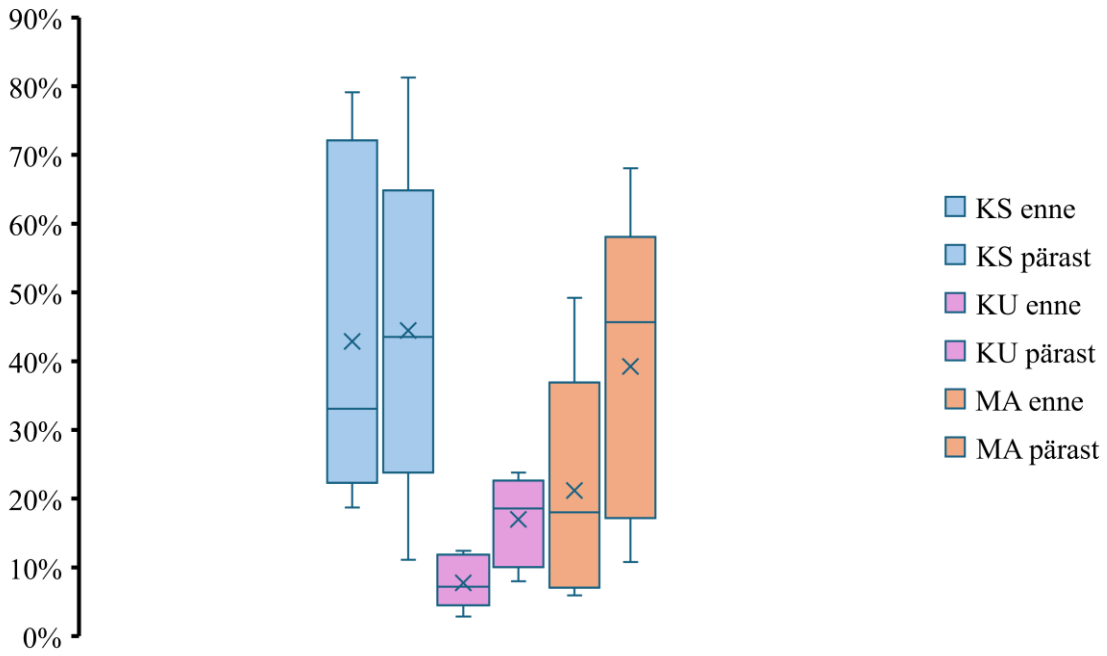
neid teiste puuliikide ees. Lisaks raiuti igal eraldisel välja põõsaliigid (paju, paakspuu ja pihlakas).



Joonis 11. Suhteline väljaraie eraldiste kaupa puuliigiti.

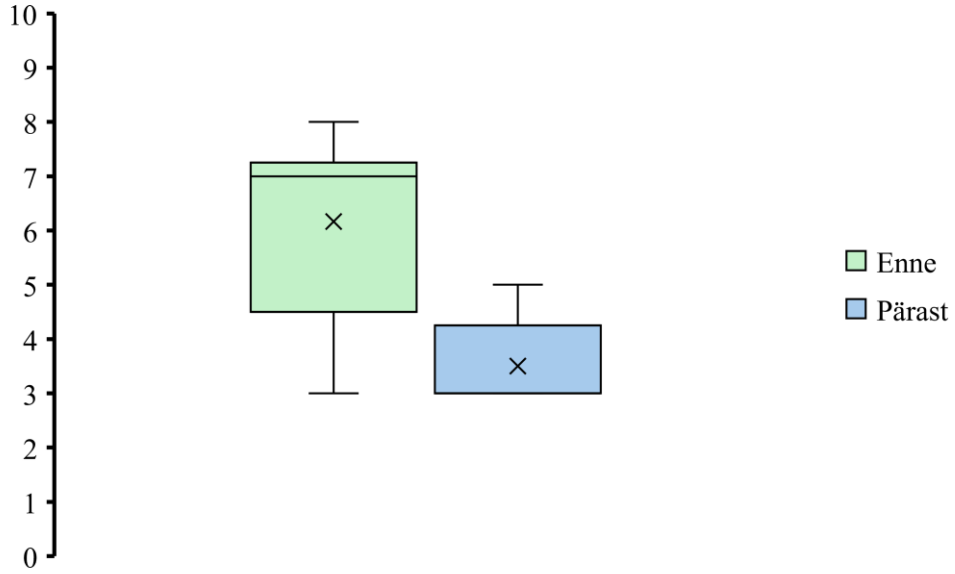
3.5 Koosseisukordajad

Puistute koosseisu kirjeldab joonis 12. Männi ja kuuse koosseisukordajad on raiejärgselt usaldatavalt suuremad kui raie-eelselt (Studenti t-testi tulemusel mõlemal juhul $p<0,05$), kase kooseisukordaja usaldusväärselt ei erine enne ja pärast valgustusraiet. Raiete tulemusena okaspuude osatähtsus puistutes suurenes kaks korda, mis on tingitud suures koguses lehtpuude väljaraiumisest. Jooniselt selgub, et pärast raiet on metsa koosseisus esindatud antud kasvukohatüübile sobivaimad puuliigid mänd, kuusk ja kask.



