



Pienaukkohakkuun ja kaistalehakkuun luontainen uudistaminen turvemaalla

Akseli Sipola

OPINNÄYTETYÖ
Kesäkuu 2024

Metsätalouden tutkinto-ohjelma

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Metsätalouden tutkinto-ohjelma

SIPOLA, AKSELI:

Pienaukkohakkuun ja kaistalehakkuun luontainen uudistaminen turvemaalla

Opinnäytetyö 46 sivua, joista liitteitä 16 sivua
Kesäkuu 2024

Tässä opinnäytetyössä luotiin Luonnonvarakeskukselle (Luke) viiteen osaan jaettu koealue, jonka tarkoituksena on toimia kaistalehakkuun ja pienaukkohakkuun luontaisen uudistamisen seurantakohteena turvemaalla. Koealueen kuvioilla on jätetty koskemattomia kuvioita muutoksen seuraamista varten. Opinnäytetyöhön kuului myös kohdealueen kuvaus ennen toimenpiteitä, puuston alkupe-
räisen tilavuuden laskeminen, tehtyjen toimenpiteiden dokumentointi sekä pohtimista tulevaisuuden haasteiden ja toimenpiteiden suhteen. Työn tarve syntyi tilaajaorganisaation Metsäkeskuksen halusta luoda koeala-alue Luonnonvarakeskukselle hankkeen Ilmastokestävää suometsän hoitoa Pirkanmaalla -hankkeen yhteydessä.

Tutkimuksessa toteutettiin maastossa koealueiden rajaaminen, kohteen kuvaaminen, hakkuiden suunnittelu, korjuun toteutus sekä lopputuloksen havainnointi. Koealueiden rajaaminen tapahtui puhelin-GPS:n, linjatikkujen ja kuitunauhan avulla. Kohteen kuvaamisessa taltioitiin puustorakennetta, puiden läpimitat rinnankorkeudelta, aluskasvillisuus, maaperä, ravinteisuus ja vesitilannetta. Hakkuiden suunnittelussa hahmoteltiin tulevien toimenpiteiden sijoittelua koealoille niin, että niiden hyödyntäminen tutkimuskäytössä on mahdollisimman kattavaa. Suunnittelussa oli myös tärkeää huomioida aikaisemmin mainittu hankkeen maastoesityspäivä, jossa havainnollistettiin jatkuvapeitteisen metsänkasvatuksen hakkuiden toteutusta metsänomistajille. Korjuu toteutettiin Kurun Metsäoppilaitos Tampereen seudun ammattiopiston (TREDU) oppilastyönä. Lisäksi opinnäytetyössä korjuun jälki, puiden pituutta ja hakkuu alojen pinta-alat havainnointiin ja taltioitiin. Ajokoneen kouralla tehtyjen mättäiden määrä laskettiin pienaukkohakkuulla.

Koealueen tulokset ovat käyttökelpoisia. Tuloksissa käsitellään alueen ravinnetason tuloksia, jatkotoimenpiteitä lannoitusten osalta, vesitaloudellisia ratkaisuja, taimettumisalustan onnistumista ja siihen liittyviä haasteita.

Lopullisia vastauksia kaistale- ja pienaukkohakkuun luontaisen uudistamisen onnistumiselle ei pystytä vielä tämän työn perusteella antamaan, vaan siihen vaaditaan lisää aikaa ja seurantatyötä jatkotutkimusten parissa. Tuloksia voidaan tarkastella seuraavalla kasvukaudella vesitalouden näkökulmasta ja muutamien vuosien päästä taimettumisen näkökulmasta. Kyseinen koeala jää Luonnonvarakeskuksen seurantaan ja antaa varmasti paljon lisää uutta tietoa tulevaisuudessa parantaako ajokoneen tekemä muokkaus taimettumista.

Asiasanat: jatkuvapeitteinen metsänkasvatus, turvema, luontainen uudistaminen

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Forestry

SIPOLA, AKSELI:

Natural Regeneration of Small-scale Clearcutting and Strip-cutting on Peatland

Bachelor's thesis 46 pages, appendices 16 pages
June 2024

In this thesis, a test area divided into five parts was created for The Natural Resources Institute Finland (Luke), with the aim of serving as a monitoring site for the natural regeneration of strip and gap harvesting in peatlands. The thesis also included a description of the target area before interventions, calculation of the original volume of the stand, documentation of events, and consideration of future challenges and measures. The need for the study arose from the Finnish Forest Centre's desire to establish a test area for The Natural Resources Institute Finland in connection with the project "Climate-sustainable management of drained peatland forests in Pirkanmaa."

In the study, fieldwork was conducted to demarcate the test areas, describe the site, plan harvests, implement harvesting, and observe the final results. The demarcation of the test areas was done using a phone-GPS, line markers, and fiber tape. The description of the site included recording stand structure, tree diameters at breast height, undergrowth, soil, nutrient content, and water status. In harvest planning, the placement of future actions in the test areas was outlined to ensure comprehensive utilisation for study purposes. Further, the project's field presentation day, which aimed to illustrate continuous cover forestry harvesting to forest owners, was considered in the planning phase. The harvest was carried out by Tampere Vocational College Tredu as a forestry student project. Additionally, observations were made and recorded the aftermath of the harvesting process, including tree heights and the areas of the logging sites. The number of mounds made by the forwarder's grapple was counted in the small-scale clear-cutting area.

The results from the experimental area are representative. The results address the nutrient levels of the area, follow-up actions regarding fertilisation, water management solutions, the success of the soil-cultivated seedbed, and the related challenges.

Key words: continuous-cover silviculture, peatland, natural regeneration

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	YLEISTÄ TEORIAA	8
	2.1. Vesitalous	8
	2.2. Koealueella käytettävät hakkuutavat.....	9
3	AINEISTO JA MENETELMÄT	11
	3.1. Tutkimusalue.....	11
	3.2. Koealojen ja puuston mittaaminen ennen hakkuuta.....	14
4	TULOKSET	19
	4.1. Koealat.....	19
	4.2. Hakkuiden jälkeen kerätty puustotieto.....	19
	4.3. Maastomittausten kuviokohtaiset puuston tilavuudet	21
	4.4. Hakkuukertymät	22
	4.5. Tämänhetkisen puuston kasvu.....	22
	4.6. Neulasanalyysin tulokset.....	23
5	TULOSTEN TARKASTELU	24
	5.1. Koealojen käyttökelpoisuus luontaisen uudistamisen seurannassa 24	
	5.1. Uuden taimettumisalustan onnistuminen	24
6	PÄÄTELMÄT	27
	LÄHTEET	29
	LIITTEET	31
	Liite 1. Koeala 1. Puuston alkuperäinen tilavuus. (Suominen, 2017) ..	31
	Liite 2. Koeala 2. Puuston alkuperäinen tilavuus. (Suominen, 2017) ..	32
	Liite 3. Koeala 3. Puuston alkuperäinen tilavuus. (Suominen, 2017) ..	33
	Liite 4. Koeala 4. Puuston alkuperäinen tilavuus. (Suominen, 2017) ..	34
	Liite 5. Koeala 5. Puuston alkuperäinen tilavuus. (Suominen, 2017) ..	35
	Liite 6. Koeala 1 puustotiedot.....	36
	Liite 7. Koeala 2 puustotiedot.....	37
	Liite 8. Koeala 3 puustotiedot.....	38
	Liite 9. Koeala 4 puustotiedot.....	39
	Liite 10. Koeala 5 puustotiedot.....	40
	Liite 11. Puuston pituuksien mittaustulokset läpimittaluokittain hakkuiden jälkeen. (Pelttari ym. 2022)	41
	Liite 12. Kuitupuiden tilavuustaulukko Laasasenaho 1982 mukaan. (Suominen 2017).....	42
	Liite 13. Tukkipuiden tilavuustaulukko Laasasenaho 1982 mukaan. (Suominen 2017).....	43

Liite 14. Ponsen hakkuukoneen työpiste dataa kaistalehakuusta. (Kurun Metsäoppilaitos Tredu 2022).....	44
Liite 15. Komatsu hakkuukoneen työpiste dataa pienaukkohakkuulta. (Kurun Metsäoppilaitos Tredu 2022).....	45
Liite 16. Neulasanalyysin tulokset Eurofins Suomi yritykseltä. (Metsähallitus, n.d).....	46

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tilaajana toimii Suomen metsäkeskus. Opinnäytetyö käsittelee jatkuvan kasvatuksen pienaukkohakkuun ja kaistalehakkuun onnistumista turvemaalla.

Tarkoituksena on saada kerättyä kattavasti tietoa perustettujen koealojen lähtötilanteesta, dokumentoida tehtyjä toimenpiteitä ja saada aikaiseksi seuranta-koealat Luonnonvarakeskukselle. Luonnonvarakeskuksen tarkoitus on seurata kyseisten toimenpiteiden jälkeistä luontaisen taimettumisen onnistumista. Mukana luomassa seurantakoealoja Luonnonvarakeskukselle on ollut Tampereen ammattikorkeakoulun projektityöryhmä, Matti Äijö, Ilmastokestävää suometsän hoitoa Pirkanmaalla -hankeryhmä, Kurun Metsäoppilaitos Tredu ja Luonnonvarakeskus.

Opinnäytetyössä käsitellään ojitettujen puolukaturvekankaiden luontaista uudistamista ja siihen vaikuttavia tekijöitä. Näitä ovat mm. metsän ravinnetilanne, vesitalous, hiilidioksidipäästöt, ravinnepäästöt ja kiintoaineen kulkeutuminen vesistöihin. Opinnäytetyössä kerrotaan menetelmistä, joita on käytetty koealojen perustamisessa sekä tehdyistä toimenpiteistä. Työn viimeisessä kappaleessa tarkastellaan työn tuloksia, pohditaan johtopäätöksiä ja esitetään myös jatkotutkimuksen aiheita.

Puunkäytön oletetaan kasvavan lisättäessä uusiutuvien luonnonvarojen käyttöä. Metsätaloudelta edellytetään yhä enemmän ympäristövastuullisuutta vesiensuojelun ja kasvihuonepäästöjen vähentämisen näkökulmasta. Suomessa merkittävä osa hakkuupotentiaalista on turvemailla. Suomen kasvullisesta metsämaasta turvemaata on noin 24 % eli 4,9 milj. ha. Ojitettujen soiden osuus on 83 % (4,1milj. ha). Turvemaiden kokonaispuusto on lähes 600 milj. m³. Puuston arvosta 84 % on ojitusalueilla, mikä korostaa turvemaiden kuivattamista ja sen suurta merkitystä Suomen metsätaloudessa. (Saarinen, M., Valkonen, S., Sarkkola, S., Nieminen, M., Penttilä, T., & Laiho, R. 2020, 1.)

