



EESTI MAAÜLIKOOL
Metsanduse ja inseneeria instituut

Sandor Weinrauch

**UUENDUSE KASVUKIIRUS
ROHKETE SÄILIKPUUDEGA MÄNNIKUTES**

**GROWTH RATE OF REGENERATION
IN PINE STANDS WITH MANY RETENTION TREES**

Bakalaureusetöö
Metsanduse õppekava

Juhendajad: Hardi Tullus, PhD
Reimo Lutter, PhD
Arvo Tullus, PhD

Tartu 2025

Eesti Maaülikool Kreutzwaldi 1, Tartu 51006		Bakalaureusetöö lühikokkuvõte	
Autor: Sandor Weinrauch		Õppekava: Metsandus	
Pealkiri: Uuenduse kasvukiirus rohkete säilikuudega männikutes			
Lehekülgi: 23	Jooniseid: 1	Tabeleid: 5	Lisaid: 1
ETIS-e valdkond ja CERCS-i kood: Metsakasvatus B430 Juhendaja(d): Hardi Tullus, Reimo Lutter, Arvo Tullus Osakond või õppetool: Metsakasvatuse ja metsaökoloogia õppetool Kaitsmiskoht ja -aasta: Tartu 2025			
<p>Põhjamaade metsanduses on üheks kaasaegse metsanduse probleemiks üleminek lageraiepõhiselt metsanduselt püsimeetsakasvatusele. Eesti metsanduse senised ajaloolised kogemused ei ole andnud meile edulugusid lageraie alternatiividega katsetamisel. Kehtivad metsanduslikud regulatsiooniaktid ei luba lageraie alternatiivide rakendamisel raiuda ühevanuselist vanametsa piisavalt hõredaks, et tagada metsauuenduse kiire ja elujõuline kasv. Samas lubab seadusandlus uuendusraie ametlikul rakendamisel jätta kasvama piiramatul arvil säilikuuid.</p> <p>Bakalaureusetöös analüüsitakse rohkearvuliselt jäetud säilikuude mõju noorte puude kasvukiirusele esimestel istutusjärgsetel aastatel männikutes. Eesmärgiks on selgitada, kui palju säilikuuid võib jätta kasvama, et metsauuenduse kasv ei oleks märkimisväärselt pärsitud. Välitööd toimusid Eesti Maaülikooli metsakasvatuse töörühma püsimeetsakasvatusele ülemineku kaardistatud puudega katsealade männikutes. Neljas puistus, kokku kaheistkümmel ringproovitükil, mõõdeti istutatud puude kõrguskasvud ja nummerdati puud tuleviku uuringuteks.</p> <p>Bakalaureusetöö tulemused näitavad, et jättes uuendusraiel vanametsa puud männikus alles täiuse vahemikus 20–30%, kasvavad uued puud esimestel kasvuaastatel lageraiejärgse metsakultuuriga võrreldes sama kasvukiirusega. Kui vanametsa alles jääv täius ulatub 40 protsendini, võib uute puude kasv olla pidurdatud.</p> <p>Töös vaadeldud katsealadel on soovitatav uuenduse kasvukäigu jätkuv seire ning võrdlus tavapraktika lageraiejärgse metsakultuuri kasvukäiguga. Võib prognoosida, et uuenduspuude suuremaks kasvamisel suureneb ka vanade ja noorte puude omavaheline juurkonkurents. Töö tulemused ja mõõdetud katsealad omavad praktilist väärtust näidisaladena loodushuviliste, erametsaomanike ja riigimetsamajandajate koolitamisel.</p>			
Võtmesõnad: lageraie alternatiivid, püsimeetsandus, männikute uuendamine			

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51006		Abstract of Bachelor's Thesis	
Author: Sandor Weinrauch		Curriculum: Forestry	
Title: Growth rate of regeneration in pine stands with many retention trees			
Pages: 23	Figures: 1	Tables: 5	Appendices: 1
ETIS research field and (CERCS) code: Silviculture B430 Supervisor(s): Hardi Tullus, Reimo Lutter, Arvo Tullus Department / Chair: Chair of Silviculture and Forest Ecology Place and year of defence: Tartu 2025			
<p>One of the modern challenges in Nordic forestry is the transition from clear-cutting-based forest management to continuous cover forestry. In Estonia, historical forestry practices have not provided successful examples when experimenting with alternatives to clear-cutting. Current forestry regulations do not permit thinning of mature forests to the extent needed to ensure rapid and vigorous regeneration when applying alternatives to clear-cutting. At the same time, the legislation allows an unlimited number of retention trees to be left standing when clear-cutting is applied under an official felling notice.</p> <p>This bachelor's thesis analyzes the impact of high retention tree density on the growth rate of young trees during the first years after planting in Scots pine stands. The aim is to determine how many retention trees can be left standing without significantly suppressing the regeneration growth. Fieldwork was carried out in Scots pine stands within mapped research plots established by the Estonian University of Life Sciences silviculture working group as part of the transition to continuous cover forestry. All planted trees were individually tagged in the field for future research.</p> <p>The results of the thesis show that when retention trees are left at a stand density of 20–30% in clear-cut pine stands, the newly planted trees grow at a similar rate to those in conventional post-clear-cut stands during the initial growth period. However, when the residual stand density reaches 40%, the growth of new trees may be suppressed.</p> <p>Ongoing monitoring of regeneration dynamics in the study areas is recommended, including comparisons to growth in typical post-clear-cut stands. It can be predicted that as the young trees grow taller, root competition between older and younger trees will intensify. The results and measured plots have practical value as demonstration sites for education and outreach aimed at nature enthusiasts, private forest owners, and state forest managers.</p>			
Keywords: clear-cutting alternatives, continuous cover forestry, pine stand regeneration			

SISUKORD

SISSEJUHATUS.....	5
1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE.....	8
1.1. Püsimetsanduse käsitlus.....	8
1.2. Püsimetsanduse rakendamine Eesti tingimustes.....	9
1.3. Juurkonkurents.....	10
2. MATERJAL JA METOODIKA.....	13
3. TULEMUSED JA ARUTELU.....	16
4. KOKKUVÕTE JA JÄRELDUSED.....	18
ALLIKALOEND.....	20
LISAD.....	22
Lisa 1. Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta.....	23

SISSEJUHATUS

Metsade majandamine ja uuendamine on oluline nii ökoloogilisest kui ka majanduslikust vaatenurgast. Eesti männikute kestlikkuse tagamiseks on oluline mõista, kas ja kuidas on erinevad uuendusraiemetodid ja üleminek mitmekesise vanuselise struktuuriga püsimeetsa majandamisele rakendatav Eesti mulla- ja kliimatingimustes. Seejuures on üheks suuremaks probleemiks, kuidas tagada männiuuenduse elujõulisus vanameetsa puude turbe all.