Joonis 12. Puistuelementide koosseisukordajad enne ja pärast raiet.

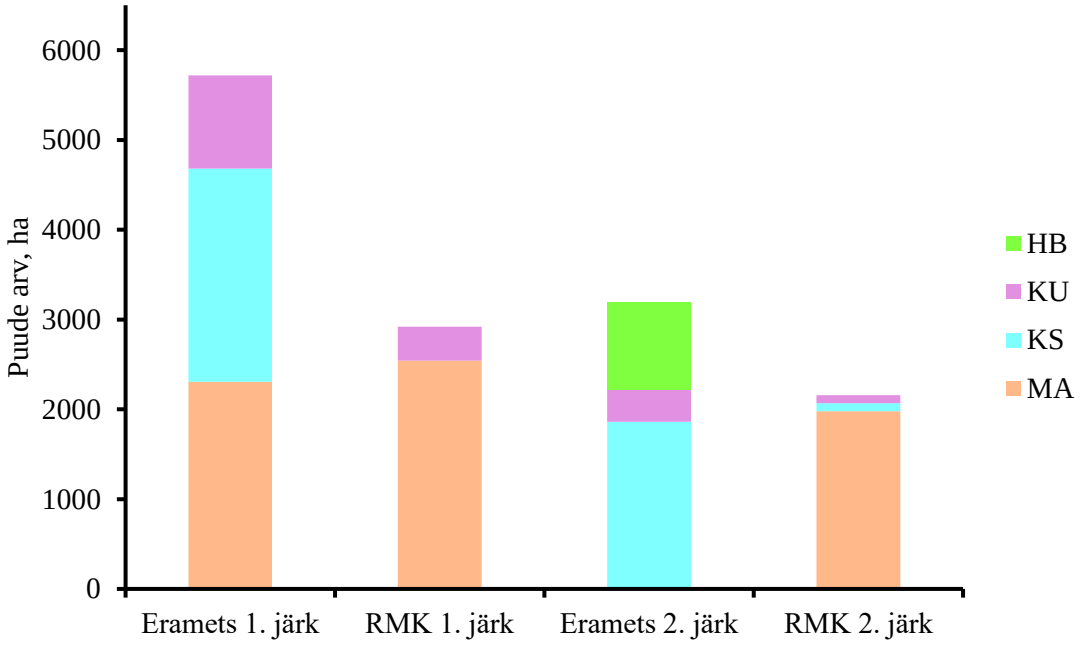
Joonis 13 kirjeldab puuliikide esinemist enne ja pärat raieid. Enne valgustusraiet esines uuritud eraldistel keskmiselt 6,2 puuliiki (mänd, kuusk, kask, haab, valge lepp, tamm, paju, paakspuu ja pihlakas). Alles jäi raiejärgselt uuritud aladele keskmiselt 3,5 puuliiki (mänd, kuusk, kask, haab, valge lepp) ehk ligikaudu pooled liigid raiuti välja.



Joonis 13. Puu- ja põõsaliikide arv enne ja pärast raiet.

3.6 Arvukuse võrdlus RMK andmetega

Joonisel 14 on esitatud olukord valgustusraiete järgselt. Erametsa andmed on kogutud töö autori poolt ning riigimetsa andmed on saadud A. Jääratsi Metsanduse programmi projekti nr 15071 aruandest (2020). Võrdluseks toodi sama kasvukohatüübi (mustika) noorendikud. Riigimetsa noorendikud on rajatud istutamise teel, erametsa noorendikud on uuenenud looduslikult. Arvutuste käigus selgus, et erametsas jäi peale esimest valgustusraiet hektarile kasvama ligi kaks korda rohkem puid 3 liigist keskmiselt kokku 5800 puud ha^{-1}, riigimetsas vastavalt 2900 puud ha^{-1}. Teise valgustusraie järgselt on puude arv erametsas keskmiselt 3200 puud ha^{-1} ja riigimetsas 2100 puud ha^{-1}. Riigimetsa puistud kujundati valgustusraiete käigus männikuteks, mida kohustab ka etteantud riigimetsa valgustusraiete kvaliteeditingimused. Erametsa puistud kujundati segametsadeks, mis oli ka metsaomaniku sooviks ja mida võimaldas ka looduslik metsa uuendus. Erametsa eraldisel kus oli teostatud valgustusraie teist korda, loodus mändi külvanud ei olnud, mis tähendab seda, et jättes puistu looduslikule uuenemisele, ei tea kunagi milliste puuliikidega noorendik uueneb, sest männi seemnepuid esines kõigil kuuel erametsa eraldisel.