Metsänkasvatuksen kustannukset ovat yleensä turvemailla korkeammat kuin ki-
vennäismailla. Kustannuksia lisäävät ojaverkostojen kunnostukset sekä metsän
uudistamiseen vaadittavat vesiensuojelurakenteet. Hakkuutulojen kannatta-
vuutta ensiharvennuskohteilla heikentävät pienet hakkuukertymät, alhainen kes-
kimääräinen runkotilavuus sekä hieskoivun runsas määrä, mikä vaikuttaa puula-
jisuhteeseen. Nämä ongelmat korostuvat etenkin kohteissa, joita ei ole hoidettu.
Puunkorjuussa kustannuksia aiheuttaa turvemaan heikompi kantavuus. Korjuu
turvemailla edellyttää turpeen jäätymistä, paksua lumikerrosta tai erityisen kuivia
sulan maan sääolosuhteita. Korjuu voi myös edellyttää heikosti kantaville koh-
teille soveltuvaa konekalustoa. (Saarinen ym. 2020, 1.)

Turvemaihin kohdistuvat puunkäytön paineet luovat tarpeen erilaisille tutkimuk-
sille ja hankkeille. Tiedon ja taidon lisääminen mahdollistaa paremman metsäta-
loudellisen toimimisen turvemailla. Tietoa ja osaamista lisäämällä saataisiin hyö-
dynnettyä paremmin ekologisia, sosiaalisia ja taloudellisia arvoja. Tietämättö-
myydestä aiheutuvia virheitä saadaan myös vähennettyä. Heikkoravinteisem-
millä turvema-alueilla puuntuotoskyky on pienempää. Tämän vuoksi puunkas-
vatuksessa on tärkeää pohtia investointien kannattavuutta ja suhteuttaa sen alu-
een puuston kasvuun. Näin ollen opinnäytetyöni toimii hyvänä tutkimuksena ai-
heesta. Kustannustehokkaan uudistamisratkaisun löytäminen mahdollistaisi met-
sänomistajille paremman tuoton metsästä.

2 YLEISTÄ TEORIAA

2.1. Vesitalous

Suurimman vesistökuormituksen metsätaloudessa aiheuttavat avohakkuut ja kunnostusojitukset turvemailla. Avohakkuun seurauksena turvemaan pohjavedenpinnan taso yleensä nousee, mikä lisää ravinteiden ja humuksen huuhtoutumista sekä päästää hapettomissa turvekerroksissa syntyvää metaania ilmakehään. Liian alhainen vedenpinta aiheuttaa hiilidioksidipäästöjä, sillä se edistää turpeen hajotustoimintaa, mikä aiheuttaa vesistökuormitusta ja heikentää maaperän hiilitasetta. Kasvihuonekaasujen osalta turvemaiden maaperän metsätaloudellisessa käytössä täytyy pyrkiä päästövähennyksiin yhteiskunnan hiilineutraalia tavoitetta ajatellen. Turvemaiden keski- ja niukkaravinteisten maaperäpäästöt ovat kuitenkin vähäisiä ja niiden hiilivarastot maaperässä voi ojituksen myötä jopa kasvaa. (Saarinen ym. 2020, 1.) Puolukkaturvekankaat toimivat hiilinieluina tai hiilineutraaleina silloin kuin vedenpinnan taso pysyy suositellussa 30–40 cm (Saarinen, M. 2023, 16.)

Jatkuvapeitteisellä metsänkasvatuksella voidaan mahdollisesti parantaa taloudellista kannattavuutta välttämällä kunnostusojitus tarvetta ja vähentää ympäristöongelmia. Tämänhetkinen tieto kuivatusvaikutuksesta perustuu pääsääntöisesti ojitetuissa männiköissä mitattuun vedenpinnan tason vaihteluun. Aineistosta laaditut mallit näyttävät, että tilavuudeltaan vähintään 100–120 m³/ha olevat metsät, ylläpitävät riittävää biologista kuivatusta kylmimpiä ja sateisempia kasvukausia lukuun ottamatta. Kuivatus on riittävää, kun voidaan pitää vedenpinnan tasoa 30–40 cm:n syvyydessä kasvukauden aikana. Samalla tämä raja-arvo sopii hyvin yhteen puuston kasvun edellyttämän vedenpinnan tason kanssa. Tutkimustulosten pohjalta on päätelty jatkuvapeitteisen metsänkasvatuksen biologisen kuivatuksen pitävän vedenpinnan riittävän syvällä, jolloin kunnostusojituksen tarve vähenisi. Jatkuvapeitteisellä metsänkasvatuksella voidaan välttää avohakkuun tekemiä vedenpinnan tason nousupiikkejä eli toimenpiteiden vedenpinnan tason muutos pysyy lievempänä. Pintaturpeessa käynnistyy hapettomat pelkistysreaktiot, jos vedenpinta nousee liian korkealle, tällöin seurauksena voi olla fosforin ja liuenneiden orgaanisten suurien määrien huuhtoutuminen. Jatkuva-

peitteisyyttä turvemailloin arvioidaan vedenpinnan suotuisan tason ylläpidolla ilman kunnostusojitustarvetta ja aikaisemmin mainittuja ympäristöhaittoja. (Saarinen ym. 2020, 2.) Jatkuva peitteisellä metsänkasvatuksella vähennetään kuormitusliikettä, pintakasvillisuuden ja puuston ravinteiden sitomiskyky säilyy suurempana ja maa altistuu eroosiota aiheuttaville tekijöille vähemmän (Sarkkola, S.2021,14).

2.2. Koealueella käytettävät hakkuutavat

Kaistalehakkuu on luontaiseen uudistamiseen tarkoitettu menetelmä. Kaistalehakkuussa metsä hakataan maksimissaan 50 m leveäksi aukeaksi kaistaleeksi. Reunametsän on tarkoitus siementää hakattu alue. Kaistalehakkuun sijoitettaessa toiselta puolelta taimikkoon pienentää se hakattavan kaistaleen maksimileveyden suositusta 25 m. Hakkuu kannattaa toteuttaa ennen runsasta siemensatoa. Kaistale on hyvä tehdä itä-länsi suuntaisesti. Reunametsän on tarkoitus varjostaa uudistusala, että heinittyminen vähentyisi ja samalla se tasoittaisi alan pienilmastoja. Kaistaleen reuna metsää voidaan harventaa hakkuun yhteydessä mikä vapauttaa juuristotilaa ja parantaa taimettumista. Kaistalehakkuu on edullinen uudistamismenetelmä, mutta sekin sisältää riskinsä. Kaistalehakkuun riskinä on taimettumisen viivästyminen verrattuna istutettuun taimikkoon, jolloin tuloksena on epätasainen taimikko. Tuulituhoriskit kasvavat myös reunametsässä. (Äijälä, O., Koistinen, A., Sved, J., Vanhatalo, K. & Väisänen, P 2019, 123.)

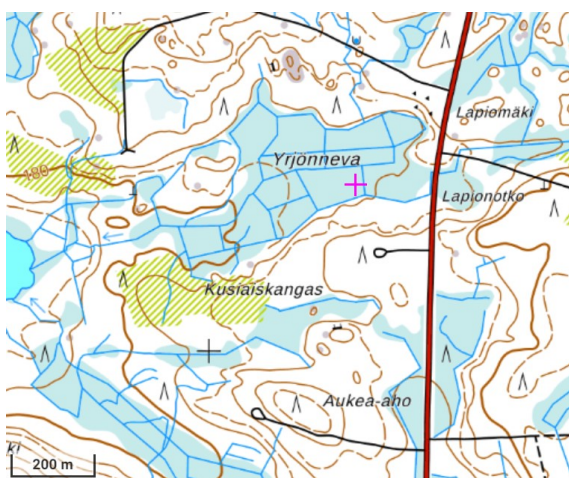
Pienaukkohakkuussa tehdään pienialaisia avohakkuuta. Myös pienaukon ympäröivää puustoa voi harventaa vähentääkseen reuna-alueen juuristokilpailua. Harvenuksessa kannattaa olla varovainen, koska se lisää tuulituhoriskiä. Varsinkin jos puusto on kasvanut tiheässä sisämetsässä. Yksinomaan pienaukkohakkuuta käyttämällä on osoittautunut haasteelliseksi rikkonaisten välialueiden hakkuu ja hoito. Tällaisessa tilanteessa on hyvä käyttää hyödyksi kaistalehakkuuta osana toimenpidesuunnitelmaa. Kaistaleen väylämäistä vaikutelmaa voidaan välttää katkomalla maisemaa säästö- ja siemenpuilla. (Äijälä ym. 2019, 148.) Metsälain mukaan uudistamisvelvoite ei koske pienaukkohakkuuta, koska velvoite astuu voimaan yli 0,3 hehtaarin kokoisesta aukosta (Äijälä ym. 2019, 115). Pienaukon asettelua voi tehdä monella eri tavalla. Esimerkiksi aukon koko voi olla läpimitaltaan 62 m, jolloin aukkoja tulee vain yksi 0,3 ha kappale hehtaarille. Toinen esimerkitapaus voisi olla, että hehtaarille hakataan kuusi 25 m läpimitaltaan olevaa

aukkoa, jolloin yksittäisen aukon pinta-ala muodostuu 0,05 ha. (Äijälä ym. 2019, 114.)

3 AINEISTO JA MENETELMÄT

3.1. Tutkimusalue

Opinnäytetyön kohde sijaitsee noin 15 km Kurusta pohjoiseen osoitteessa Vir-
taintie 2051, 34300 Ylöjärvi. Kohde nimettiin sijaintinsa perusteella Yrjönnevan
kohteeksi, mikä näkyy kuvassa 1. Tarkasteltava alue on ojitettua puolukkaturve-
kangasta, jonka pääpuulajina on mänty. Kohteelta löytyy kuusta ja hieskoivua
väli- ja aluspuuna, minkä voi havaita hyvin kuvassa 2.



KUVA 1. Karttakuva kohteesta. (Retkikartta, 2022)



KUVA 2. Maastokuva kohteesta. (Sipola, 2022)

Koealue on turvekangastyypiltään puolukkaturvekangasta (Ptkg II), joka vastaa ravinteikkuudeltaan kasvupaikkatyyppiä kuivahkokangas. Pääpuulaji on mänty. Väli- ja aluspuusto koostuu suurimmilta osin kuusesta ja hieskoivusta. Kyseinen kasvupaikka on ravinteikkuudeltaan liian karua kuusen kasvattamiseen. Alkuperäisenä suotyyppinä ennen ojituksia päätteisoin olleen varsinainen saraneva VSN. II-tyyppin kohteella näkyy alkuperäisen suotyyppin tunnusomainen pintatopografia, jossa puut syntyvät mäntäille ja niiden välillä näkyy entinen matalampi tasainen nevapinta. Hieskoivun esiintyminen on yleensä suurempi verrattuna I-tyyppin kohteisiin. Ptkg II puustossa männyn ohessa voi valtapuuna olla myös hieskoivu. Nuorilla ojituksilla vaivaiskoivu ja suopursu vallitsevat pohjakasvillisuutta, mutta vanhemmiten mustikka ja puolukka alkavat vallitsemaan. Alueella ei esiinny mustikkaturvekankaan ruohoja niin kuin kuvassa 3 voi huomata. (Tapio, n.d. a.) Puuston iäksi on Metsähallituksen aineistossa merkitty 70–80 vuotta (Metsähallitus, n.d). Lahopuun osuus puustosta on vähäinen. Koealoilla ei esiintynyt erityisiä monimuotoisuustekijöitä.