Lageraie on uuendusraie liik, mille käigus raiutakse küps mets ühe raievõttega lühikese aja jooksul. Selle eesmärk on nii puidu varumine kui ka uue metsapõlve tekkeks ja edukaks kasvuks tingimuste loomine. Lageraie on kõige lihtsam ja kuluefektiivsem puidu varumise meetod. Samuti tagab see lagedal alal metsa kõige tõhusama uuenemise. Kuid lageraie on sattunud ühiskondliku kriitika alla, kuna sellel on negatiivne mõju metsa elurikkusele, ökosüsteemiteenustele ja metsamaastiku esteetilisele väärtusele.

Turu-uuringute AS avaldas 2023. aasta jaanuaris uuringu, mille kohaselt 68% vähemalt 15-aastastest Eesti elanikest pooldab riigimetsas raiemahu vähendamist, sealjuures 26% neist sooviks vähendada raiemahtu vähemalt poole ja 25% vähemalt kolmandiku võrra. Samuti toetab 77% eestimaalastest riigile kuuluva tulundusmetsa majandamist püsimeetsana. (Turuuuringute AS 2023)

Püsimeetsakasvatust nähakse üha sagedamini võimalusena, kuidas loobuda lageraietest ning samal ajal tagada metsade puidukasutus. Suurim probleem püsimeetsanduse puhul seisneb aga selles, et meie looduslikes tingimustes ei pruugi looduslik uuenemine püsimeetsas edukas olla. Praktikud ja teadlased juhivad tähelepanu metsa uuenemise ja puidu juurdekasvu probleemidele, samas kui looduskaitsejad rõhutavad püsimeetsade muid väärtusi. (Kartau 2025)

Alternatiivsed lähenemised, nagu turberaied, on muutumas üha aktuaalsemaks, eriti kõrgendatud avaliku huviga (KAH) aladel, kus kogukondadel on suur huvi metsade kultuuri-, puhke-, ja esteetiliste väärtuste säilitamise vastu. Riigimetsa Majandamise Keskus (RMK) nimetab selliseid metsi kogukonnametsadeks (Kogukonnaalad *s.a.*). Need asuvad enamasti asulate lähedal ning on aktiivses kasutuses. Seal käiakse puhkamas,

marjul, seenel, matkamas ja sportimas. Lisaks võivad need metsad kaitsta asulaid tuulte ja müra eest. Seetõttu ei ole lageraie nendes metsades sageli sobiv lahendus metsade uuendamisel.

Eesti metsanduses on turberaieid rakendatud suuremal või väiksemal määral juba aastakümneid. Samas on jõutud arusaamisele, et ilma sobivate eeltingimusteta on metsa uuendamine enamiku kasvukohatüüpide ja erinevate puuliikide korral keeruline. Selliste eeltingimuste hulka kuuluvad muuhulgas piisav valgus noortele puudele, vähene konkurents vee ja toitainete pärast, sobiv kasvukohatüüp ning vajadusel seemnepuude või istutusmaterjali olemasolu. (Tishler 2020)

Männikud on Eestis ja Skandinaavias turberaie rakendamisel traditsiooniliselt peamine metsatüüp, tihti on männikud rekreatsioonialadeks, kus lageraie võib maastikku muuta liiga järsult (Tishler 2020).

Turberaieviiside kõrval on teiseks võimaluseks valikraie rakendamine eesmärgiga üle minna mitmekesise vanuselise ja puuliigilise struktuuriga metsale. Ka valikraie korral ei lubata metsa väga hõredaks raiuda, piiratud on häilude suurus ja allesjääva metsa ristlõikepindala.

Üheks lahenduseks kehtiva seadusandluse piires on uuendusraie puhul, sealhulgas lageraie ja ka aegjärgse raie viimase etapi järel, jätta alles rohkem vanametsa puid kui seda on eeskirjades säilikpuude arvu ja mahu kohta. Käesolev töö raames kasutatakse mõisteid „vanametsa puud“ ja „säilikpuud“ sünonüümidenä. Nii saame osaliselt säilitada vanametsa struktuuri, ökosüsteemiteenuseid ja maastiku esteetilist väärtust. Jättes alles rohkelt säilikipuid, saame astuda esimese sammu üleminekul püsimeetsa struktuurile. Säilikipuude rohkuse tõttu võivad aga noorte männiistikute kasvutingimused halveneda, sest noored männid vajavad valgust ja vanade puude juurkonkurents toitainetele ja veele võib takistada noorte puude, nii loodusliku uuenduse kui ka istutatud taimede, arengut.

Bakalaureusetöö keskendubki uurimisele, kuidas rohkete säilikipuudega aladele istutatud männi uuendus kasvab ja milline on optimaalne säilikipuude täius või arv hektarile, et noorte puude kasv ei oleks pidurdatud.

Eesmärgiks on analüüsida istutatud männi uuenduse kasvukiirust KAH aladel, kus on peale uuendusraiet jäetud alles rohkelt säilikipuid, ning võrrelda tulemusi traditsioonilise

lageraiejärgsete männikultuuride kasvukiirusega, samuti selgitada, kui palju võib jätta kasvama vanametsa puid, et istutatud uuenduse kasvukiirus võrreldes lageraiejärgse metsakultuuri kasvuga ei väheneks või vähenemine oleks minimaalne.

Hüpoteesiks on, et säilikpuude rohkus alates teatud piirihedusest aeglustab männiuuenduse kasvukiirust. Jättes uuendusraiel vanametsa puid täiusega alla 30%, ei vähene istutatud männitaimede kõrguse kasvukiirus võrreldes lageraiejärgse istutatud männikultuuri kasvuga.

Töö tulemused aitavad vastata olulistele küsimustele, mis on seotud alternatiivsete raievõtete ja nende mõjuga metsa uuendamisele. Kui tuvastatakse, et säilikpuude rohkus takistab männiuuenduse kasvu, on vaja kohandada uuendusraie ja valikraie praktikat ning vastavaid regulatsiooniakte, et tagada uue metsapõlvkonna edukas areng.

Tulemus aitab tasakaalustada avalikku huvi, majanduslikke eesmärke ja ökoloogilisi vajadusi. See on eriti oluline ajastul, kus jätkusuutlikkuse ja loodussõbralikkuse tähtsus metsanduses on suurenenud. Töö järeldusi saab rakendada metsades, kus lageraied on lubatud, kuid omaniku või kogukonna huviks on metsa sujuv uuendamine ja mitmekesise struktuuriga metsa kujundamine.

Bakalaureusetöö välitööd viidi läbi männikutes, kus on tehtud uuendusraie ja jäetud rohkelt säilikpuuid. Välitööd toimusid Eesti Maaülikooli metsakasvatuse töörühma poolt rajatud kaardistatud ringproovitükkidel, mille eesmärk oli hinnata istutatud männiuuenduse kasvukiirust. Kokku mõõdeti 12 ringproovitükki, neist Põlvamaal Laari metsandikus 7 ringproovitükki ja Tartumaal Tiksoja metsandikus 5 ringproovitükki.