Joonis 14. Puude arv puuliigiti pärast valgustusraiet.

3.7 Prognoositav tulu tulevikus

Omaniku tulu ühelt hektarilt hooldatud metsamaalt esimeseks harvendusraieks prognoosituna 2023 aasta erametsa keskmiste ümarmaterjali müügi hindade alusel on välja toodud tabelis 2, ning tabelis 3 hooldamata metsamaalt. Sortimendid ja raiutavad kogused mustika kasvukohatüübis on saadud Andres Jääratsi Metsanduse programmi projekti nr 15071 aruandest (2020).

Tabel 2. Prognoositav tulu esimeseks harvendusraieks valgustusraietega hooldatud metsas.

Enamuspuuliik	Kasvukoha-tüüp	Sortiment	Raiutavad kogused, tm/ ha	Aasta keskmine hind eur/tm	Materjali müügist saadav tulu/ha
MA	MS	palk	10.50	91.01	956
		peenpalk	22.67	83.17	1885
		paberipuit	10.93	56.87	622
		küttepuit	1.05	42.83	45
		Kokku	**45.15**		**3508**

Tabel 3. Prognoositav tulu esimeseks harvendusraieks valgustusraietega hooldamata metsas.

Enamuspuuliik	Kasvukoha-tüüp	Sortiment	Raiutavad kogused, tm/ha	Aasta keskmine hind eur/tm	Materjali müügist saadav tulu/ha
MA	MS	palk	8.40	91.01	764
		peenpalk	18.14	83.17	1509
		paberipuit	8.74	56.87	497
		küttepuit	0.84	42.83	36
		Kokku	**36.12**		**2806**

Võttes aluseks RMK 2023 aasta valgustusraie tööde keskmise hinna, mis on 285 eur/ha on võimalik väita, et tehes ühes puistus kaks korda valgustusraiet, teenitakse tehtud kulutused tagasi esimesel harvendusraiel. Lisaks on harvendusraie mõju veel suurem lõppraiel, kus saadakse selle tulemusena kvaliteetsemat palki. Hooldatud okaspuupuistud on ligikaudu

20% väärtuslikumad kui hooldamata puistud. Lisaks suuremale puidu tootlikkusele on hooldatud puistutest võimalik tulevikus 30% suurem jäme ja peenpalgi osakaal kui hooldamata puistus. Tabelis 2 on raiutavad kogused kujutatud 20% suuremana tänu valgustusraietele.

KOKKUVÕTE

Käesolevas bakalaureusetöös uuriti loodusliku uuenduse liigilist koosseisu ja selle näitajaid enne ja peale valgustusraieid mustika kasvukohatüübis. Analüüsiti keskmisi kõrguseid, tükiarvu ja koosseisu. Välitöid teostati kahel kinnistul ja kuuel eraldisel.

Antud bakalaureusetöö eesmärkideks oli välja selgitada, kuidas muutub noorendike koosseis valgustusraie tulemusena ning võrrelda liigilist ja parameetrilist olukorda valgustusraie eelselt ja järgselt looduslikult uuenenud noorendikes. Lisaks võrreldi erametsa noorendike liigilist koosseisu ja tükiarvu 2020. aastal kogutud A. Jääratsi Metsanduse programmi projekti nr 15071 aruandest saadud riigimetsa mustika kasvukohatüübi noorendike koosseisu ja tükiarvuga.

Töö tulemustest võib järeldada, et valgustusraie mõju koosseisu kujundamisel on suur. Ilma valgustusraieteta oleks uuritud eraldised suure tõenäosusega kujunenud kaasikuteks, sest männid ei suuda kasvada esimesse rindesse, kui nad on jäänud teiste puude varju. Looduslikult uuenenud metsade hooldamine valgustusraietega on üks tähtsamaid metsamajanduslikke võtteid noore metsa suunamisel ja arengul, kuna taimede konkurents kasvuruumile on väga suur. Lisaks teenib valgustusraietele tehtud kulutused metsaomanik tagasi pärast esimest harvendusraiet.