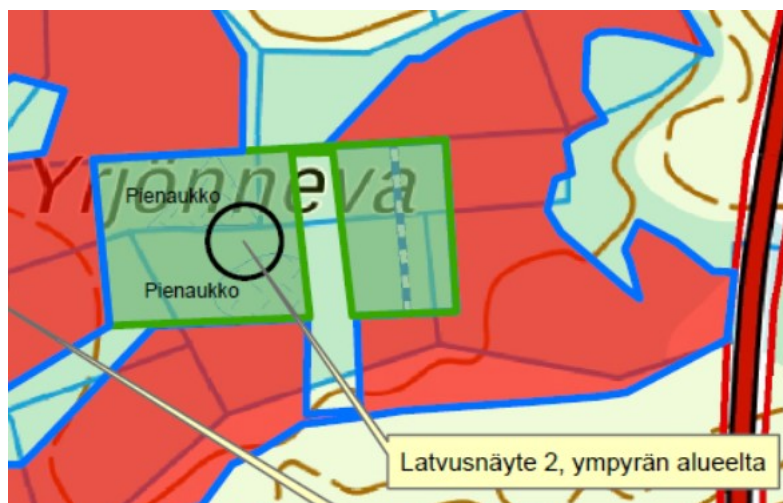
Turpeen laatu koealoilla on kauttaaltaan kohtalaisesti maatunutta. Maatuneisuusaste kohteella on luokkaa viisi. Puristaessa valuu sameaa vettä. Jäännös on puuromainen ja turveaineesta puristettaessa pursuaa alle puolet sormien välistä. Kasvirakenne on osittain tunnistettavissa. Kohtalaisesti maatuneessa tyypitilanne on yleensä hyvä tai tyydyttävä ja paksuturpeisissa oloissa ravinne-epätasapaino on yleinen. (Tapio, n.d. a.) Turvekerroksen syvyys kohteella on yli kaksi metriä. Kohteella ensimmäiset ojitukset on tehty noin vuonna 1935. Kohde on kertaalleen kunnostusojitettu vuonna 2009. Ensimmäinen ojitus on tehty puuston kasvun parantamiseksi (Seppälä 1976, 55–60). Ojien pintakasvillisuus on lisääntynyt 13 vuodessa merkittävästi ja saanut aikaiseksi ojan umpeutumista. Vesitilanne oli märästä elokuusta 2022 huolimatta hyvä, haihduttavan puuston ja pintakasvillisuuden ansiosta (kuva 4). Kyseisestä kohteesta otettiin neulasanalyysi ravinnetasapainon selvittämiseksi. Neulasnäytteen paikka on merkitty kartalla kuvassa 5. Neulasnäyte otettiin vuonna 2022. Näytteet kerättiin 5–10 vallitsevan latvuserroksen männystä ottamalla kahden ylimmän oksakiehkuran etelänpuoleista oksankärkeä. Näytteen keräyksen toteutti Metsähallitus.



KUVA 3. Alueella esiintyi opaskasveina suopursua, suomuurainta, puolukkaa ja mustikkaa. Alueella esiintyi myös kuusille vaaratonta suopursuruostetta, jonka voi havaita kyseisessä kuvassa oranssinkeltaisista kuusen neulasista. (Sipola, 2022)



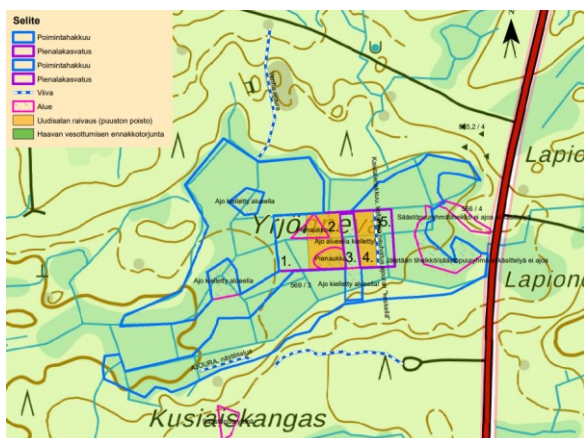
KUVA 4. Ojat ovat umpeutuneet pintakasvillisuudesta ajan saatossa. (Sipola, 2022)



KUVA 5. Otetun neulasnäytteen sijainti. (Metsähallitus, n.d)

3.2. Koealojen ja puuston mittaaminen ennen hakkuuta

Kyseisessä tutkimuksessa luotiin viisi koealaruutua 23.7.2022. Koealueilla havainnollistetaan eri hakkuumenetelmiä metsänomistajille. Koealat perustettiin suuremman suorakulmion sisään jakamalla alue viiteen osaan. Koealat näkyvät kuvassa 6. Koealojen lähtötilanteet näkyvät kuvissa 7–11. Koealan ulkoreunat merkittiin linjakepeillä, joiden päähän sidottiin punainen kuitunauha. Koealaruudukot eroteltiin toisistaan sinisillä kuitunauhoilla. Kuvassa 12 on koealaruutujen rajaaminen käynnissä. Koealat ovat numeroitu lännestä itään päin 1–5. Puhelimen GPS:llä mitatut koealaruutujen sivujen pituudet ovat nähtävissä liitteissä 1–5. Samoista edellä mainituista liitteistä löytyy myös kuviokohtaiset pinta-alat, tilavuudet ja puustotiedot. Maastossa rajattu alue poikkeaa hieman alustavasta suunnitelmasta.



KUVA 6. Elmeri Järvelän tekemä alustava kartta luonnos alueen toimenpiteistä. Pienaukkohakkuu sijoittui koealoille 1 ja 2. Kaistalehakkuu sijoittui koealoille 4 ja 5. (Metsähallitus, n.d) Numeroinnin teki. (Sipola, 2022)



KUVA 7. Lähtötilanne kuva koeala 1:stä ennen hakkuuta. (Pelttari, J., Askoluoto, S., Jussila, S., Kautto, T. 2022)



KUVA 8. Lähtötilanne kuva koeala 2:stä ennen hakkuuta. (Pelttari ym. 2022)



KUVA 9. Lähtötilanne kuva koeala 3:stä ennen hakkuuta. (Pelttari ym. 2022)



KUVA 10. Lähtötilanne kuva koeala 4:stä ennen hakkuuta. (Pelttari ym. 2022)



KUVA 11. Lähtötilanne kuva koeala 5:stä ennen hakkuuta. (Pelttari ym. 2022)



KUVA 12. Koealaruutujen rajaaminen käynnissä. (Sipola, 2022)

Puiden mittaaminen aloitettiin samana päivänä koealojen perustamisen kanssa ja saatiin päätökseen ennen seuraavaa kasvukautta. Ennen hakkuuta jokaiselta koealalta mitattiin kaulaimella kaikki rinnankorkeudelta yli 4 cm läpimitaltaan olevat puut puulajeittain. Puihin laitettiin aina rinnankorkeusläpimitan mittauksen yhteydessä merkintämaalilla merkki, joka esti puiden sekoittumista mitattujen ja mittaamattomien välillä. Kuvassa 13 on puun rinnankorkeusläpimitan mittaaminen käynnissä. Ennen korjuuta kaistale- ja pienaukkohakkuualoilla toteutettiin ennakkoraivaus, missä poistettiin kaikki alikasvokset mäntyä lukuun ottamatta. Mittaukset suoritettiin ennen ennakkoraivausta. Koealakohtaiset puulajeittain lasketut rinnankorkeusläpimittatiedot näkyvät liitteissä 6–10.



KUVA 13. Rinnankorkeus läpimitan mittaaminen käynnissä. (Sipola, 2022)

4 TULOKSET

4.1. Koealat

Opinnäytetyön tärkeimpänä tuloksena syntyi koealue Luonnonvarakeskukselle, joka on jaettu viiteen pienempään koealaan. Koealat näkyvät numerojärjestyksessä kuvassa 6. Koealoilta mitattiin jokaisesta puustotiedot, mitkä ovat tarkasteltavissa liitteissä 1-5. Kyseisistä liitteistä näkee kuvioiden pinta-alat, koealojen sivujen pituudet, puuston tilavuudet, puulajisuhteen, puuston läpimitat ja pituudet puulajeittain läpimittaluokittain. Eri koealoille tehtiin erilaisia toimenpiteitä. Koealoilla 1 ja 2 tehtiin pienaukkohakkuuta. Koeala 3 pidettiin käsittelemättömänä alueena. Koealoilla 4 ja 5 tehtiin kaistalehakkuuta.

4.2. Hakkuiden jälkeen kerätty puustotieto

Kaistalehakkuun ja pienaukon koko selvitettiin mittaamalla 50 m mittanauhalla. Pienaukkohakkuun halkaisijaksi projektiryhmä mittasi 47 m. Kaistalehakkuun leveydeksi projektiryhmä mittasi 20 m ja kokonaispituudeksi 90 m, josta 45 m matka sisältyi koealalle. Kuvassa 14 mitataan pienaukon halkaisijaa. (Pelttari ym. 2022.) Yrjönevan koealueen kaistalehakkuu näkyy dronekuvassa 15 ja maastossa otetusta kuvasta 16. Kaistalehakkuun pinta-ala on 0,18 ha, josta koealan sisällä oli 0,09 ha. Pienaukkohakkuun pinta-ala on aikaisemmin mainitun halkaisijan mukaan 0,17 ha.



KUVA 14. Pienaukkohakkuun pinta-alan mittaaminen käynnissä. (Pelttari ym. 2022)



KUVA 15. Dronella otettu ilmakeku kaistalehakuusta. (Metsäkeskus, 2022)



KUVA 16. Kaistalehakuu maanpinnalta kuvattuna. (Sipola, 2022)

Hakkuiden jälkeen mitattiin puiden pituus hypsometrillä puulaji ja 3 cm läpimittaluokittain 20 m etäisyydeltä. Puiden pituuden mittauksessa valittiin koepuut satunnaisesti sopivan mittauspaikan ja läpimittaluokan löytyessä tasaisesti koealueen eri osista. Koealueen puusto on havaintoni perusteella läpimitta/pituussuhteeltaan tasalaatuista. Tämän vuoksi puuston pituusmittaus suoritettiin yhdelle puulle jokaisesta läpimittaluokasta puulajeittain. Kuvassa 17 mitataan puun pituutta. Puulajeittain ja läpimittaluokittain mitatut pituustiedot näkyvät liitteessä 11.



KUVA 17. Puun pituuden mittaaminen käynnissä. (Sipola, 2022)

4.3. Maastomittausten kuviokohtaiset puuston tilavuudet

Maastossa mitattujen tietojen puustotilavuus on laskettu hehtaarikohtaisesti syötämällä koealan pinta-ala, puulaji, läpimitta ja pituus tiedot SMUL-Excel mittaus-tiedostoon. SMUL-Excelissä on käytössä Laasasenahon kuitu- ja tukkipuiden tilavuustaulukot, jotka löytyvät liitteistä 12 ja 13. (Suominen 2017.) Puustotilavuus on 1 koealalla 155 m³/ha, 2 koealalla 126 m³/ha, 3 koealalla 198 m³/ha, 4 koealalla 135 m³/ha ja 5 koealalla 209 m³/ha. Tarkemmat puustotiedot näkyvät liitteissä 1–5.