Avaldan siirast tänu oma juhendajale professor Hardi Tullusele, kelle professionaalne juhendamine aitas oluliselt kaasa töö sisulisele ja vormilisele kujunemisele. Samuti tänan kaasjuhendajaid Reimo Lutterit ja Arvo Tullust konstruktiivsete ettepanekute ja asjalike soovitude eest töö eri etappides. Välitöödel osutatud praktilise abi eest olen tänulik Silver Sisaskile, Hannes Lehemetsale ja Kristiina Härmile, kelle panus andmete kogumisel oli väga oluline.

1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

1.1. Püsimetsanduse käsitlus

Valikraie ja püsimetsanduse metsaökoloogiline eesmärk on kujundada erivanuselised, mitmerindelised segapuistud, mis tagavad loodusliku mitmekesise ja stabiilse metsa. Selliste puistute puhul jäljendatakse looduslikku dünaamikat – puid raiutakse kõigist vanuse ja diameetriastmetest ning antakse ruumi noorematele kasvujärkudele. Laiendatud vanusstruktuuriga puistutes on rohkem noori puid ja vähem vanemaid, mis tagab metsa pideva uuenemise ja struktuurilise mitmekesisuse. (Örd 2000)

Raiete vahe peaks uuringute järgi jääma 10–20 aasta piirsesse, et tagada piisavalt valgust ja vältida liigset häirimist. Vajaduse korral on uuenemist võimalik toetada istutamise või külviga – see on eriti asjakohane Eesti valgusnõudlikes männikutes, kus juurkonkurents ja valguspiirang võivad looduslikku uuenemist pidurdada. (Remm *et al.* 2020)

Rahvusvaheline teaduskirjandus toetab samuti püsimetsanduse kui loodussõbraliku ja paindliku majandamisviisi kasutuselevõttu boreaalsetes metsades. Pommerening ja Murphy (2004) rõhutavad, et püsimetsandus sobib hästi piirkondadesse, kus olemasolevad metsatüübid ja kasvutingimused toetavad looduslikku uuenemist ning võimaldavad puistu järjepidevust läbi erinevate vanuseklasside. Seejuures on oluline, et puistu struktuur võimaldab regulaarselt raiuda, säilitades samal ajal maastiku metsaga kaetuse ja mitmekesisuse. Fransson *et al.* (2025) näitavad, et piiratud valgusolukorras võivad vee ja lämmastiku kättesaadavus mõjutada oluliselt noorte puude fotosünteesi ja kasvu. Nende ökofüsioloogiline mudel aitab selgitada, kuidas ressursipiirangud võivad pärssida uuenduse arengut. Kim *et al.* (2021) täiendavad seda arusaama, leides, et püsimetsanduse korral säilivad paremini mullaseente kooslused, mis toetavad puude toitumist ja mullaviljakuse ökoloogilist stabiilsust. Rautio *et al.* (2023) rõhutavad, et püsimetsanduse edukaks rakendamiseks tuleb pöörata tähelepanu piisavale valgusrežiimile ja uuenduse tekkeks vajaliku kasvupinnase mineraliseerumisele.

Seega tuleb püsimetsandust rakendada paindlikult ja kohaspetsiifiliselt, arvestades nii valgusrežiimi, mullatingimusi kui ka vanade puude juurkonkurentsi. Püsimetsanduse rakendamine eeldab kompromisse ökoloogiliste, majanduslike ja sotsiaalsete eesmärkide

vahel ning nõuab laiemat teadmispõhist lähenemist metsade majandamisele. Remm *et al.* (2020) toovad välja, et püsimeetsanduse puhul saab sageli vältida lageraiega kaasnevaid probleeme, näiteks tormikahjustusi ja ulatuslikke maapinnakahjustusi. Lisaks võimaldab see lähenemine hajutada metsamajandamise riske ning raiuda puid vanuseliselt sobival ajal, mis suurendab puistu koguväärtust ning vähendab uuenduskulusid.

1.2. Püsimeetsanduse rakendamine Eesti tingimustes

Viimaste aastate uuringud on toonud esile püsimeetsanduse potentsiaali Eesti metsanduses, eriti kui arvestada ühiskondlikku kriitikat lageraie suhtes ja vajadust säilitada metsa ökosüsteemi funktsioone.

Eesti kogemus valikraiate ja püsimeetsana majandamisega on olnud ajalooliselt keeruline. 1990ndate aastate lõpus kuritarvitati valikraiet, mistõttu kehtestati piiranguid, sealhulgas miinimumtäiust ja piiranguid puistu koosseisule. Püüti vältida turberaieid ja valikraieid kuusikutes ning tormihellades kasvukohtades. Valikraiate edukas rakendamine Eesti tingimustes nõuab teadlikke ja vastutustundlikke metsaomanikke ning püsimeetsanduse rakendamisel on oluline peremehetunne ning puistu eripära arvestamine (Tullus 2002). Samas on mitmed Eesti metsatüübid, nagu pohla kasvukohatüübi männikud, näidanud turberaie korral head uuenemisvõimet, eriti kui kasutada kahte raiejärku ja maapinna mineraliseerimist (Laas, Väät 2004; Tishler *et al.* 2020).

Püsimeetsanduse majanduslikke eeliseid on käsitletud ka Eesti kontekstis. Keskkonnainvesteeringute Keskuse tellitud uuringu lõpparuandes leiti, et turberaieid ja lageraie puhastamisväärtused on lühiajaliselt üsna sarnased, kuid turberaieid puhul võivad jätkuv kasv ja säilikpuude lisandväärtus rahavoogu suurendada. Lageraiega kaasnevad kõrgemad uuendamiskulud ja vajadus seemne- või säilikpuude jätmiseks, mis vähendab raietulu. Seetõttu võib püsimeetsanduse tasuvus olla teatud tingimustel konkurentsivõimeline. (Kaimre *et al.* 2022)

Püsimeetsanduse rakendatavus sõltub suuresti puistu tüübist ja struktuurist. Eesti tingimustes on parimad tulemused saavutatud valgusnõudlikes puistutes, kus on tagatud looduslik uuenemine ning kasvupinnas ja valgusolud toetavad istikute kasvu.

Eestis tehtud uuringud, sealhulgas Rosenvald *et al.* (2020), näitavad, et pohla kasvukohatüübi männikutes, kus rakendati turberaieid, tagas piisav valgus ja

mineraliseeritud kasvupind edukalt hariliku männi uuenemise. Samas oli kasvukiirus mõõduka säilikpuude tiheduse korral mõnevõrra aeglasem võrreldes lageraiejärgse kultuuriga (Rosenvald *et al.* 2020; Tishler *et al.* 2020). Need teadusuuringud kinnitavad vajadust paindliku ja kohaspetsiifilise metsamajandamise järele, kus püsimeetsandust ei käsitleta universaalse lahendusena, vaid ühe sobiva variandina.