Valgustusraie töö meetodiks osutus alameetodil raie, ehk puistutest raiuti välja hukkuvaid ja kasvus alla jäänud puid. Andmete analüüsimisel selgus asjaolu, et alameetodil valgustusraie kõrguskasvu suuri vahesid okas- ja lehtpuude vahel ei võrdsustanud, mis tähendab, et ühevanuselises looduslikult uuenenud puistus, mida soovitakse kujundada segametsaks ja kus pole varasemalt ühtegi hooldusraiet tehtud, oleks mõistlik raiuda lehtpuid ülemeetodil ehk ülevalitsevad puud kooseisust eemaldada ning okaspuid alameetodil**,** mis aitab kaasa männi jõudmiseks esimesse rindesse. Selleks, et tulevikus oleksid terved puistud, kus kasvavad kasvukohale sobivad ja ka majanduslikult otstarbekad puuliigid on valgustusraie möödapääsmatu metsakasvatuslik võte, nii istutatud kultuuri kui ka loodusliku uuenduse hooldamisel.

KASUTATUD KIRJANDUS

Erametsakeskus (2021). Segametsade kasvatamine. [veebileht] https://www.erametsee/wp-content/uploads/2021/04/segamets-2-web.pdf (18.04.2024)

Erametsakeskus (2022). Metsa hooldamine on tark investeering. [veebileht] https://www.erametsee/toetuste-info-ja-teated/metsa-hooldamine-on-tark-investeering/ (07.04.2024).

Erametsakeskus (2024). Metsa hooldamine. [veebileht] https://www.erametsee/noustamine/metsaomanikule/metsa-hooldamine/ (07.04.2024).

Fahlvik, N., Berglund, M., Holmström, H., Nilsson, U. (2018). Simulation of the long-term effects of diferent strategies for precommercial thinning in *Pinus Sylvestris. – Scandinavian Journal of Forest Research.* Vol. 33. lk 347-356. DOI: 10.1080/02827581.2017.1383508.

Hepner, H. (2023). Puiduturu hinnaülevaade jaanuar 2024. [veebileht]. https://erametsaliit.ee/puidu-hinnainfo/. (02.05.2024).

Huuskonen, S., Hynynen J. (2006). Timing and intensity of precommercial thinning and their effects on the first commercial thinning in Scots pine stands. – *Silva Fennica.* Vol. 40. lk 645-662. DOI:10.14214/sf.320.

Jactel, H., Gritti, E. S., Drössler, L., Forrester, D. I., Mason, W. L., Morin, X., Pretzsch, H., Castagneyrol. (2018). Positive biodiversity-productivity relationships in forests: climate matters. – *The royal society publishing.* Vol. 14. DOI:10.1098/rsbl.2017.0747.

Keskkonnaagentuur (2023). Aastaraamat mets 2021. Tallinn. 337 lk.

Laas, E., Uri, V., Valgepea, M. (2011). Metsamajanduse alused. Tartu: Tartu Ülikooli Kirjastus. 862 lk.

Lutter, R., Henriksson, N., Lim, H., Blasko, R., Magh, R. K., Näsholm, T., Nordin, A., Lundmark, T., Marshall, J. D. (2021). Belowground resource utilization in monocultures and mixtures of Scots pine and Norway spruce. – *Forest Ecology and Management.* Vol. 500. DOI:10.1016/j.foreco.2021.119647.

Mattila, U. (2005). Probability models for pine twisting rust (*Melampsora pinitorqua*) damage in Scots pine (*Pinus sylvestris*) stands in Finland. – *Forest Pathology.* Vol 35(1). lk 9-21. DOI:10.1111/j.1439-0329.2004.00382.x.

Metsakasvatuslike võtete rakendamine noorendike koosseisu kujundamisel. KIK metsanduse programmi projekti nr 15071 aruanne. (2020). Koost. Jäärats, A. Tartu: Eesti Maaülikool, metsandus- ja maaehitusinstituut. 34 lk.

Metsaportaal (2024). [veebileht] https://register.metsad.ee/#/ (10.03.2024).

Metsaseadus. (vastu võetud 07.06.2006, viimati jõustunud 01.07.2023). – *Riigi teataja* https://www.riigiteataja.ee/akt/130122015032?leiaKehtiv (02.04.2024).

Metsaühistu (2018). Ka puud võivad olla haiged. [veebileht] https://metsauhistu.ee/ka-puud-voivad-olla-haiged/ (22.04.2024).