4.4. Hakkuukertymät

Kohteen hakkuu tehtiin 27.8.2022. Kaistalehakkuun kertymä oli 32,23 m³. Koealan koko eli 0,18 ha. Hakkuukoneen kertymä tiedossa ei ole huomioitu alueen ulottumista koealan ulkopuolelle. Hehtaarikohtainen hakkuukertymä oli siis 179 m³/ha. Hakkuukoneiden kertymä tietoja puutavaralajikohtaisesti voi tarkastella liitteestä 14. Kaistalehakkuun puustotiedot ovat maastomittausten puolelta koeala 5 alueella hieman suuremmat, mutta kaistalehakkuu eteni hieman koeala 4 puolelle, jonka vaikutuksesta hakkuukoneen kertymä tiedot menevät yhteneväisiksi maastomitattujen tietojen kanssa.

Pienaukkohakkuussa hakkuukertymä oli 22,41 m³ koealan koko eli 0,17 ha. Tuloksena hehtaari kohtaiselle kertymälle tulee 132 m³/ha. Hakkuukoneiden kertymä tietoja puutavaralajikohtaisesti voi tarkastella liitteestä 15, missä näkyy punaisilla pisteillä puiden väliaikainen varastopiste tulevaa ajokoneen ajoa varten. Pienaukkohakkuu tapahtui koeala 1 ja koeala 2 alueella. Hakkuuala painottui enemmän koealalle 2. Pienaukkohakkuun kertymä tiedot näyttävät yhteneväisiltä koeala 1 ja koeala 2 maastomitattujen puustotietojen keskimääräisen puustotilavuuden kanssa. Hakkuukoneiden kertymä tiedot vahvistavat maastossa mitattujen puustotietojen oikeellisuutta, jonka vuoksi niitä voidaan pitää erittäin luotettavina.

Kohteen katkonnassa on huomioitava pikkutukin nostava merkitys tukkiprosenttiin. Pikkutukki mahdollistaa tilastoitavan tukin katkonnän 275 cm pituuteen ja 85 mm latva minimiin kuusella ja tekee myös samankaltaista tilastoitavaa vaikutusta männynkin osalta. Hakkuukoneilla mitattujen tietojen puustotilavuus on laskettu kertymä jaettuna kuvioiden pinta-alan suhteella.

4.5. Tämänhetkisen puuston kasvu.

Keskimääräinen vuotuinen kasvu kohteella on puuston iän keskiarvoa 75 vuotta ja maastossa mitattujen kuvioiden keskimääräistä tilavuutta 164,6 m³ käyttäen noin 2,19 m³/v. Kuviokohtaiset tilavuudet näkyvät liitteissä 1–5.

4.6. Neulasanalyysin tulokset

Liite 16 neulasanalyysitulokset paljastivat kohteen typpi-, fosfori- ja kaliumpitoisuuden olevan huononlaisella tasolla. Muiden ravinteiden osalta tilanne oli vähintään tyydyttävä.

5 TULOSTEN TARKASTELU

5.1. Koealojen käyttökelpoisuus luontaisen uudistamisen seurannassa

Perustettuja ja mitattuja koealoja voidaan käyttää pienaukko- ja kaistalehakkuun uudistamisen onnistumisen seurannassa. Käsittelemätön kuvio toimii lähtötilanteen kuvaajana. Koealojen käyttökelpoisuus on riittävän hyvä kyseisen tutkimuksen käyttötarkoitusta ajatellen. Tosin koealojen pinta-alat heittäivät todennäköisesti hieman, sillä käytössä olevalla kalustolla ei ollut mahdollista saada parempaa tulosta. Tarkkuus-GPS:n käyttö perustamisvaiheessa olisi parantanut koealojen pinta-alojen tarkkuutta. Koealat tehtiin niin hyvin, kun suinkin oli mahdollista, eikä kyseisissä tutkimuksissa voida välttää inhimillistä virhettä.

Korjuun toteutuksessa jouduttiin poikkeamaan suunnitelmasta haastavien runsaiden sade sääolosuhteiden vuoksi. Korjuu oli tarkoitus tehdä kuivan kesän aikaan 27 päivä elokuuta osana Ilmastokestävää suometsän hoitoa Pirkanmaalla -hankkeen työnäytöstä. Tästä syystä hakatut kaistale- ja pienaukkohakkuualueet eivät ole aivan samanlaisia alustavan suunnitelman kanssa. Molemmissa hakkuissa osa hakatusta alueesta ulottuu koealaruutujen ulkopuolelle. Tämä kuitenkin kuvastaa erinomaisesti haasteista, mitkä voi tulla päivittäisessä korjuutyössä vastaan.

5.1. Uuden taimettumisalustan onnistuminen

Jatkuvapeitteisen kasvatuksen korjuisiin nähden hakatut kohteet näyttävät yleiseen tasoon verrattuna karummilta, jonka voi huomata siirtymäurasta kuva 18, pienaukkohakkuusta kuva 19 ja kaistalehakkuusta kuva 20. Uudenlaisena maanmuokkausmenetelmänä turvemaalla kokeiltiin pienaukkohakkuulla tapaa, jossa ajokoneen koura painetaan turvemaahan ja puristetaan kiinni, jonka jälkeen maan aines nostetaan ja tiputetaan samaan paikkaan paljastaakseen maanpintaa luontaista taimettumista varten. Pienaukkohakkuun koealalla muokattuja tai vastaavanlaisia mättäitä on noin 1400 kpl/ha. Kuvassa 21 näkyy mättäiden laskeminen ja merkitseminen.



KUVA 18. Siirtymäura pienaukkohakkuulle hakkuun jälkeen. (Sipola, 2022)



KUVA 19. Pienaukkohakkuun yleiskuva painaumista. (Sipola, 2022)



KUVA 20. Kaistalehakkuun yleiskuva painaumista. (Pelttari ym. 2022)



KUVA 21. Ajokoneen kouralla tehtyjen taimettumispaikkojen määrän laskeminen ja merkitseminen käynnissä. (Sipola, 2022)

6 PÄÄTELMÄT

Hakkuun toteutukseen vaikutti edellä mainitsemani haastavat sääolosuhteet. Tämä ja turpeen vettyminen aiheutti koesuunnitelmasta poikkeaman. Korjuujälkeen vaikutti oppilastyönä tehty korjuu, joka lisäsi ylimääräisiä ajokertoja ja ajourapainaumia. Pienaukkohakkuun korjuujälkeä on mahdoton arvioida, koska kyseisellä kuviolla on tehty uusi kokeellinen maanmuokkaustapa ajokoneella. Ajokoneen kouralla ei saatu aina käännettyä mättäitä kohdalleen, mikä vaikutti niiden laatuun. Kokonaisuudessaan maanpintaa on paljastunut koelaloilla paljon, mikä on jatkossa hyvä asia kuitenkin luontaisen taimettumisen näkökulmasta.

Männyn uudistamisen riskitekijä on hieskoivun vesojen ja luontaisesti syntyneiden koivun taimien suuri määrä. Luontaisen mäntytaimiaineksen vakiinnuttaminen voi edellyttää useampaa taimikonhoitokertaa. Tämä kyseinen koe antaa myös tulevaisuudessa lisää kokeellista tietoa kaistale- ja pienaukkohakkuiden pinta-ala vaikutuksista. Pysykö vedenpinnan taso ihanteellisessa 30–40 cm syvyydessä hakkuualojen keskellä pelkällä ympäröivien alueiden puuston biologisella kuivatuksella, ettei tulevaisuudessa tarvitse enää kunnostusojittaa. Männyn luontaista uudistumista maastopalojen jälkeen kuvaa mielestäni hyvin kaistale- ja pienaukkohakkuiden yhdistelminä tehdyt ryhmittäiset eri-ikäiset kohteet.

Seuraavan kerran Pienaukko- ja kaistalehakuualalla kannattaa mitata luontaisesti syntyneiden taimien määrää noin 3–5 vuoden päästä (Tapio, n.d. c). Tulevaisuudessa kannattaa vertailla muokatun ja muokkaamattoman alueen taimettumista ja pohtia ajokoneen tekemän muokkauksen kannattavuutta. Toinen tutkittava aihe voisi olla pohjavedenpinnan tason muutoksen seuranta hakatuilla alueilla verrattuna hakkaamattomiin alueisiin. Pohjavedenpinnan tasoon liittyvän tutkimuksen pystyisi toteuttamaan jo seuraavana kasvukautena.

Kohteelle on hyvä tehdä liite 16 neulasanalyysien tulosten perusteella niukkatyypiselle puolukkaturvekankaalle suunnattu lannoitus, missä käytetään tuhkalannoitusta YaraSuna Horus 3–4 tonnia hehtaarille liitteen 14 mukaan. Turvemaiden typpilannoitukset ovat taloudellisesti kannattavia lähinnä ohutturpeisille puolukkaturvekankaille, joidenka turvekerros on alle 30 cm. (Tapio, n.d. b.) Kyseinen

kohde on paksuturpeisempi, jonka vuoksi Urean 150–200 kg/ha lannoituksen kannattavuutta kannattaa arvioida tarkemmin Liitteestä 14. Ravinteiden käyttösuositukset ovat typelle 100 kg/ha, fosforille 30–40 kg/ha, kaliumille 60–90 kg/ha ja boorille 1,0–1,5 kg/ha. (Yara 2022, 6.) Lannoitus suositellaan tehtäväksi maaleivityksessä mahdollisimman pian puunkorjuun jälkeen, koska ajourat ovat silloin parhaiten näkyvissä. Ilmaleivityksessä ajankohtaa ei tarvitse työteknisistä syistä sitoa hakkuisiin. Yleinen suositus on kuitenkin tehdä korjuun ja kunnostusojituksen välissä. (Tapio, n.d. b.) Tuhkalannoitus tuo lisäkasvua 1,4–4,0 m³/ha/v ja vaikutus aika on 30–40 vuotta. Lannoituksen myötä kasvupaikan ravinnetila paranee yhdellä tai kahdella kasvupaikkaluokalla. (Tapio, n.d. b.) Mielestäni alueen lannoituksen tuottama lisäkasvu voi olla parhaimmillaan 2,4 m³/ha/v typen alhaisen tason takia. Tulevaisuudessa jatkotutkimuksia voisi myös tehdä kyseisellä koealueella lannoituksen tuottaman lisäkasvun näkökulmasta, mutta uskon että sen toteuttaminen on mahdollista vasta useiden vuosien päästä lannoituksesta.

Jälkeenpäin ajatellen opinnäytetyössä tekisin muutaman asian toisin. Alueen rajauksessa käyttäisin tarkkuus-GPS:ää puhelimen sijasta. Se tarkoittaisi koealojen dokumentointia. Koealueen reunoille laittaisin kiinteät pyykkit. Tämä helpottaisi alueen hahmottamista. Puiden mittauksessa numeroisin puut, mikä auttaa puiden tunnistamisessa. Olisi ollut hyvä, jos korjuun ajankohtaa olisi voinut siirtää, koska sääolosuhteet eivät olleet suotuisat korjuulle. Oli kyseessä metsänomistajille tarkoitettu näytöspäivä eikä tätä voitu siirtää.