Metsanduse arengukava aastani 2030 alusuuringutes on rõhutatud, et püsimeetsanduse laiem rakendamine Eestis eeldab ka sobivat õiguslikku raamistikku. Märgitakse, et lageraiekeskne metsamajandus ei taga elurikkuse säilimist ning rõhutatakse alternatiivsete raieviiside, sealhulgas püsimeetsanduse vajadust. Samas tõdetakse, et valikraie mõistet ja rakenduspraktikat tuleb ühiskonnas laiemalt selgitada, kuna tegemist on seni enim segadust tekitanud raieviisiga. (Eesti metsanduse arengukava ... 2018)

Eesti Maaülikooli metsateadlased on esitanud konkreetsed ettepanekud metsaseaduse ja metsa majandamise eeskirja muutmiseks, et soodustada püsimeetsanduse rakendamist. Ettepanekute hulka kuuluvad muuhulgas aegjärgse raie definitsiooni täpsustamine, valikraie piirangute leevendamine, turberaie lubamine rohkemates metsatüüpides ning säilikpuude jätmise kohustuse kehtestamine. Need muudatused aitaksid paremini arvestada erinevate majandamisviiside eripärade ja püsimeetsanduse toimimise loogikaga. (Tullus *et al.* 2016)

1.3. Juurkonkurents

Boreaalsetes ja hemiboreaalsetes männikutes on looduslik uuendus tugevalt mõjutatud konkurentsist puude kasvuks vajalikele ressurssidele – eeskätt valguse, vee ja toitainete pärast. Teadusuuringud on näidanud, et võrreldes valguskonkurentsiga võib juurkonkurents boreaalsetes metsades mängida isegi olulisemat rolli, näiteks hariliku männi (*Pinus sylvestris*) istikute kasvus ja ellujäämises (Axelsson *et al.* 2014; Högberg, Högberg 2022).

Axelsson *et al.* (2014) leidsid, et juurkonkurents võib piirata männiistikute kasvu kuni 10 meetri kaugusel vanametsa puudest, seda eriti toitainetevaestes tingimustes. Sarnastele järeldustele jõudsid ka Högberg *et al.* (2021), kelle uuring Rootsi ja Saksamaa metsades näitas, et lämmastiku puudus ning tugev konkurents mullas sisalduvatele ressurssidele on olulised tegurid, mis mõjutavad uuenemise edukust. Samuti on leitud, et istikute kasv

paranes märgatavalt, kui vanade puude juurte võrgustik katkestati (nt kaevamise või kooreringi lõikamise abil), kuigi valgusolud jäid samaks (Högberg, Högberg 2022).

Tishler *et al.* (2020) tulemused näitavad samuti, et männiistikute kasvu aeglustas ennekõike juurkonkurents säilikpuudega, mitte valguskonkurents. Vanade puude läheduses vähenes oluliselt vee ja toitainete kättesaadavus noortele puudele, mis pärssis nende kasvukiirust ja suurendas suremust. Seetõttu ei pruugi uuenduse jaoks valgusolude parandamisest üksi piisata, kui konkurents mullaressurssidele püsib kõrgena.

Uuringud viitavad, et raieviisid, mis säilitavad suure tihedusega vanametsa ülarinde puid, näiteks püsimeetsale üleminekul või aegjärgse raie esimeses etapis, võivad lämmastikuvaestes kasvukohtades tugevdada juurkonkurentsi, mis omakorda aeglustab noore metsa arengut (Högberg *et al.* 2021; Tishler *et al.* 2020). Nilsson *et al.* (2002) leidsid, et männi ja kase looduslik uuenemine oli edukam madalama tihedusega puistutes, samas kui tihedamas vanametsas esines kasvupiiranguid. Kuuse uuenemine seevastu oli edukas ka varjulisemates oludes. See viitab liikide erinevale valgusvajadusele, harilik mänd on oluliselt valgusnõudlikum kui kuusk.

Nilsson *et al.* (2006) lisavad, et aegjärgse raie puhul on säilikpuude ruumiline paigutus määrav, kuna hajusalt paiknevad puud loovad kogu uuendusosalal püsiva konkurentsikeskkonna. Suur säilikpuude tihedus ei pruugi takistada ainult loodusliku uuenduse teket, vaid ka istikute kasvukiirust. Tishler *et al.* (2020) uuringus oli aegjärgse raie tingimustes männi kasv kuue aasta jooksul kuni 47% madalam võrreldes veerraiega. Veerraiet tuleb mõista kui kitsast lageraiet, langi laiuseks on lubatud vanametsa puude kõrgus (Metsaseadus 2006, § 30 lg 4). Lisaks ilmnes, et aegjärgse raie puhul suurenes kasvuerinevus ajas, mis viitab sellele, et konkurents mullas asuvate toitainete pärast võib pikaajaliselt süveneda. Uuenduse puud kasvavad suuremaks ning vajavad rohkem toitaineid ja vett võrreldes äsja istutatud puutaimedega.

Kuigi teadusuuringud soovivad vähendada säilikpuude tihedust, et leevendada juurkonkurentsi ja toetada männi kiiret kasvu, seab Eesti metsanduses piirangu Metsa majandamise eeskiri, mille kohaselt turberaie aegjärgse raie korral ei tohi raiega viia puistu esimese rinde täiust pärast esimest raiejärku madalamale kui 30% (Metsa majandamise eeskiri 2006, § 5 lg 2) ning Looduskaitseseaduse lisa ei luba piiranguvööndi metsades vähendada sama näitajat alla 50% (Looduskaitseseadus 2017). Hariliku männi

küpsusvanuse saavutanud puistus vastab täius 30% ligikaudu 100–150 puule hektari kohta, mis võib praktikas olla noorele männile liiga tihe konkurentsikeskkond. Puude arvu põhjal soovitusi andes tuleb arvestada puistu keskmist diameetrit. Näiteks vanades männikutes, kus männi diameeter on üle 50 cm, annab juba 60 puud hektaril täiuseks 30%. Selline seaduslik piirang võib piirata teaduspõhiste soovitude rakendamist, mille kohaselt soodustab väiksem säilikpuude arv pinnaühikul hariliku männi uuenduse kiiremat kasvu.

Üheks võtmeteguriks puude maa-aluses konkurentsisis on mükoriisa, s.o. seen ja taime vaheline vastastikku kasulik kooselu, kus seen saab taimelt süsivesikuid ning aitab omakorda taimel paremini omastada mullast vett ja toitaineid (Zobel, Öpik 2006). Enamik taimi omastabki toitaineid mükoriisaseente mullas olevate seeneniitide kaudu, mitte otse juurtega. Lisaks võivad mükoriisaseened parandada mulla struktuuri ning kaitsta taimi haigustekitajate ja põua eest (*ibid.*).

Kuid noorte puude seisukohast ei pruugi mükoriisa alati olla toetav – vähemalt mitte varajases arengujärgus. Franklin *et al.* (2014) on näidanud, et mükoriisaseened suunavad lämmastikku pigem nendele peremeestaimedele, kes varustavad neid suurema koguse süsivesikutega. Nii saavad rohkem toitaineid vanemad ja aktiivsemalt fotosünteesivad puud, samal ajal kui noorte istikute varustatus jääb tagasihoidlikuks. Selline mehhanism piirab noorte taimede juurdepääsu lämmastikule ning võib oluliselt aeglustada nende kasvu.