Reinapu, G. (2023). Tulevikumetsade rajamisel on aeg tegutseda uut moodi. https://shorturl.at/AEHNX (18.04.2024).

Zalitis, T., Zalitis, P. (2007). Growth of young stands of silver birch (Betula pendula Roth.) depending on pre-commercial thinning intensity. – *Baltic Forestry*. Vol. 13(1). lk 61-67.

Tartes, U. (2023). Kuuse kooreürask – kellega tegu, miks levib ja kuidas ohjeldada? https://www.youtube.com/watch?v=HL5WKmvs3Fc (18.04.2024).

Tullus, H. (2016). Lehtmetsade kasvatamine. Tartu: SA Erametsakeskus. 56 lk.

LISAD

Lisa 1. Enne valgustusraiet kogutud andmed

Eraldis	Pr.tk nr	Puuliik	Tükiarv	H1	H2	H3	H4	H5	Üksus	Arv ha
2	1	MA	25	3.3	2.1	2.4	3.4	2.7	Väike	2500
2	1	KS	59	3.8	6.5	6.8	4.6	5.4	Väike	5900
2	1	KU	9	1.9	1.2	1.6	1.6	1.4	Väike	900
2	1	PA	48	3.7	3.9				Väike	4800
2	1	PK	42						Väike	4200
2	1	TA	1						Väike	100
2	2	MA	62	2.1	3.3	1.7	2.1	2	Väike	6200
2	2	KS	47	2.5	2.8	2.5	2.7	4	Väike	4700
2	2	KU	11	3.8	1.4	5.3	1	4.7	Väike	1100
2	2	PA	3	2.5	2.1				Väike	300
2	2	PK	6						Väike	600
2	2	TP	18						Väike	1800
2	2	PI	1						Väike	100
2	3	MA	10	3.1	3	2.6	2.3	2.4	Väike	1000
2	3	KS	25	5.7	3.8	4.4	4	2.5	Väike	2500
2	3	KU	19	6.5	5.9	6.8	7.1	5.7	Väike	1900
2	3	PA	112	3.8	4.2				Väike	11200
2	3	PK	19						Väike	1900
2	3	PI	2						Väike	200
2	4	MA	41	5.1	2.3	2.9	2.5	2.2	Väike	4100
2	4	KS	46	5.2	5.4	3.4	6.7	4.3	Väike	4600
2	4	KU	14	2	4.4	1	1.6	1.1	Väike	1400
2	4	PK	11						Väike	1100
2	4	TP	21						Väike	2100
2	5	MA	33	3.4	3.5	2.9	2.4	2.8	Väike	3300
2	5	KS	16	7	5.6	2.6	4.1	5.4	Väike	1600
2	5	KU	28	6.2	3.6	5.2	1.7	2.9	Väike	2800
2	5	PA	1	4.7					Väike	100
2	5	PK	3						Väike	300
2	5	TP	6						Väike	600
2	5	TA	1						Väike	100
3	1	MA	95	2.7	2.1	2.2	1.9	1.7	Väike	9500
3	1	KS	74	4.7	5.2	4.1	4.6	2.4	Väike	7400
3	1	KU	24	1.4	4.8	1	2.3	5.4	Väike	2400
4	1	MA	66	3.1	3.4	3.3	3.2	2.6	Väike	6600
4	1	KS	55	3.3	2.4	3.4	5.2	4.5	Väike	5500
4	1	KU	11	2.6	2.9	1.7	2.6	1.8	Väike	1100
4	1	PA	96	2.4	2.1				Väike	9600
4	1	PK	59						Väike	5900