Isot kiitokset Metsäkeskukselle tutkimuksen organisoinnista ja erityisesti heidän yhteyshenkilöillensä Teemu Varjoselle ja Ari Lähteenmäelle. Kiitokset Metsähallitukselle tuesta ja mahdollisuudesta toteuttaa heidän maillaan tutkimusta. Erityisesti haluan kiittää Ilkka Korhosta ja Elmeri Järvelää. Kiitokset Luonnonvarakeskukselle, sekä heiltä mukana olleille Saarisen Markulle ja Lindeman Harrille. Korjuun toteutuksesta kiitokset Kurun Metsäoppilaitos Tredu:lle ja isot kiitokset Ruokosen Jannelle. Kiitokset myös Tampereen ammattikorkeakoulun projektitiimin Jarkko Pelttarille, Samuel Askoluodolle, Siiri Jussilalle ja Toni Kautolle mittaus-tuesta. Kiitokset Vili Koskiselle dronekuvaamisesta. Viimeiset suuret kiitokset haluan sanoa koealueiden rajauksessa ja mittaamisessa tukena olleelle Matti Äijölle.

LÄHTEET

Kurun Metsäoppilaitos Tredu. 2022. Hakkuukoneen mittaustiedot. PNG-tiedostot. Käytetty. 14.10.2022.

Metsähallitus, n.d. Arkistot. Viitattu. 8.4.2024.

Metsäkeskus. 2022. Ilmastokestävää suometsän hoitoa Pirkanmaalla -hankkeen työnäytös. YouTube. Katsottu 27.8.2022.

https://youtu.be/uimKDo6KHx8?si=IjgKP_iwvqr8goUX

Nieminen, M., Launiainen, S., Ojanen, P., Sarkkola, S., & Laurén, A. 2020. Metsätalouden vesistökuormitus: nykykäsitys ja tulevaisuuden menetelmäkehitys. Metsätieteen Aikakauskirja, Viitattu 7.4.2024.

<https://doi.org/10.14214/ma.10336>

Pelttari, J., Askoluoto, S., Jussila, S., Kautto, T. 2022. Maastomittaukset Yrjöneva. Projektityö. Viitattu 11.12.2022.

Saarinen, M. 2023. Suometsien hyödyntämisen ympäristöongelmat ja niiden ratkaisumallit. Luonnonvarakeskus. Webinaari. Viitattu 7.4.2024

<https://mappi.metsakeskus.fi/catalog/Mappi/r/1548>

Saarinen, M., Valkonen, S., Sarkkola, S., Nieminen, M., Penttilä, T., & Laiho, R. 2020. Jatkovapeitteisen metsänkasvatuksen mahdollisuudet ojitetuilla turveilla. Metsätieteen Aikakauskirja. Viitattu 7.4.2024.

<https://doi.org/10.14214/ma.10372>

Sarkkola, S. 2021. Jatkovapeitteinen ja jaksollinen metsänkasvatus – vesistövaikutukset. Luonnonvarakeskus. Webinaari. Viitattu 7.4.2024. <https://www.sli-deshare.net/LukeFinland/metsankasvatus-webinaari18012021vesistovaikutukset>

Seppälä K. (1976). Relationship between stem diameter of trees at time of draining and their post-drainage increment. *Suo* 27(3): 55–60.

<http://www.suo.fi/article/9457>.

Suominen, O. 2017. Excel-tiedostot koealalaskentaan. Suomen metsäurheilu-
liitto ry. Excel-laskentapohja. Käytetty 25.11.2022.

http://smul.fi/uploads/1/3/0/6/130603260/mtaito_kesakoealalaskenta.xlsx. vai
<http://smul.fi/laskenta.html>.

Tapio, n.d. a. Metsänhoidon suositukset. Kasvupaikkatyypin tunnistaminen. Tur-
vekangastyypin tunnistaminen. Nettisivu. Luettu 5.4.2024. <https://metsanhoidonsuosituksset.fi/fi/toimenpiteet/kasvupaikkatyypin-tunnistaminen/toteutus>

Tapio, n.d. b. Metsänhoidon suositukset. Lannoitus. Nettisivu. Luettu 5.4.2024
<https://metsanhoidonsuosituksset.fi/fi/toimenpiteet/lannoitus/toteutus>

Tapio, n.d. c. Metsänhoidon suositukset. Puulajin ja uudistamismenetelmän va-
linta. Nettisivu. Luettu 5.4.2024 [https://metsanhoidonsuosituksset.fi/fi/toimenpi-
teet/puulajin-ja-uudistamismenetelman-valinta/toteutus#section-85](https://metsanhoidonsuosituksset.fi/fi/toimenpiteet/puulajin-ja-uudistamismenetelman-valinta/toteutus#section-85)

Yara. 2022. Metsänlannoitusopas. PDF. Viitattu 5.4.2024.

[https://www.yara.fi/contentas-
sets/435ef2968cc2498591165bcc3c0c04cb/yara_metsanlannoitus-
opas_a4_2022_v3_web.pdf](https://www.yara.fi/contentassets/435ef2968cc2498591165bcc3c0c04cb/yara_metsanlannoitus-opas_a4_2022_v3_web.pdf)

Äijälä, O., Koistinen, A., Sved, J., Vanhatalo, K. & Väisänen, P. (toim.) 2019.
Metsänhoidon suositukset. Tapion julkaisuja. PDF. Viitattu 13.4.2024 [https://ta-
pio.fi/wp-content/uploads/2020/09/Metsanhoidon_suosituksset_Tapio_2019.pdf](https://tapio.fi/wp-content/uploads/2020/09/Metsanhoidon_suosituksset_Tapio_2019.pdf)

Liite 2. Koeala 2. Puuston alkuperäinen tilavuus. (Suominen, 2017)

Puu, nro	Pi	D, s, c	H, m	Tilavuus, m ³	Alue, ha	0,12			
1	1	22	17	0,31	Muuntokerroin	8,51			
2	1	17	17	0,19	Tilavuus, m ³	14,80			
3	1	18,5	17	0,22	Punkotilavuus, m³/ha	125,93			
4	1	22	17	0,31					
5	1	20,5	17	0,27	Alueen sivut, m				
6	1	22	17	0,31	26	Pohjoinen			
7	1	20	17	0,26	33	Etelä			
8	1	16,5	17	0,18	40	Kä			
9	1	18	17	0,21	40	Länsi			
10	1	19	17	0,24	Piirin puolikas				
11	1	19	21	0,29	69,5				
12	1	20,5	17	0,27					
13	1	20,5	17	0,27					
14	1	23	17	0,34					
15	1	22	17	0,31					
16	1	26,5	19	0,50					
17	1	20	17	0,26					
18	1	22,5	17	0,33					
19	1	17,5	17	0,20					
20	1	25	19	0,44					
21	1	22	17	0,31					
22	1	20	17	0,26					
23	1	9	7	0,03					
24	1	24,5	17	0,39					
25	1	18	17	0,21					
26	1	23	17	0,34					
27	1	28	21	0,61					
28	1	22	17	0,31					
29	1	23	17	0,34					
30	1	22	17	0,31					
31	1	22,5	17	0,33					
32	1	26	19	0,48					
33	1	23	17	0,34					
34	1	21	17	0,29					
35	1	20	19	0,29					
36	1	22	17	0,31					
37	1	25	19	0,44					
38	1	23	17	0,34					
39	1	22	17	0,31					
40	1	25	19	0,44					
41	1	25	19	0,44					
42	1	25,5	19	0,46					
43	1	22,5	17	0,33					
44	1	17	17	0,19					
45	2	4	5	0,00					
46	2	5	5	0,01					
47	2	4	5	0,00					
48	2	4	5	0,00					
49	2	4,5	5	0,00					
50	2	5	5	0,01					
51	2	4	5	0,00					
52	2	4	5	0,00					
53	2	7	5,5	0,01					
54	2	4	5	0,00	98	2	7	5,5	0,01
55	2	10	9	0,04	99	2	6	5	0,01
56	2	5	5	0,01	100	2	6	5	0,00
57	2	4,5	5	0,00	101	2	4,5	5	0,00
58	2	5	5	0,01	102	2	6	5	0,01
59	2	4	5	0,00	103	2	5	5	0,01
60	2	4,5	5	0,00	104	2	5,5	5	0,01
61	2	5	5	0,01	105	2	6,5	5	0,01
62	2	4	5	0,00	106	2	5	5	0,01
63	2	6	5	0,01	107	2	5,5	5	0,01
64	2	4	5	0,00	108	2	6	5	0,01
65	2	5	5	0,01	109	2	4	5	0,00
66	2	5	5	0,01	110	2	6,5	5	0,01
67	2	4	5	0,00	111	2	4	5	0,00
68	2	4	5	0,00	112	2	5	5	0,01
69	2	6	5	0,01	113	2	4	5	0,00
70	2	5	5	0,01	114	2	5	5	0,01
71	2	4,5	5	0,00	115	2	7	5,5	0,01
72	2	6	5	0,01	116	2	4	5	0,00
73	2	4	5	0,00	117	2	4	5	0,00
74	2	16	12	0,12	118	2	4,5	5	0,00
75	2	5	5	0,01	119	2	4,5	5	0,00
76	2	4,5	5	0,00	120	2	4,5	5	0,00
77	2	8,5	5,5	0,02	121	2	4,5	5	0,00
78	2	7	5,5	0,01	122	2	4	5	0,00
79	2	6	5	0,01	123	2	5	5	0,01
80	2	6	5	0,01	124	2	6	5	0,01
81	2	9	5,5	0,02	125	2	7	7	0,01
82	2	8	5,5	0,02	126	2	4	5	0,00
83	2	6	5	0,01	127	2	9	7	0,02
84	2	5,5	5	0,01	128	2	6	5	0,01
85	2	4,5	5	0,00	129	2	8	7	0,02
86	2	4,5	5	0,00	130	2	4	5	0,00
87	2	4,5	5	0,00	131	2	7,5	7	0,02
88	2	4	5	0,00	132	2	5	5	0,01
89	2	5	5	0,01	133	2	4,5	5	0,00
90	2	5	5	0,01	134	2	14	13	0,09
91	2	7	5,5	0,01	135	2	7	7	0,01
92	2	6,5	5	0,01	136	2	7	7	0,01
93	2	5	5	0,01	137	2	5	5	0,01
94	2	6	5	0,01	138	2	4	5	0,00
95	2	5	5	0,01	139	2	12	11	0,06
96	2	4	5	0,00	140	2	5	5	0,01
97	2	4	5	0,00	141	2	6,5	5	0,01

Liite 5. Koeala 5. Puuston alkuperäinen tilavuus. (Suominen, 2017)