Lisaks on näidatud, et pärast vanade puude surma võib mükoriisaseente kaudu akumulunud lämmastik mullas vabaneda, muutes selle noortele taimedele paremini kättesaadavaks (Högberg *et al.* 2017). Seened, mis elavad sümbioosis puude juurtega, seovad lämmastikku oma biomassis seni, kuni nad saavad peremeestaimelt süsivesikuid. Kui peremeestaim sureb või kaotab fotosünteesivõime, lagunevad mükoriisaseened ja vabanevad seotud toitaineid (*ibid.*).

Seega ei mõjuta vanade puude eemaldamine noorte puude toitumist ainult otseselt – näiteks valguse ja kasvuruumi kaudu. Sellel võib olla ka kaudne ja viivitusega mõju, mis tuleneb mükoriisavõrgustiku lagunemisest ja toitainete, eriti lämmastiku, vabanemisest. Seetõttu on metsamajanduses oluline arvestada mitte üksnes valgusrežiimi, vaid ka juur- ja mükoriisakonkurentsi kestust ning nende mõju uuenduse arengule.

2. MATERJAL JA METOODIKA

Bakalaureusetöö välitööd viidi läbi Eesti Maaülikooli ja RMK koostöös varem rajatud katsealadel, kus on teostatud uuendusraie (lageraie või aegjärgne raie) ja jäetud alles rohkelt säilikipuid. Katsealad on kaardistatud metsakasvatuse töörühma poolt aastatel 2021–2022 ning need paiknevad Põlvemaal Laari ja Tartumaal Tiksoja (Tähtvere) metsandikus.

Laari metsas asuvad katsealad (kvartal ja eraldis) KJ 145-10, KJ 145-24 ja KJ 150-1, kus metsakasvukohatüübiks on pohla. Laari aladel toimus uuendusraie aastatel 2020–2021 ning sinna istutati 2022. aasta mais üheaastased männi potitaimed. Tiksoja metsas asub katseala TT 077-9, kus metsakasvukohatüübiks on jänsekapsa-mustika ning sinna istutati üheaastased männi potitaimed 2020. aasta mais. Tiksoja metsas toimus aegjärgne raie 2019. aastal ning täiendav istutamine viidi läbi aastatel 2021 ja 2022. Kõik katsealad asuvad suhteliselt vanades, küpsusvanust tunduvalt ületavates, jämedate puudega puistutes. Bakalaureusetöös kasutatakse ainult metsakultuuri rajamise esimesel aastal istutatud taimede kõrguse mõõtmisandmeid, taimede vanus määrati lugedes männaste arvu. Kõikidel uurimisaladel oli tehtud maapinna ettevalmistus sügisel, enne kevadist istutust, kasutades ketasatra. Puistute kirjeldused RMK andmebaasis ja ülevaade tehtud töödest on toodud tabelis 1 ja 2, andmed saadi RMK metsakasvatustalituse juhatajalt Toomas Väädilt meili teel.

Tabel 1. Katsealade üldinfo ja ülevaade tehtud töödest

Kvartal- Eraldis	Pindala ha	Vanus raiehetkel	Raieliik	Uuendusraie lõpetamise kuupäev	Koosseis enne raiet	KKT	Tagavara tm/ha
KJ 145-10	2,85	128	LR	24.03.2021	90MA7KU3KS	PH	375
KJ 145-24	3,12	128	LR	24.03.2021	66MA32KU2KS	PH	351
KJ 150-1	2,06	157	AR	30.12.2020	99MA1KU	PH	396
TT 077-9	4,38	154	AR	03.06.2019	75MA15KU10KU	JM	329

Tabel 2. Katsealade uuendamise andmed

Kvartal- Eraldis	Istutus- materjal	Istutusaeg	Taimede kogus tk/ha
KJ 145-10	MA pott	2022 mai	2800
KJ 145-24	MA pott	2022 mai	2800
KJ 150-1	MA pott	2022 mai	745
TT 077-9	MA pott	2020 mai	2800

Välitöödel kasutati metsakasvatuse töörühma spetsialist Silver Sisaski poolt mõõdetud ringproovitükkide andmeid. Ringproovitükkide andmed on avalikud metsakasvatuse ja metsaökoloogia õppetooli kodulehel (Metsakasvatuse ja ... 2022). Mõõdetud oli vanametsapuude rinnasdiameeter (D), kõrgus (H), rinnaspindala (G) ning arvutatud tüvede arv hektaril (N), täius protsentides (T) ning tagavara (M). Andmed pärinevad aastatest 2021 ja 2022. Täpne ülevaade on esitatud tabelis 3. Puistutes KJ 150-1 ja TT 077-9 oli koosseisus vähesel määral ka kuuse teist rinnet ning üksikuid kaski ning ülarindes raiejärgselt surnud kuuski, nende mõju jäeti analüüsist välja.

Tabel 3. Katsealade vanametsa komponendi takseerandmed peale raiet

Proovitükk	Puuliik	D, cm	H, m	G, m ² /ha	N, tk/ha	T, %	M, m ³ /ha	Viimane kasvuaasta enne katseala rajamist
KJ145-10-1	MA	46,2	34,9	6,7	40	17	100	2021
KJ145-10-2	MA	42,8	33,2	8,6	60	22	124	2021
KJ145-10-3	MA	40,3	29,0	7,7	60	20	99	2021
KJ145-24-1	MA	36,4	26,8	7,3	70	20	88	2021
KJ145-24-2	MA	43,7	31,8	10,5	70	28	146	2021
KJ150-1-1	MA	37,9	31,6	14,7	130	39	202	2022
KJ150-1-2	MA	40,4	31,3	18,0	140	47	247	2022
TT077-9-1	MA	47,5	29,6	23,1	130	61	302	2021
TT077-9-2	MA	54,5	28,6	11,7	50	31	148	2021
TT077-9-3	MA	54,4	32,1	16,3	70	43	227	2021
TT077-9-4	MA	52,2	32,4	8,6	40	22	120	2021
TT077-9-5	MA	54,2	33,3	16,2	70	42	232	2021

Tähiste selgitused: D – rinnasdiameeter, H – kõrgus, G – rinnaspindala, N – tüvede arv hektaril, T – täius, M – tagavara.

Kokku mõõdeti 12 ringproovitükki, neist 7 Laari metsas ja 5 Tiksojal. Põhiproovitükid olid raadiusega 10 meetrit (314 m²), mille sees mõõdeti ja nummerdati kõik istutatud männitaimed. Iga puu nummerdati plastikust numbrisildiga, mis kinnitati nõoriga ümber tüve, et tagada kordusmõõtmiste võimalus tulevikus. Proovitükkide keskpunkti

tähistamiseks kasutati immutatud puitposti ning maa sisse paigutatud metallmarkeerijat, mis võimaldab keskpunkti vajadusel taastada. Ringproovitükkide piiride määramiseks kasutati Haglöf Vertex 5 ultrahelihüpsomeetrit koos T3 transponderiga, mis võimaldab täpset vahemaade mõõtmist. Transponder asetati ringproovitüki keskpunkti, milleks oli eelnevalt maasse kinnitatud immutatud puitpost. Kui mõõdetud kaugus jäi väiksemaks või võrdseks ringproovitüki raadiusega, loeti taim proovitüki sisse kuuluvaks. Kui taim asus täpselt ringproovitüki piiril, teostati täiendav kontroll tavalise keritava mõõtelindiga, et veenduda taime täpses kauguses. Kõik ringproovitüki sees asuvate istutatud taimede kõrgused mõõdeti mõõtelatiga. Mõõdeti kogu puu kõrgus ning kahe viimase aasta kõrguskasvud.