Lisa 1. järg

4	2	MA	21	2.3	3.8	2.9	2.1	2	Väike	2100
4	2	KS	80	3.8	5.9	5.7	3.4	2.9	Väike	8000
4	2	KU	15	6	5.4	2.1	2	4.3	Väike	1500
4	2	PA	153	3.7	3.4				Väike	15300
4	2	PK	17						Väike	1700
4	3	MA	25	2.7	4.3	3.9	3.2	2.8	Väike	2500
4	3	KS	43	4.2	4.7	3.5	3.8	4	Väike	4300
4	3	KU	19	2.5	3.6	1.8	2.7	1.6	Väike	1900
4	3	PA	47	3.9	4.4				Väike	4700
4	3	PK	20						Väike	2000
4	4	MA	33	2.3	1.7	2.1	2.5	3.9	Väike	3300
4	4	KS	11	4.3	2	1.6	2.2	2.9	Väike	1100
4	4	KU	18	1.9	2.5	2.3	4.2	4	Väike	1800
4	4	PA	11	2.7	3.2				Väike	1100
4	4	PK	5						Väike	500
1	1	KS	37	4.6	10.3	9.3	8.7	11.3	Sambla-Leo	3700
1	1	KU	1	8.5					Sambla-Leo	100
1	1	PA	34	6.9	6.2				Sambla-Leo	3400
1	1	PK	56						Sambla-Leo	5600
1	1	HB	4	10.2	9.6	5.7	5.9		Sambla-Leo	400
1	1	TA	5						Sambla-Leo	500
1	2	KS	44	8.1	10.4	7.2	11	9.9	Sambla-Leo	4400
1	2	KU	4	2.2	7.4	6.9	5.9		Sambla-Leo	400
1	2	HB	11	11.2	10.1				Sambla-Leo	1100
1	2	LV	8	8.5	7				Sambla-Leo	800
1	2	PA	86	5.4	6.6				Sambla-Leo	8600
1	2	PK	22						Sambla-Leo	2200
1	2	TA	1						Sambla-Leo	100
1	3	KS	20	10.5	8.1	5.4	4.6	4.9	Sambla-Leo	2000
1	3	KU	8	3.8	2.3	6.8	5.8	4.4	Sambla-Leo	800
1	3	HB	14	10.9	9.7				Sambla-Leo	1400
1	3	LV	4	8.3	6.7				Sambla-Leo	400
1	3	PA	23	5.1	4.8				Sambla-Leo	2300
1	3	PK	167						Sambla-Leo	16700
1	4	KS	36	8.1	6.1	7.9	7.4	8	Sambla-Leo	3600
1	4	KU	4	3.7	7.8	9.1	5.6		Sambla-Leo	400
1	4	HB	24	9	10.2				Sambla-Leo	2400
1	4	PA	11	3	3.9				Sambla-Leo	1100
1	4	PK	87						Sambla-Leo	8700
1	4	SP	3						Sambla-Leo	300

Lisa 1. järg

1	5	KS	14	2.8	6	4.9	2.1	2.3	Sambla-Leo	1400
1	5	KU	6	6.6	12.4	9.7	12.9	2.1	Sambla-Leo	600
1	5	HB	7	3.7	4.1				Sambla-Leo	700
1	5	TA	1						Sambla-Leo	100
1	5	PA	7	3.4	3.3				Sambla-Leo	700
1	5	PK	58						Sambla-Leo	5800
3	1	MA	3		2.7	1.5	1.2		Sambla-Leo	300
3	1	KS	176	2.5	2.6	2.3	4.9	5.1	Sambla-Leo	17600
3	1	KU	14	2.8	3.6	3.8	2.9	3.6	Sambla-Leo	1400
3	1	PA	68	3.1	3.4				Sambla-Leo	6800
3	1	HB	27	4.1	4.9				Sambla-Leo	2700
3	2	MA	17	2.9	2.3	2.1	3.5	1.4	Sambla-Leo	1700
3	2	KS	91	2.7	3.7	2.3	4	3.6	Sambla-Leo	9100
3	2	KU	13	1.4	2	1	1.8	3	Sambla-Leo	1300
3	2	LV	14	4.4	4.1				Sambla-Leo	1400
3	2	HB	8	5.2	4.9				Sambla-Leo	800
3	3	MA	22	3.2	2.9	1.6	1.3	2.1	Sambla-Leo	2200
3	3	KS	85	2.3	2.1	2.1	3.2	3.1	Sambla-Leo	8500
3	3	KU	12	4	2.9	3.5	3.9	2.7	Sambla-Leo	1200
3	3	PA	3	4.3	3.5				Sambla-Leo	300
3	3	HB	5	5	5.2				Sambla-Leo	500
3	4	MA	31	2.9	1.4	3.3	1.1	2.7	Sambla-Leo	3100
3	4	KS	135	3.1	5.2	2.6	4	2.6	Sambla-Leo	13500
3	4	KU	20	2.3	2.5	2.5	2.8	2.6	Sambla-Leo	2000
3	4	PA	11	3	2.9				Sambla-Leo	1100
3	5	MA	8	1.4	2.8	1	1.1	1.2	Sambla-Leo	800
3	5	KS	207	3	5.6	3.8	6	2.1	Sambla-Leo	20700
3	5	KU	6	1.2	2.7	1.5	2.4	1.6	Sambla-Leo	600
3	5	PK	13						Sambla-Leo	1300
3	5	HB	5	4.6	3.8				Sambla-Leo	500
4	1	MA	3	1.2	1.1	0.7			Sambla-Leo	300
4	1	KS	99	1.7	2.9	2.8	2.2	2.5	Sambla-Leo	9900
4	1	KU	13	3	3.2	3.7	2.3	2	Sambla-Leo	1300
4	2	MA	14	1.6	0.8	1	1.1	1	Sambla-Leo	1400
4	2	KS	80	2	1.8	1.9	1.9	2.1	Sambla-Leo	8000
4	2	KU	10	2	3.2	2.5	2.3	1.7	Sambla-Leo	1000
4	2	TA	4						Sambla-Leo	400
4	2	HB	14	3.6	2.5				Sambla-Leo	1400
4	3	MA	9	1.2	1	0.9	1.2	1.1	Sambla-Leo	900
4	3	KS	87	2.3	2.1	2	2	1.8	Sambla-Leo	8700