Puu_nro	P	D _{1,3} , c	H, m	Tilavuus, m ³	Alue, ha							
1	1	20,5	17	0,27			0,09	48	2	17	13	0,14
								49	2	7	5,5	0,01
							11,38	50	2	7,5	5,5	0,01
2	1	18,5	17	0,22				51	2	4	5	0,00
								52	2	12	9	0,05
3	1	21	17	0,29				53	2	6,5	5	0,01
								54	2	4	5	0,00
4	1	25,5	19	0,46				55	2	4	5	0,00
								56	2	6	5	0,01
5	1	25	19	0,44				57	2	10	9	0,04
								58	2	6	5	0,01
6	1	17	17	0,19				59	2	5	5	0,01
								60	2	6	5	0,01
7	1	20,5	17	0,27				61	2	6	5	0,01
								62	2	7,5	5,5	0,01
8	1	24	17	0,37				63	2	5	5	0,01
								64	2	5	5	0,01
9	1	20	17	0,26				65	2	9	5,5	0,02
								66	2	4	5	0,00
10	1	20	17	0,26				67	2	5,5	5	0,01
								68	2	5	5	0,01
11	1	16	17	0,17				69	2	6,5	5	0,01
								70	2	5	5	0,01
12	1	20	17	0,26				71	2	5	5	0,01
								72	2	5	5	0,01
13	1	27	19	0,51				73	2	7	5,5	0,01
								74	2	5	5	0,01
14	1	25,5	19	0,46				75	2	9	5,5	0,02
								76	2	6,5	5	0,01
15	1	21,5	17	0,30				77	2	12	9	0,05
								78	2	8	5,5	0,02
16	1	18	17	0,21				79	2	14	11	0,09
								80	2	7	5,5	0,01
17	1	20,5	17	0,27				81	2	9	5,5	0,02
								82	2	12,5	9	0,06
18	1	29	21	0,65				83	2	12,5	9	0,06
								84	2	12	9	0,05
19	1	26,5	19	0,50				85	2	11	9	0,04
								86	2	14	11	0,09
20	1	22	17	0,31				87	2	8	5,5	0,02
								88	2	12,5	9	0,06
21	1	23	17	0,34				89	2	10	9	0,04
								90	2	4,5	5	0,00
22	1	21,5	17	0,30				91	2	4	5	0,00
								92	2	13	11	0,07
23	1	14,5	15	0,12				93	2	6,5	5	0,01
								94	2	13,5	11	0,08
24	1	23,5	17	0,36				95	2	15	11	0,10
								96	2	11	9	0,04
25	1	21,5	17	0,30								
26	1	18,5	17	0,22								
27	1	23,5	17	0,36								
28	1	23,5	17	0,36								
29	1	24	17	0,37								
30	1	22	17	0,31								
31	1	25	19	0,44								
32	1	24,5	17	0,39								
33	1	24	17	0,37								
34	1	20	17	0,26								
35	1	24,5	17	0,39								
36	1	25	19	0,44								
37	1	28	21	0,61								
38	1	24	17	0,37								
39	1	26	19	0,48								
40	1	23,5	17	0,36								
41	1	31	19,5	0,69								
42	1	14,5	15	0,12								
43	1	17	17	0,19								
44	1	21,5	17	0,30								
45	1	28,5	21	0,63								
46	1	24	17	0,37								
47	1	22,5	17	0,33								

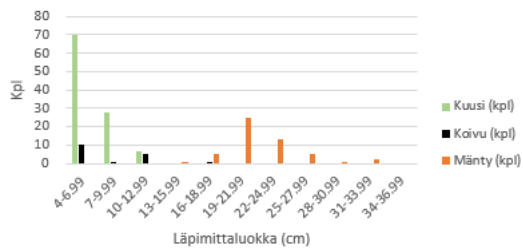
Alueen sivut, m				
22	Pohjoinen			
22	Etelä			
40	Itä			
40	Länsi			
Piirin puolikas				
62				

97	2	4	5	0,00
98	2	9	5,5	0,02
99	2	11	9	0,04
100	2	11	9	0,04
101	2	4	5	0,00
102	2	13	11	0,07
103	2	7	5,5	0,01
104	2	12	9	0,05
105	2	8	5,5	0,02
106	3	5	5	0,01
107	3	7,5	7	0,02
108	3	12	11	0,08
109	3	4,5	5	0,00
110	3	6	5	0,01
111	3	8	7	0,02
112	3	4	5	0,00
113	3	6	5	0,01
114	3	5	5	0,01
115	3	7	7	0,01
116	3	6	5	0,01
117	3	4	5	0,00
118	3	8,5	7	0,02
119	3	4	5	0,00
120	3	4	5	0,00
121	3	5	5	0,01
122	3	6	5	0,01
123	3	4	5	0,00
124	3	5	5	0,01
125	3	5	5	0,01
126	3	5	5	0,01
127	3	9	7	0,02
128	3	4	5	0,00
129	3	7	7	0,01
130	3	7	7	0,01
131	3	5,5	5	0,01
132	3	6,5	5	0,01
133	3	7	7	0,01
134	3	4	5	0,00
135	3	5	5	0,01

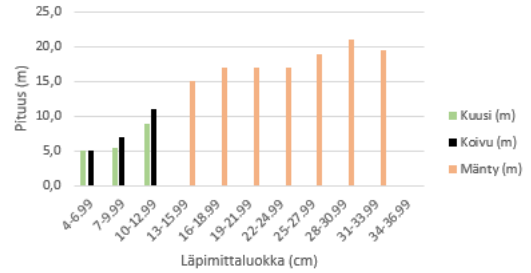
Liite 6. Koeala 1 puustotiedot

Läpimittaluokka (cm)	Kuusi (kpl)	Koivu (kpl)	Mänty (kpl)	Läpimittaluokka (cm)	Kuusi (m)	Koivu (m)	Mänty (m)
4-6.99	70	10	-	4-6.99	5,0	5,0	-
7-9.99	28	1	-	7-9.99	5,5	7,0	-
10-12.99	7	5	-	10-12.99	9,0	11,0	-
13-15.99	-	-	1	13-15.99	-	-	15,0
16-18.99	-	1	5	16-18.99	-	-	17,0
19-21.99	-	-	25	19-21.99	-	-	17,0
22-24.99	-	-	13	22-24.99	-	-	17,0
25-27.99	-	-	5	25-27.99	-	-	19,0
28-30.99	-	-	1	28-30.99	-	-	21,0
31-33.99	-	-	2	31-33.99	-	-	19,5
34-36.99	-	-	-	34-36.99	-	-	-
Yhteensä	105	17	52	Keskiarvo	6,5	7,7	17,9

Koeala 1. Läpimittajakaumat puulajeittain

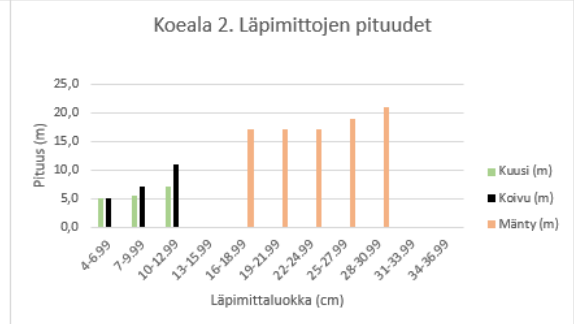
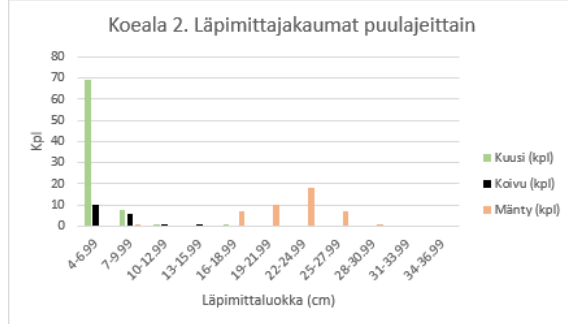


Koeala 1. Läpimittojen pituudet



Liite 7. Koeala 2 puustotiedot

Läpimittaluokka (cm)	Kuusi (kpl)	Koivu (kpl)	Mänty (kpl)	Läpimittaluokka (cm)	Kuusi (m)	Koivu (m)	Mänty (m)
4-6.99	69	10	-	4-6.99	5,0	5,0	-
7-9.99	8	6	1	7-9.99	5,5	7,0	-
10-12.99	1	1	-	10-12.99	7,0	11,0	-
13-15.99	-	-	-	13-15.99	-	-	-
16-18.99	1	-	7	16-18.99	-	-	17,0
19-21.99	-	-	10	19-21.99	-	-	17,0
22-24.99	-	-	18	22-24.99	-	-	17,0
25-27.99	-	-	7	25-27.99	-	-	19,0
28-30.99	-	-	1	28-30.99	-	-	21,0
31-33.99	-	-	-	31-33.99	-	-	-
34-36.99	-	-	-	34-36.99	-	-	-
Yhteensä	79	18	44	Keskiarvo	5,8	7,7	18,2



Liite 8. Koeala 3 puustotiedot

Läpimittaluokka (cm)	Kuusi (kpl)	Koivu (kpl)	Mänty (kpl)	Läpimittaluokka (cm)	Kuusi (m)	Koivu (m)	Mänty (m)
4-6.99	46	3	-	4-6.99	5,0	5,0	-
7-9.99	17	2	-	7-9.99	5,5	7,0	-
10-12.99	-	-	-	10-12.99	-	-	-
13-15.99	-	-	2	13-15.99	-	-	15,0
16-18.99	-	-	16	16-18.99	-	-	17,0
19-21.99	-	-	17	19-21.99	-	-	17,0
22-24.99	-	-	14	22-24.99	-	-	17,0
25-27.99	-	-	8	25-27.99	-	-	19,0
28-30.99	-	-	1	28-30.99	-	-	21,0
31-33.99	-	-	-	31-33.99	-	-	-
34-36.99	-	-	1	34-36.99	-	-	19,5
Yhteensä	63	5	59	Keskiarvo	5,3	6,0	17,9

Koeala 3. Läpimittajakaumat puulajeittain



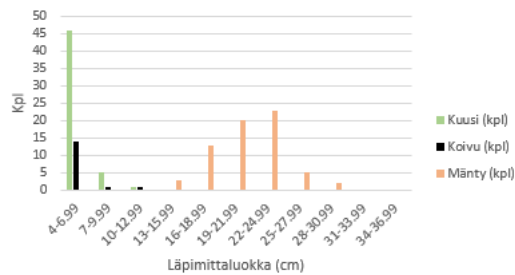
Koeala 3. Läpimittojen pituudet



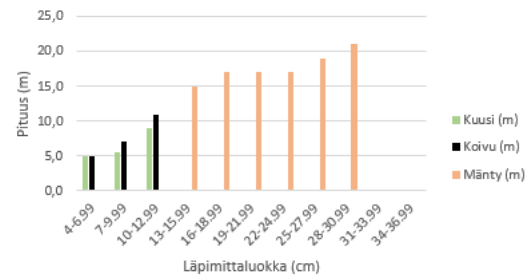
Liite 9. Koeala 4 puustotiedot

Läpimittaluokka (cm)	Kuusi (kpl)	Koivu (kpl)	Mänty (kpl)	Läpimittaluokka (cm)	Kuusi (m)	Koivu (m)	Mänty (m)
4-6.99	46	14	-	4-6.99	5,0	5,0	-
7-9.99	5	1	-	7-9.99	5,5	7,0	-
10-12.99	1	1	-	10-12.99	9,0	11,0	-
13-15.99	-	-	3	13-15.99	-	-	15,0
16-18.99	-	-	13	16-18.99	-	-	17,0
19-21.99	-	-	20	19-21.99	-	-	17,0
22-24.99	-	-	23	22-24.99	-	-	17,0
25-27.99	-	-	5	25-27.99	-	-	19,0
28-30.99	-	-	2	28-30.99	-	-	21,0
31-33.99	-	-	-	31-33.99	-	-	-
34-36.99	-	-	-	34-36.99	-	-	-
Yhteensä	52	16	66	Keskiarvo	6,5	7,7	17,7