Välitööde käigus kogutud andmed sisestati analüüsimiseks Microsoft Exceli tabelitesse, kus viidi läbi andmete koondamine, võrdlus ja visuaalne esitus. Mitmeladvalised puud jäeti andmetööst välja, et tagada kasvukiiruse analüüsil võrreldav lähteandmestik.

Bakalaureusetöös kogutud mõõtmisandmeid võrreldi õpetooli vanemlektori Andres Jääratsi poolt rajatud ja bakalaureusetöö autorile kasutada antud viie lageraiejärgse männikultuuri katseala männiistikute kõrguskasvu andmetega (tabel 4).

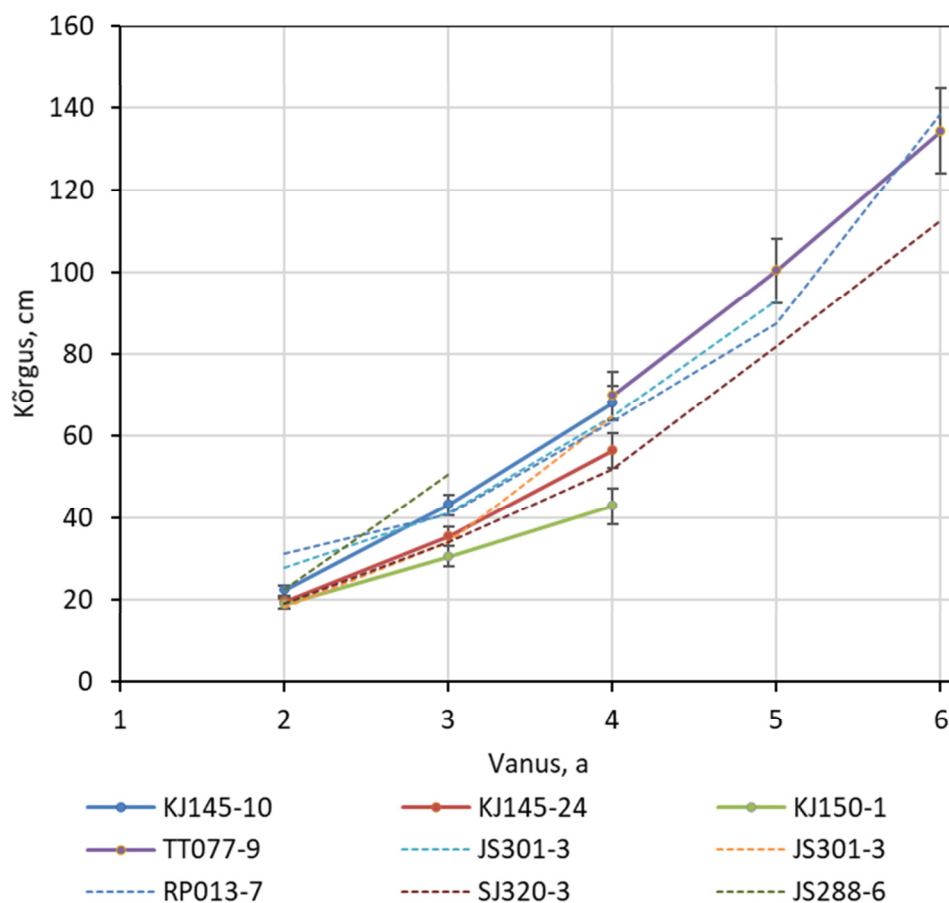
Tabel 4. Lageraiejärgsete männikultuuride kasvukäik, Andres Jääratsi käsikirjalised andmed

Katsealad	KKT	Rajamise aasta	Kvartal-Eraldis	Taimede keskmine kõrgus, cm				
				2.a	3.a	4.a	5.a	6.a
Järvelja	MS	2007	JS301-3	28,0	41,5	64,9	93,2	
Järvelja	MS	2008	JS301-3	18,4	34,3	64,7		
Räpina	JP	2006	RP013-7	31,4	41,0	63,4	87,5	138,5
Surju	JM	2004	SJ320-3	19,2	34,2	51,9	81,9	112,6
Järvelja	MS	2009	JS288-6	22,5	50,6			

3. TULEMUSED JA ARUTELU

Taimede kasvukiiruse hindamisel ja kirjeldamisel arvestati nende bioloogilist vanust, vt joonis 1. Kuna potitaimed olid istutamise ajaks ühe aasta vanused, algab kasvukõver nende teise eluaasta andmetest.

Joonis 1 näitab, et kolmel Laari metsandikus paikneval alal KJ 145-10, KJ 145-24 ja KJ 150-1 oli esimestel aastatel kasv tagasihoidlik. Seda mõjutab ilmselt pohla kasvukohatüübi vähene mullaviljakus. Teiseks eluaastaks ulatus keskmine kõrgus 19,2–22,4 cm ning neljandaks eluaastaks 43,0–68,2 cm-ni.



Joonis 1. Istutatud hariliku männi kasvukäik erinevatel uurimisaladel, paksema joonega on esitatud käesolevas töös mõõdetud alad ja katkendjoonega lageraiejärgsete männikultuuride võrdlusandmed (aritmeetilised keskmised koos standardviga näitavate vearibadega).

Sarnase kasvuga on ka jänesekapsa-mustika Tiksoja katseala TT 077-9, kus 4-aastaste taimede keskmine kõrgus oli 70,0 cm ning kuuendaks aastaks ulatus see ligi 140 cm-ni. Teistest aeglasema kasvuga on KJ 150-1 noorte mändide kasv. Üldiselt on bakalaureusetöö jaoks mõõdetud männitaimede kasvukiirus sarnane lageraiejärgsete kultuuride kõrguskasvuga.

Lisaks vanametsa keskmisele täiusele (tabel 5) on üheks oluliseks teguriks metsakasvukohatüüp, selle viljakus. Tiksoja katseala paikneb jänesekapsa-mustika kasvukohatüübil, mis on üldiselt viljakam ja niiskem. See seletab puukeste head kasvu, kuigi vanametsa täius on seal kõrge, keskmine täius on 40%. Laari alad kuuluvad pohla kasvukohatüüpi, mida iseloomustab kuivus ja toitainetevaesus. Seetõttu on KJ 150-2 puukesed kasvanud aeglaselt, sest ka vanametsa täius on kõrge, keskmine täius on 43%. Katsealadel KJ 145-10 ja KJ 145-24 on vanametsa täius madal, täius vastavalt 20% ja 24%, ja noored puud on kasvanud sarnaselt lageraiejärgsete männikultuuridega. Bakalaureusetöö autor metsakasvukohatüüpi ise ei määranud, vaid lähtus avalikust takseerikirjelduses Metsaportaalis, mis ei pruugi alati täpne olla. Üldiselt on kõik uuritud puistud ja varem Andres Jääratsi poolt mõõdetud puistud võrdlemisi sarnase mullaviljakusega.