Lisa 1. järg

4	3	PK	13						Sambla-Leo	1300
4	4	MA	2	0.9	0.7				Sambla-Leo	200
4	4	KS	59	2.5	1.6	1.6	2.3	1.7	Sambla-Leo	5900
4	5	MA	5	1.2	1	1	0.8	0.7	Sambla-Leo	500
4	5	KS	114	1.8	2.3	1.5	1.6	1.1	Sambla-Leo	11400
4	5	KU	5	1	1	0.9	1.1	1.2	Sambla-Leo	500
4	5	PK	9						Sambla-Leo	900
4	5	PA	5	0.6	0.7				Sambla-Leo	500
4	5	TA	3						Sambla-Leo	300
4	5	HB	7	1.8	1.5				Sambla-Leo	700

Lisa 2. Pärast valgustusraiet kogutud andmed

Eraldis	Pr.tk nr	Puuliik	Tükiarv	H1	H2	H3	H4	H5	Üksus	Arv ha
2	1	MA	16	3.2	4.7	4.5	4.4	3.3	Väike	1600
2	1	KS	18	5.8	5.9	6.3	3.7	6.9	Väike	1800
2	1	KU	6	3	1.1	3.7	1.6	1.2	Väike	600
2	2	MA	45	2.5	3.5	4.7	3.4	2.3	Väike	4500
2	2	KU	8	5.3	4.7	5.1	6.3	6.6	Väike	800
2	3	MA	6	3.6	2.2	2.8	5.8	5.9	Väike	600
2	3	KS	13	3.8	5.8	6	6.3	5.9	Väike	1300
2	3	KU	18	6.5	5.9	7.8	6.8	7.1	Väike	1800
2	4	MA	27	3.2	3.3	3.5	3.7	5.9	Väike	2700
2	4	KS	30	6.6	5.4	6.9	7.5	7.3	Väike	3000
2	4	KU	6	2.4	3.9	3.4	2.1	1	Väike	600
2	5	MA	25	3.4	3.9	3.7	2.5	2.7	Väike	2500
2	5	KS	5	4.5	3.6	5.6	7	7.3	Väike	500
2	5	KU	20	3.4	5.1	3.5	2.6	6.9	Väike	2000
2	5	TA	1						Väike	100
3	1	MA	49	3.7	3.3	3	3.5	2.7	Väike	4900
3	1	KS	8	5.4	2.7	5.3	4.5	4.3	Väike	800
3	1	KU	15	3.7	1.5	4.7	4.6	5.4	Väike	1500
4	1	MA	37	3.3	4.4	4.2	2.7	3.6	Väike	3700
4	1	KS	12	3.4	3.9	3.8	4.5	5.2	Väike	1200
4	1	KU	6	1.4	1.7	2.6	5.9	6.7	Väike	600
4	2	MA	11	3.8	2.4	2.5	2.8	4	Väike	1100
4	2	KS	29	3.7	4.4	5.6	6.1	6.2	Väike	2900
4	2	KU	10	3.3	4.1	5.4	5.6	6	Väike	1000
4	3	MA	19	2.2	4	3.4	4.5	4.2	Väike	1900
4	3	KS	10	3.8	4.7	4.2	4	4.1	Väike	1000
4	3	KU	15	3.6	3.2	2.3	3	1.7	Väike	1500
4	4	MA	24	2.9	3.4	2.5	3.6	3.4	Väike	2400
4	4	KS	2	2.8	4.3				Väike	200
4	4	KU	14	2.8	3.4	1.8	3.7	4.2	Väike	1400
1	1	KS	25	11.3	9.8	9.2	8	10.7	Sambla-Leo	2500
1	1	KU	1	8.5					Sambla-Leo	100
1	1	HB	2	10.2	9.6				Sambla-Leo	200
1	1	TA	3						Sambla-Leo	300
1	2	KS	32	12.4	10.1	11.2	10.4	8.2	Sambla-Leo	3200
1	2	KU	3	2.2	7.4	6.9			Sambla-Leo	300
1	2	HB	6	12	12.7				Sambla-Leo	600
1	2	LV	2	8.4	7.3				Sambla-Leo	200
1	3	KS	13	3.6	4.1	10.6	9.7	5.2	Sambla-Leo	1300