Koeala 4. Läpimittajakaumat puulajeittain

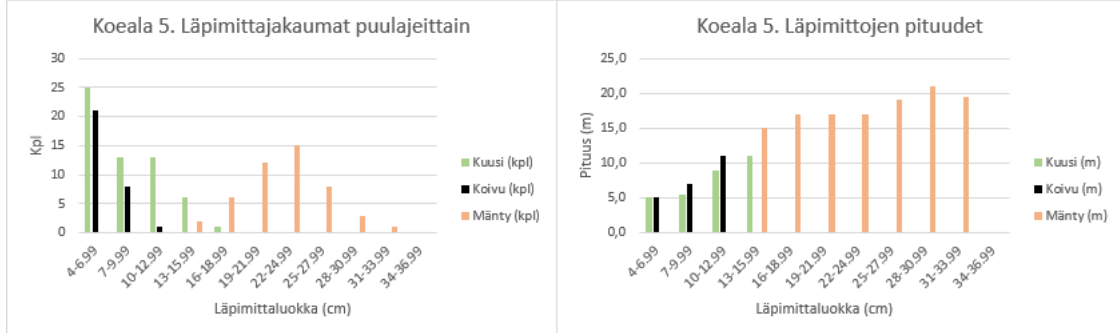


Koeala 4. Läpimittojen pituudet



Liite 10. Koeala 5 puustotiedot

Läpimittaluokka (cm)	Kuusi (kpl)	Koivu (kpl)	Mänty (kpl)	Läpimittaluokka (cm)	Kuusi (m)	Koivu (m)	Mänty (m)
4-6.99	25	21	-	4-6.99	5,0	5,0	-
7-9.99	13	8	-	7-9.99	5,5	7,0	-
10-12.99	13	1	-	10-12.99	9,0	11,0	-
13-15.99	6	-	2	13-15.99	11,0	-	15,0
16-18.99	1	-	6	16-18.99	-	-	17,0
19-21.99	-	-	12	19-21.99	-	-	17,0
22-24.99	-	-	15	22-24.99	-	-	17,0
25-27.99	-	-	8	25-27.99	-	-	19,0
28-30.99	-	-	3	28-30.99	-	-	21,0
31-33.99	-	-	1	31-33.99	-	-	19,5
34-36.99	-	-	-	34-36.99	-	-	-
Yhteensä	58	30	47	Keskiarvo	7,6	7,7	17,9



Liite 11. Puuston pituuksien mittaustulokset läpimittaluokittain hakkuiden jälkeen. (Pelttari ym. 2022)

Kuusi	4-6,99 cm	7-9,99 cm	10-12,99 cm	13-15,99 cm					
Pituus (m)	5	5,5	9	11					
Koivu	4-6,99 cm	7-9,99 cm	10-12,99 cm						
Pituus (m)	5	7	11						
Mänty	13-15,99cm	16-18,99 cm	19-21,99cm	22-24,99 cm	25-27,99 cm	28-30,99 cm	31-33,99 cm	34-36,99 cm	
Pituus (m)	15	17	17	17	19	21	19,5	19,5	

Liite 12. Kuitupuiden tilavuustaulukko Laasasenaho 1982 mukaan. (Suominen 2017)

Kuitupuiden tilavuustaulukko (Laasasenaho 1982 mukaan)											
D _{1,3} , cmh,	h, m	Mänty ja kuusi				Koivu				h, m	D _{1,3} , cm
		koko runk,	Kuitupuu	_atva, %	_atva, %	koko runk,	Kuitupuu	_atva, %	_atva, %		
9	8	0,025	0,020	80	20	0,030	0,021	72	28	8	9
	10	0,035	0,029	84	16	0,035	0,025	74	26	10	
	12	0,045	0,038	85	15	0,040	0,031	74	26	12	
11	8	0,040	0,038	90	10	0,040	0,034	83	17	8	11
	10	0,050	0,046	91	9	0,050	0,041	84	16	10	
	12	0,060	0,057	92	8	0,060	0,049	85	15	12	
	14	0,070	0,067	93	7	0,070	0,061	87	13	14	
13	8	0,060	0,054	93	7	0,055	0,052	91	9	8	13
	10	0,070	0,064	94	6	0,070	0,062	91	9	10	
	12	0,085	0,079	95	5	0,080	0,072	91	9	12	
	14	0,095	0,091	95	5	0,095	0,086	91	9	14	
	16	0,105	0,104	95	5	0,110	0,101	93	7	16	
15	8	0,095	0,090	97	3	0,095	0,091	94	6	8	15
	10	0,110	0,104	97	3	0,110	0,103	94	6	10	
	12	0,130	0,124	97	3	0,130	0,121	95	5	12	
	14	0,145	0,141	97	3	0,145	0,138	95	5	14	
	16	0,160	0,157	97	3	0,165	0,156	96	4	16	
17	8	0,140	0,137	98	2	0,140	0,134	96	4	8	17
	10	0,160	0,157	98	2	0,160	0,154	96	4	10	
	12	0,185	0,181	98	2	0,180	0,175	96	4	12	
	14	0,230	0,203	98	2	0,205	0,197	97	3	14	
	16	0,250	0,223	98	2	0,230	0,221	97	3	16	
	8	0,175	0,172	98	2	0,175	0,168	97	3	8	19
19	10	0,200	0,195	98	2	0,195	0,191	97	3	10	
	12	0,225	0,221	98	2	0,225	0,218	97	3	12	
	14	0,250	0,245	98	2	0,250	0,242	98	2	14	
	16	0,280	0,274	98	2	0,275	0,271	98	2	16	
	8	0,240	0,235	99	1	0,240	0,234	98	2	8	21
21	10	0,265	0,264	99	1	0,270	0,262	98	2	10	
	12	0,300	0,298	99	1	0,300	0,294	98	2	12	
	14	0,335	0,331	99	1	0,330	0,328	98	2	14	
	16	0,365	0,362	99	1	0,380	0,372	98	2	16	

Liite 13. Tukkkipuiden tilavuustaulukko Laasasenaho 1982 mukaan. (Suominen 2017)

Tukkkipuiden tilavuustaulukko (Laasasenaho 1982 mukaan)																			
D _{1,3} , om	h, m	Mänty				Kuusi				Koivu				h, m	D _{1,3} , om				
		Runko	Tukkkipuu	Kuitupuu	Latva	Runko	Tukkkipuu	Kuitupuu	Latva	Runko	Tukkkipuu	Kuitupuu	Latva						
		m ³	%	m ³	%	m ³	%	m ³	%	m ³	%	m ³	%						
19	14	0,205	0,125	81	0,078	37	2	0,180	0,104	58	0,072	40	2	0,225	0,074	33	0,146	65	2
	16	0,225	0,137	81	0,085	37	2	0,225	0,130	58	0,090	40	2	0,225	0,074	33	0,146	65	2
	18	0,250	0,152	81	0,094	37	2	0,260	0,151	58	0,104	40	2	0,240	0,084	35	0,151	63	2
	20	0,270	0,165	81	0,102	37	2	0,285	0,165	59	0,114	40	1	0,265	0,093	35	0,167	63	2
21	16	0,245	0,176	72	0,067	27	1	0,230	0,164	67	0,070	31	2						
	18	0,285	0,191	72	0,073	27	1	0,270	0,184	68	0,082	31	1	0,255	0,130	51	0,121	47	2
	18	0,300	0,231	77	0,068	22	1	0,305	0,207	68	0,095	31	1	0,275	0,143	52	0,128	47	1
	20	0,330	0,254	77	0,075	22	1	0,340	0,231	68	0,105	31	1	0,305	0,159	52	0,142	47	1
23	22	0,360	0,277	77	0,083	22	1	0,370	0,266	72	0,100	27	1	0,340	0,180	53	0,156	46	1
	14	0,280	0,216	77	0,061	22	1	0,270	0,200	74	0,065	25	1						
	16	0,315	0,246	79	0,061	20	1	0,310	0,230	74	0,075	25	1	0,300	0,176	59	0,120	40	1
	18	0,360	0,295	82	0,061	17	1	0,360	0,273	76	0,080	23	1	0,330	0,198	60	0,128	39	1
25	20	0,400	0,332	83	0,066	16	1	0,405	0,320	79	0,080	20	1	0,375	0,225	60	0,146	39	1
	22	0,435	0,361	83	0,071	16	1	0,440	0,352	80	0,085	19	1	0,410	0,254	62	0,152	37	1
	24	0,470	0,395	84	0,071	15	1	0,490	0,397	81	0,090	18	1	0,455	0,282	62	0,169	37	1
	16	0,365	0,307	84	0,056	15	1	0,360	0,284	79	0,070	20	1	0,345	0,221	64	0,120	35	1
27	18	0,430	0,370	86	0,056	13	1	0,415	0,340	82	0,070	17	1	0,400	0,260	65	0,136	34	1
	20	0,470	0,408	87	0,056	12	1	0,470	0,394	84	0,070	15	1	0,450	0,292	65	0,154	34	1
	22	0,510	0,443	87	0,066	12	1	0,520	0,437	84	0,080	15	1	0,485	0,325	67	0,156	32	1
	24	0,550	0,478	87	0,071	12	1	0,575	0,488	85	0,080	14	1	0,530	0,361	68	0,165	31	1
29	18	0,415	0,361	87	0,051	12	1	0,415	0,344	83	0,065	16	1	0,400	0,264	66	0,132	33	1
	18	0,500	0,445	89	0,051	10	1	0,480	0,408	85	0,065	14	1	0,470	0,324	69	0,142	30	1
	20	0,545	0,485	89	0,056	10	1	0,540	0,470	87	0,065	12	1	0,515	0,356	69	0,155	30	1
	22	0,585	0,520	89	0,061	10	1	0,595	0,517	87	0,075	12	1	0,560	0,392	70	0,164	29	1
31	24	0,630	0,560	89	0,061	10	1	0,660	0,571	88	0,075	11	1	0,610	0,439	72	0,167	27	1
	16	0,480	0,432	90	0,045	9	1	0,480	0,423	88	0,055	11	1	0,465	0,312	67	0,149	32	1
	18	0,575	0,518	90	0,051	9	1	0,550	0,484	88	0,060	11	1	0,535	0,380	71	0,151	28	1
	20	0,620	0,563	91	0,051	8	1	0,610	0,546	89	0,060	10	1	0,590	0,425	72	0,161	27	1
33	22	0,665	0,612	92	0,051	8	0	0,665	0,592	89	0,070	10	1	0,640	0,461	72	0,175	27	1
	24	0,715	0,657	92	0,056	8	0	0,750	0,675	90	0,070	9	1	0,695	0,514	74	0,178	25	1
	26	0,770	0,708	92	0,061	8	0	0,805	0,732	91	0,070	8	1	0,750	0,562	75	0,184	24	1
	18	0,655	0,602	92	0,045	7	1	0,615	0,561	90	0,055	9	1	0,610	0,433	71	0,173	28	1
35	20	0,700	0,644	92	0,051	8	0	0,680	0,618	91	0,055	8	1	0,665	0,486	73	0,176	26	1
	22	0,760	0,700	93	0,051	7	0	0,750	0,682	91	0,060	8	1	0,725	0,534	74	0,185	25	1
	24	0,810	0,753	93	0,056	7	0	0,835	0,768	92	0,065	7	1	0,785	0,605	77	0,176	22	1
	26	0,870	0,809	93	0,056	7	0	0,910	0,837	92	0,070	7	1	0,840	0,663	79	0,173	21	0
37	20	0,790	0,742	94	0,045	6	0	0,770	0,716	93	0,055	6	1	0,755	0,559	74	0,187	25	1
	22	0,850	0,799	94	0,045	6	0	0,830	0,772	93	0,060	6	1	0,815	0,619	76	0,192	24	0
	24	0,910	0,855	94	0,045	6	0	0,920	0,855	93	0,060	6	1	0,875	0,691	79	0,180	21	0
	26	0,970	0,912	94	0,056	6	0	1,020	0,949	93	0,065	6	1	0,935	0,757	81	0,174	19	0
39	20	0,880	0,827	94	0,045	6	0	0,850	0,790	93	0,055	6	1	0,845	0,633	75	0,208	25	0
	22	0,940	0,893	95	0,045	5	0	0,920	0,855	93	0,060	6	1	0,905	0,697	77	0,204	23	0
	24	1,020	0,970	95	0,045	5	0	1,020	0,960	94	0,060	6	0	0,970	0,776	80	0,190	20	0
	26	1,100	1,045	95	0,045	5	0	1,100	1,060	94	0,065	6	0	1,055	0,865	82	0,186	18	0