Tabel 5. Katsealade vanametsa keskmine täius

Kvartal- Eraldis	Pindala, ha	Katsealade arv	Täius, %
KJ 145-10	2,85	3	20
KJ 145-24	3,12	2	24
KJ 150-1	2,06	2	43
TT 077-9	4,38	5	40

Analüüsid vanametsa puude mõju uuenduse kasvule, ei ole täiuse arvuline näitaja parim parameeter. Arvestada tuleb ka puude keskmist diameetrit, suur diameeter annab ka väikese puude arvu korral suure täiuse. Tabelist 3 on näha, et puistus TT 077-9 on puud üle 50 cm jämedad, samas KJ 145-10, KJ 145-24 ja KJ 150-1 puhul jääb diameeter 40 cm lähedusse. Vanametsa puude arvud on kõigil proovitükkidel sarnasemad kui täius, jäädes vahemikku 40–70 puud hektaril, vaid TT 077-9-1 ja KJ 150-1 proovitükkidel on 130–140 puud hektaril.

4. KOKKUVÕTE JA JÄRELDUSED

Antud töös uuriti, kuidas mõjutab säilikpuude rohkus hariliku männi istutusjärgset kasvukiirust KAH aladel. Analüüs keskendus neljale uurimisalale, kus oli teostatud uuendusraie ning jäetud kasvama rohkelt säilikpuid. Mõõdeti istutatud taimede kõrgust, et hinnata kasvukiirust esimeste aastate jooksul ja võrrelda tulemusi lageraiejärgse kultuuriga.

Tulemused näitasid, et kuni 30% täiusega säilikpuude rinde korral saavutas istutatud harilik mänd kasvukiiruse, mis on võrreldav lageraiejärgse kultuuriga. Kiireimat kasvu täheldati viljakal jänese kapsa-mustika kasvukohatüübil paikneval alal, samas kui vähemviljakal pohla kasvukohatüübis oli kasv aeglasem. Uuring kinnitas, et mõõdukas säilikpuude arv, 40 kuni 70 puud hektaril, ei takista männitaimede edukat kasvu esimestel istutusjärgsetel aastatel.

Töös püstitatud uurimisküsimusele, kuidas mõjutab säilikpuude rohkus noorte puude kasvukiirust, saadi täpsustavad tulemused. Vanametsa puude koguse ja nende mõju kirjeldamine täiuse kaudu ei ole parim kriteerium, täiuse arvutamise tulemust mõjutab puude keskmine diameeter. Uuritud katsealade põhjal võib väita, et kui vanametsa puude keskmine diameeter on vahemikus 40–45 cm, kasvavad noored puud edukalt nii täiuse 20% kui 40% korral. Lähtudes puude arvust hektaril, kasvavad noored puud edukalt 40–70 säilikpuu korral. Üle 30% täius, kui keskmine diameeter on üle 50 cm, viib istutatud puude kasvukiiruse vähenemisele. Seega hüpotees, et alates teatud piirihedusest aeglustub kasvukiirus, sai bakalaureusetöös osaliselt kinnitust. Väga kindlate järelduste tegemiseks oli bakalaureusetöös tehtud mõõtmiste (katsealade arv) siiski liiga väike. Seega tuleb edaspidi täpsemalt uurida, milline on säilikpuude mõju sõltuvalt kasvukohatüübist ja puude paigutusest ning kuidas see muutub uuenduse puude vanemaks saamisel ning suuremaks kasvamisel.

Andes soovitusi vanametsa puude koguse kohta, mis võimaldab uutel puudel edukalt kasvada, tuleb infot anda nii täiuse kui ka hektaril asuvate puude arvu kaudu.

Kirjanduse analüüs näitas, et peale kasvukoha viljakuse võib noorte puude kasvu pidurdada juurkonkurents vanade säilikpuudega, mis mõjutab vee ja toitainete kättesaadavust. Samuti võib valguse kättesaadavust oluliselt piirata tihedalt jäetud säilikpuude kogus, mis

omakorda vähendab valgusnõudliku hariliku männi kasvuvõimet. Seega tuleb säilikpuude järelkasvuga metsa uuendamisel arvestada nii valgus- kui ka juurkonkurentsiga.

Uuringu praktiline väärtus seisneb selles, et saadud tulemusi saab rakendada raiete planeerimisel, eriti KAH aladel, kus avalik huvi ja looduskaitse eesmärgid eeldavad lageraie alternatiivide kasutamist. Katsealad on sobivad kasutamiseks näidisaladena metsanduse õppetöös, erametsaomanike nõustamises ja riigimetsade majandamise kavandamisel.

Tulevikus võib uurida säilikpuude mõju hariliku männi kasvule ka pikema ajaperioodi jooksul ning täpsustada, milline on optimaalne täius või puude arv hektaril, mis võimaldab tagada samaväärse kasvu lageraiejärgselt rajatud metsakultuuriga.