Lisa 2. järg

1	3	KU	4	2.9	3.1	7	6.1		Sambla-Leo	400
1	3	HB	12	11.9	10.7				Sambla-Leo	1200
1	3	LV	2	8.3	6.6				Sambla-Leo	200
1	4	KS	21	8.1	7.6	8.2	7.9	8.1	Sambla-Leo	2100
1	4	KU	4	3.7	7.8	9.1	5.6		Sambla-Leo	400
1	4	HB	24	10.2	9				Sambla-Leo	2400
1	5	KS	2	6	4.9				Sambla-Leo	200
1	5	KU	6	6.6	9.8	12.4	12.9	2.1	Sambla-Leo	600
1	5	HB	5	3.7	4.1				Sambla-Leo	500
1	5	TA	1						Sambla-Leo	100
3	1	MA	3	2.7	1.5	1.2			Sambla-Leo	300
3	1	KS	51	5.3	3.6	2.7	5.6	5.4	Sambla-Leo	5100
3	1	KU	8	2.8	3.6	2.8	2.9	3.6	Sambla-Leo	800
3	2	MA	17	2.9	2.3	2.1	3.5	1.4	Sambla-Leo	1700
3	2	KS	17	2.5	4.2	4	3.7	3.9	Sambla-Leo	1700
3	2	KU	9	2	1.8	1.3	1.8	3	Sambla-Leo	900
3	2	LV	2	4.4	4.8				Sambla-Leo	200
3	3	MA	16	2.4	2	2	3.2	2.5	Sambla-Leo	1600
3	3	KS	32	3.1	3.3	3	3.2	3.8	Sambla-Leo	3200
3	3	KU	9	2.9	3.5	4	3.9	2.7	Sambla-Leo	900
3	4	MA	24	1.7	2	3.3	3.3	2.7	Sambla-Leo	2400
3	4	KS	18	4.1	5.2	2.9	4	3.2	Sambla-Leo	1800
3	4	KU	15	2.3	2.4	2.5	2.8	2.6	Sambla-Leo	1500
3	5	MA	8	1.4	2.8	1	1.1	1.2	Sambla-Leo	800
3	5	KS	53	4	4.9	5.2	5.9	4.8	Sambla-Leo	5300
3	5	KU	6	1.2	2.7	1.5	2.4	1.6	Sambla-Leo	600
4	1	MA	3	1.2	1.1	0.7			Sambla-Leo	300
4	1	KS	48	2.8	2.7	2.9	2.2	2.9	Sambla-Leo	4800
4	1	KU	12	3	3.2	3.4	3.7	2.3	Sambla-Leo	1200
4	2	MA	14	1.6	1.1	1	1	0.8	Sambla-Leo	1400
4	2	KS	44	1.7	1.9	3.2	2	1.6	Sambla-Leo	4400
4	2	KU	6	1.7	2	2.5	3.2	1.3	Sambla-Leo	600
4	2	TA	1						Sambla-Leo	100
4	3	MA	5	1	1.5	1.3	1.2	0.9	Sambla-Leo	500
4	3	KS	47	2	2.1	2	2.8	2.3	Sambla-Leo	4700
4	4	MA	2	0.9	0.7				Sambla-Leo	200
4	4	KS	38	2	2.1	2.9	3.5	2.4	Sambla-Leo	3800
4	5	MA	7	1	1	1.2	0.8	0.7	Sambla-Leo	700
4	5	KS	57	2.3	1.8	3	1.8	1.5	Sambla-Leo	5700
4	5	KU	5	1	1.1	0.9	1	1.2	Sambla-Leo	500

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

Mina, Herman Menning,

sünniaeg 09.09.2001,

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda koostatud lõputöö,

Loodusliku uuenduse arvukus ja liigiline koosseis valgustusraie eelselt ja järgselt mustika kasvukohatüübis,

mille juhendaja on Andres Jäärats,

1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,
1.2. digiarhiivi DSpace 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, 22.05.2024

(*kuupäev*)

Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.

_____ _____

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