Tukkkipuiden tilavuustaulukko (Laasasenaho 1982 mukaan)																			
D _{1,3} , om	h, m	Mänty				Kuusi				Koivu				h, m	D _{1,3} , om				
		Runko	Tukkkipuu	Kuitupuu	Latva	Runko	Tukkkipuu	Kuitupuu	Latva	Runko	Tukkkipuu	Kuitupuu	Latva						
		m ³	%	m ³	%	m ³	%	m ³	%	m ³	%	m ³	%						
37	26	1,100	1,045	95	0,045	5	0	1,130	1,060	94	0,065	6	0	1,055	0,865	82	0,198	18	0
	22	1,050	0,998	95	0,045	4	1	1,020	0,958	94	0,055	6	0	1,000	0,770	77	0,226	23	0
	24	1,140	1,093	96	0,045	4	0	1,130	1,062	94	0,055	6	0	1,070	0,856	80	0,210	20	0
	26	1,180	1,133	96	0,045	4	0	1,240	1,165	95	0,060	5	0	1,170	0,971	83	0,195	17	0
39	28	1,320	1,278	96	0,045	4	0	1,370	1,287	95	0,060	5	0						
	22	1,160	1,113	96	0,040	4	0	1,110	1,095	95	0,055	5	0	1,100	0,847	77	0,249	23	0
	24	1,260	1,210	96	0,040	4	0	1,230	1,168	95	0,055	5	0	1,190	0,952	80	0,240	20	0
	26	1,360	1,318	97	0,040	3	0	1,360	1,292	95	0,060	5	0	1,290	1,070	83	0,216	17	0
41	28	1,470	1,425	97	0,040	3	0	1,490	1,415	96	0,060	4	0						
	22	1,280	1,228	96	0,040	4	0	1,210	1,150	95	0,055	5	0	1,205	0,928	77	0,273	23	0
	24	1,390	1,348	97	0,040	3	0	1,340	1,296	96	0,055	4	0	1,310	1,048	80	0,258	20	0
	26	1,500	1,455	97	0,040	3	0	1,480	1,420	96	0,055	4	0	1,410	1,170	83	0,236	17	0
43	28	1,510	1,562	97	0,040	3	0	1,620	1,552	96	0,055	4	0						
	22	1,400	1,358	97	0,040	3	0	1,320	1,254	95	0,055	5	0	1,310	1,009	77	0,297	23	0
	24	1,520	1,473	97	0,040	3	0	1,460	1,400	96	0,055	4	0	1,415	1,132	80	0,273	20	0
	26	1,640	1,590	97	0,040	3	0	1,600	1,536	96	0,055	4	0	1,530	1,285	84	0,241	16	0
45	28	1,770	1,715	97	0,040	3	0	1,750	1,680	97	0,055	3	0						
	22	1,520	1,473	97	0,040	3	0	1,420	1,363	96	0,055	4	0	1,420	1,093	77	0,323	23	0
	24	1,660	1,610	97	0,040	3	0	1,570	1,507	96	0,055	4	0	1,520					

Liite 14. Ponsen hakkuukoneen työpiste dataa kaistalehakuusta. (Kurun Metsäoppilaitos Tredu 2022)

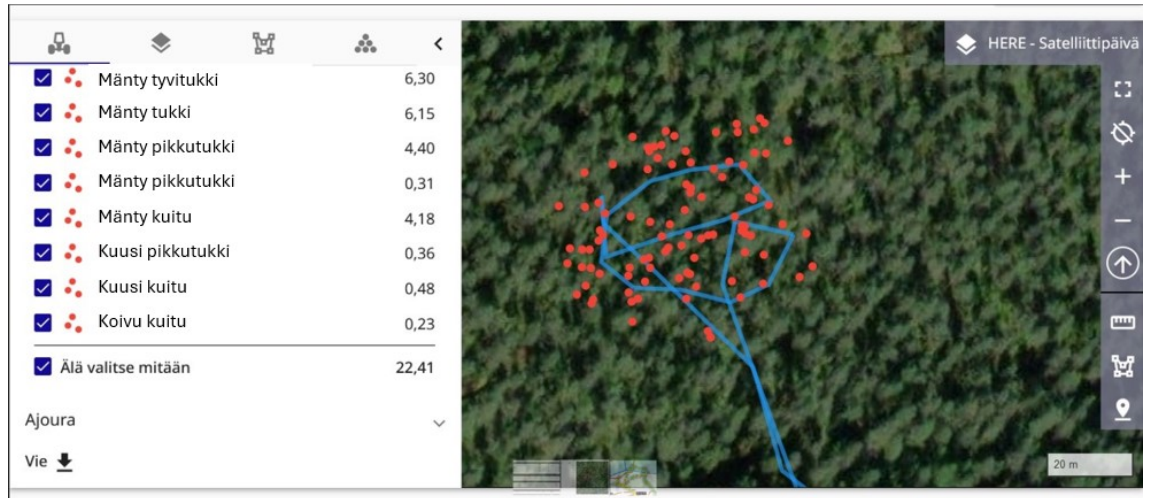
Tavaralajit:						
Puulaji	Tavaralajit	Koodi	kpl	jm	m ³	
Mänty	Mänty tyyluku		63	317,11	10,804	
	Mänty tukki		56	260,48	7,674	
	Mänty pölkutukki		25	77,30	1,307	
	Mänty pölkutukki		133	396,62	6,014	
Koussi	Mänty koulu		117	475,97	5,330	
	Koussi pölkutukki		5	15,31	0,168	
Koivu	Koussi koulu		15	59,12	0,749	
	Koivu koulu		7	21,29	0,180	

Kokonaissumma:						
Puulaji	Tukit			Kaidut		
	kpl	jm	m ³	kpl	jm	m ³
Mänty	277	1 051,51	25,799	117	475,97	5,330
Koussi	5	15,31	0,168	15	59,12	0,749
Koivu	0	0,00	0,000	7	21,29	0,180

Runkolaji:								
Puulaji	Runkolaji	Tukit %	Tukit % (kaikki rungot)	Runkoja	kpl	jm	m ³	m ³ /runko
Mänty	tukki	87,0	82,9	106	370	1 416,69	29,637	0,280
	koulu	0,0	0,0	10	24	108,79	1,492	0,149
Koussi	koulu	0,0	0,0	10	15	59,12	0,749	0,075
	tukki	100,0	18,3	4	5	15,31	0,168	0,042
Koivu	tukki	0,0	0,0	4	7	21,29	0,180	0,045
	koulu	0,0	0,0	4	7	21,29	0,180	0,045

Puulaji:								
Puulaji	Koodi	ADBH	Runkoja	kpl	jm	m ³	m ³ /runko	
Mänty	1	196	116	394	1 527,48	31,129	0,268	
Koussi	2	133	14	20	74,43	0,917	0,066	
Koivu	3	115	4	7	21,29	0,180	0,045	
Kokonaissumma:			134	421	1 623,20	32,226	0,240	

Liite 15. Komatsu hakkuukoneen työpiste dataa pienaukkohakkuulta. (Kurun Metsäoppilaitos Tredu 2022)



Liite 16. Neulasanalyysin tulokset Eurofins Suomi yritykseltä. (Metsähallitus, n.d)

Analyysi	Menetelmä	Yksikkö	504-2022-00202257 569,2 näyte 2, männyn neulasat	504-2022-00202257	
Kokonaisarvo	FV (a)	SFS-EN ISO 5993-2:2009	g/kg ka	12,3	
Fosfori	FV (a)	SFS-EN 15510:2017	g/kg ka	1,4	- Neulasten typpipitoisuus on huononlainen
Kalium (K)	FV (a)	SFS-EN 15510:2017	g/kg ka	3,8	- Neulasten fosforipitoisuus on huononlainen
Kalsium (Ca)	FV (a)	SFS-EN 15510:2017	g/kg ka	2,3	- Neulasten kalsiumpitoisuus on huononlainen
Magnesium (Mg)	FV (a)	SFS-EN 15510:2017	g/kg ka	1,4	- Neulasten muut ravinteet ovat vähintään tyydyttävällä tasolla
Kupari (Cu)	FV (a)	SFS-EN 15510:2017	mg/kg ka	<5,2	- Tuhalannoitus esim. YaraSuna Horus lannoitteella 3-4 traha tai muu vastaava tuhalannoite
Mangaani (Mn)	FV (a)	SFS-EN 15510:2017	mg/kg ka	450	- Tuhalannoitusta voi tehdä ympäri vuoden
Sinkki (Zn)	FV (a)	SFS-EN 15510:2017	mg/kg ka	45	- Turvemaiden typpilannoituksesta hyötävät taloudellisesti lähinnä ohuturpeetpuolukka- ja varputurvekankaat (esim. Ureea 150-200 kgha syksyllä)
Boori (B)	FV (a)	SFS-EN 15510:2017	mg/kg ka	14	- Vähätyppisen turveaan lannoituksen kannattavuus kannattaa arvioida - Lannoitusosuus perustuu neulasten ravinneanalyysiin

Neulastukinta					
Lähteet: Tapion Taskukirja 1994 ja Metsänterveysopas					
Korkea	<input checked="" type="checkbox"/>	Tyydyttävä	<input type="checkbox"/>	Välttävä	<input type="checkbox"/>
				Huononlainen	<input type="checkbox"/>
					Huono