ALLIKALOEND

- Axelsson, E. P., Lundmark, T., Högberg, P., Nordin, A.** (2014). Belowground Competition Directs Spatial Patterns of Seedling Growth in Boreal Pine Forests in Fennoscandia. – *Forests*. Vol. 5, No. 9, pp. 2106–2121. <https://doi.org/10.3390/f5092106>.
- Eesti metsanduse arengukava aastani 2030 alusuuringu aruanne. (2018). Tartu: Keskkonnaministeerium. <https://kliimaministeerium.ee/sites/default/files/documents/2022-04/Metsanduse%20arengukava%20aastani%202030%20alusuuring.pdf>.
- Franklin, O., Näsholm, T., Högberg, P., Högberg, M.N.** (2014). Forests trapped in nitrogen limitation – an ecological market perspective on ectomycorrhizal symbiosis. – *New Phytologist*. Vol. 203, No. 2, pp. 657–666. <https://doi.org/10.1111/nph.12840>.
- Fransson, P., Lim, H., Zhao, P., Tor-ngern, P., Peichl, M., Laudon, H., Henriksson, N., Näsholm, T., Franklin, O.** (2025). An eco-physiological model of forest photosynthesis and transpiration under combined nitrogen and water limitation. – *Tree Physiology*. Vol. 45, No. 2. <https://doi.org/10.1093/treephys/tpae168>.
- Högberg, P., Högberg, M. N.** (2022). Does successful forest regeneration require the nursing of seedlings by nurse trees through mycorrhizal interconnections? – *Forest Ecology and Management*. Vol. 516. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2022.120252>.
- Högberg, P., Näsholm, T., Franklin, O., Högberg, M.N.** (2017). Tamm review: On the nature of the nitrogen limitation to plant growth in Fennoscandian boreal forests. – *Forest Ecology and Management*. Vol. 403, pp. 161–185. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.04.045>.
- Högberg, P., Wellbrock, N., Högberg, M. N., Mikaelsson, H., Stendahl, J.** (2021). Large differences in plant nitrogen supply in German and Swedish forests – Implications for management. – *Forest Ecology and Management*. Vol. 482. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118899>.
- Kaimre, P., Kängsepp, V., Kiipus, B., Marandi, S.** (2022). Turbe- ja valikraiate ökonoomilise hindamise meetodika väljatöötamine ja testimine. Lõpparuanne. Tartu: Eesti Maaülikool. 42 lk. https://s3.emu.ee/emuweb/emuweb/s3fs-public/2025-02/KIK_projekt_17709_aruanne_1.pdf.
- Kartau, M.** (27. jaanuar 2025). Püsimetsandus on võimalik, aga teatud tingimustel. – *Maaleht*. <https://maaleht.delfi.ee/artikkel/120351952/pusimetsandus-on-voimalik-aga-teatud-tingimustel>. (06.03.2025).
- Kim, S., Axelsson, E. P., Girona, M. M., Senior, K. J.** (2021). Continuous-cover forestry maintains soil fungal communities in Norway spruce dominated boreal forests. – *Forest Ecology and Management*. Vol. 480. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118659>.
- Kogukonnaalad (s.a.). Riigimetsa majandamise keskus [veebileht]. <https://rmk.ee/metsatood/kogukonnaalad/> (06.03.2025).
- Laas, E., Väät, T.** (2004). Turberaied männikutes ja männiuuenduse tekkimine turberaiealadel. – *Metsanduslikud uurimused*. Vol. 41, lk 86–100. https://s3.emu.ee/emuweb/emuweb/s3fs-public/2025-03/mets_41-10.pdf.
- Looduskaitseeadus (2017). RT I, 06.07.2017, 1.
- Metsakasvatuse ja metsaökoloogia õppetool. (2022). 32 ringproovitükki. Tartu: Eesti Maaülikool. https://mi-vana.emu.ee/userfiles/instituudid/mi/MI/MIMK-Failid/metsakasvatuse/32_ringproovitukki.pdf. (18.03.2025).
- Metsa majandamise eeskiri (2006). RT I, 13.07.2023, 34.
- Metsaseadus (2006). RT I, 19.12.2024, 6.
- Nilsson, U., Gemmel, P., Johansson, U., Karlsson, M., Welanders, T.** (2002). Natural regeneration of Norway spruce, Scots pine and birch under Norway spruce shelterwoods of varying densities on a mesic-dry site in southern Sweden. – *Forest Ecology and Management*. Vol. 161, No. 1–3, pp. 133–145. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(01\)00497-2](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(01)00497-2).

- Nilsson, U., Örlander, G., Karlsson, M.** (2006). Establishing mixed forests in Sweden by combining planting and natural regeneration - Effects of shelterwoods and scarification. – *Forest Ecology and Management*. Vol. 237, No.1–3, pp. 301–311. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2006.09.053>.
- Pommerening, A., Murphy, S. T.** (2004). A review of the history, definitions and methods of continuous cover forestry with special attention to afforestation and restocking. – *Forestry: An International Journal of Forest Research*. Vol. 77, No. 1, pp. 27–44. <https://doi.org/10.1093/forestry/77.1.27>.
- Remm, L., Kuresoo, L., Rünkla, M.** (2020). Teejuht püsimeetsandusse. Tartu: Eestimaa Looduse Fond. 140 lk. <https://media.voog.com/0000/0050/7864/files/Teejuht%20p%C3%BCsimetsandusse.pdf>.
- Tullus, H.** (2002). Kas valikraied ja püsimeetsad sobivad Eestisse? – *Eesti Mets*. Vol. 3. http://vana.loodusajakiri.ee/eesti_mets/artikkel140_5.html
- Tullus, H., Laas, E., Rosenvald, R., Padari, A., Sirgimets, R., Lutter, R.** (2016). Ettepanekud Metsaseaduse (MS) ja Metsa majandamise eeskirja (MME) metsaraieid käsitlevate peatükkide muutmiseks. Tartu: Eesti Maaülikool. <https://kliimaministeerium.ee/sites/default/files/documents/2022-04/Ettepanekud%20metsaseaduse%20%28MS%29%20ja%20metsa%20majandamise%20eeskirja%20%28MME%29%20metsaraieid%20k%C3%A4sitlevate%20peat%C3%BCkkide%20muutmiseks%20%28EM%C3%9C%202015%29.pdf>.
- Turu-uuringute AS (23. jaanuar 2023). Suurem osa eestimaalasi toetab riigimetsa raiemahu vähendamist ja püsimeetsana majandamist [veebileht]. <https://turu-uuringute.eu/uuring-suurem-osa-eestimaalasi-toetab-riigimetsa-raiemahu-vahendamist-ja-pusimeetsana-majandamist/> (06.03.2025).
- Tishler, M.** (2020). Turberaiel ei pruugi mets uueneda piisavalt hästi. – *Eesti Mets*. Vol. 1. <http://eesti-mets-arhiiv.horizont.ee/Eesti-Mets-1-2020.pdf>. (08.03.2025).
- Tishler, M., Tullus, T., Tullus, A., Jäärats, A., Lutter, R., Lundmark, T., Tullus, H.** (2020). Effects of shelterwood method and plant stock type on the early growth and survival of pine seedlings in regeneration stands under hemiboreal conditions. – *Scandinavian Journal of Forest Research*. Vol. 35, No. 1–2, pp. 85–95. <https://doi.org/10.1080/02827581.2019.1707273>.
- Zobel, M., Öpik, M.** (2006). Taimede maa-alune salaelu saab avalikuks. – *Eesti Loodus*. Nr. 8. http://vana.loodusajakiri.ee/eesti_loodus/artikkel1611_1609.html. (18.03.2025).
- Örd, A.** (2000). Kaitsemetsad ja nende majandamine Eestis. Tallinn: Keskkonnaministeerium. 234 lk. <http://www.digar.ee/id/nlib-digar:45616>. (24.04.2025).

LISAD

Lisa 1. Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Mina, Sandor Weinrauch,

sünniaeg 18.04.1984

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

Uuenduse kasvukiirus rohkete säilikpuudega männikutes,

mille juhendaja(d) on Hardi Tullus, Reimo Lutter, Arvo Tullus,

salvestamiseks säilitamise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi EMU DSpace lisamiseks ja Creative Commons'i litsentsiga CC BY NC ND 4.0, mis lubab autorile viidates lõputööd reprodutseerida, levitada ja üldsusele suunata ning keelab luua tuletatud teost ja kasutada teost ärieesmärgil, üldsusele kättesaadavaks tegemiseks kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni;

2. olen teadlik, et lihtlitsentsiga antavad õigused jäävad alles ka mulle;

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor (allkirjastatud digitaalselt, kuupäev digitaalallkirjas)

Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.

Juhendaja(d) (allkirjastatud digitaalselt, kuupäev digitaalallkirjas)