

**AVO-, POIMINTA-, PIENAUKKO- JA  
SIEMENPUUHAKKUUN TUOTTAVUUDEN VERTAILU**

Demometsä-hanke

Hietanen Maria

Opinnäytetyö

Metsätalouden koulutusohjelma  
Metsätalousinsinööri (AMK)

2023

Metsätalous  
Metsätalousinsinööri (AMK)

---

<b>Tekijä</b>	Maria Hietanen	<b>Vuosi</b>	2023
<b>Ohjaaja</b>	Kari Pasanen		
<b>Toimeksiantaja</b>	Lapin AMK		
<b>Työn nimi</b>	Avo-, poiminta-, pienaukko- ja siemenpuuhakkuun tuottavuuden vertailu		
<b>Sivumäärä</b>	36 + 2		

---

Tässä opinnäytetyössä tarkoitukseni on vertailla eri metsän hakkuumenetelmiä ja niiden tuottavuuksia. Tutkimuksessa tarkastellaan jaksollisen ja jatkuvan kasvatuksen metsänkäsittelymenetelmiä.

Tutkimus perustuu Demometsä-hankkeen hakkuiden tuloksiin. Tutkimusmenetelmänä käytettiin kokeellista tutkimusta, jossa valittiin seitsemän demo-kohdetta Rovaniemen alueelta. Jokaisella kohteella oli neljä kahden hehtaarin ruutua, joille tehtiin hakkuut. Hakkuumenetelmät olivat avohakkuu, poimintahakkuu, siemenpuuhakkuu ja pienaukkohakkuu. Hakkuukoneista kerättiin tietokoneen mittaustulokset ja aineisto käytiin läpi. Tuloksista saatiin tarvittava data opinnäytetyötäni varten. Saadusta datasta nähtiin kohteittain hakkuuseen kulunut aika, runkolukumäärä, poistettujen runkojen keskijäreys ja tuntituottavuus. Tulosten analysoinnissa käytettiin taulukoita ja graafisia kuvioita. Tilastollisessa analysoinnissa käytettiin kaksisuuntaista varianssianalyysia.

Hakkuumenetelmistä avohakkuu oli tuntituottavuudeltaan paras valinta. Tuloksissa voidaan huomata, että alueiden puusto ei ollut täysin homogeeninen. Saittanulkin kohteella avohakkuun kertymä oli pienempi kuin poiminta- ja siemenpuuhakkuussa. Lisäksi Liikamaan poimintahakkuukuviolla oli selvästi järeämpää puustoa kuin muilla kohteilla. Liikamaan kohteella hakkuukertymä oli poimintahakkuussa suurempi kuin siemenpuuhakkuussa. Liikamaan poimintahakkuukuvion keskijäreys oli myös suurempi kuin muiden kuvioiden, kuten myös tuntituottavuus.

Tutkimuksen tavoitteena on antaa tietoa metsänomistajille ja metsänhoitoyrityksille eri hakkuumenetelmistä. Tutkimuksessa saadut tulokset voivat auttaa päätöksenteossa, kun valitaan sopivin hakkuumenetelmä metsälle. Tuloksista voidaan nähdä, että leimikon keskijäreydellä on vaikutusta tuntituottavuuteen. Esimerkiksi poimintahakkuun tuntituottavuus voi hyvin ylittää avo- tai siemenpuuhakkuun tuntituottavuuden tasolle, jos hakattavan leimikon keskijäreys on suurempi.

Avainsanat avohakkuu, demonstraatioalue, pienaukkohakkuu, poimintahakkuu, siemenpuuhakkuu, tuottavuus

Forestry  
Forestry Engineer

---

<b>Author</b>	Maria Hietanen	<b>Year</b>	2023
<b>Supervisor</b>	Kari Pasanen		
<b>Commissioned by</b>	Lapland University of Applied Sciences		
<b>Title</b>	Productivity comparison of clear cutting, selection cutting, small-scale clearcutting and seedling felling.		
<b>Number of pages</b>	36 + 2		

---

In this thesis different forest felling methods and their productivity are compared. The research examines periodic cover silviculture and continuous-cover silviculture.

The research is based on the results of the Demometsä project. It is an experimental study, where seven demonstration sites were selected in Rovaniemi area. Each site has four two-hectare areas that were cut. The used felling methods were clear cutting, selection cutting, small-scale clearcutting and seedling felling. The data was collected from the computers of the harvesting machines. The data provided the necessary results for this thesis. From the obtained data, the time spent on felling, the number of stems, the average volume of the removed stems and the hourly productivity can be seen. Charts and graphics are used to analyze the results. Two-way analysis of variance was used for statistical analysis.

From all the felling methods, clear cutting was proven to be the best choice. Clear cutting method's hourly productivity was shown to be most effective. In the results, it is noticeable that the areas were not completely homogenous. In Saittanulkki site, the total outturn in clear cutting was lower than selection felling and seedling felling. Also, in Liikamaa site, the area for selection cutting had clearly thicker trees compared to other felling areas. Liikamaa's total outturn in selection cutting was higher than in seedling felling. Also, the volume on the removed stems and hourly productivity in selection cutting was higher than the other areas in Liikamaa.

The purpose of this thesis is to provide information for forest owners and forestry companies of different felling methods. The results of this research can help in decision-making when choosing the most suitable felling method for the forest. The results show that the volume of the stems influences the hourly productivity. For example, the hourly productivity of selection cutting can easily reach the level of hourly productivity of clear cutting and seedling felling, if the average volume of the stems is higher in the felling area.

**Keywords** demonstration area, clear cutting, productivity, seedling felling, selection cutting, small-scale clearcutting

## SISÄLLYS

1 JOHDANTO .....	6
2 METSÄNKÄSITTELYTAVAT .....	8
2.1 Metsälain muutos.....	8
2.2 Metsänkasvatustavat .....	9
2.3 Hakkuumenetelmät.....	11
2.4 Hakkuumenetelmän valinta.....	13
2.5 Hakkuutyön tuottavuus .....	15
3 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS.....	18
3.1 Tutkimusalue ja hakkuukäsittelyt .....	18
3.2 Demonstraatioalueet.....	19
3.3 Tuottavuuden vertailun menetelmät.....	24
4 TUTKIMUSTULOKSET .....	25
4.1 Hakkuukertymät kohteittain.....	25
4.2 Tuottavuus .....	27
4.3 Tulosten tarkastelu .....	29
5 POHDINTA .....	31
LÄHTEET.....	34
LIITTEET .....	36

## ALKUSANAT

Haluaisin kiittää kaikkia, jotka olivat Demometsä-hankkeessa mukana sekä kiitokset myös Lapin AMKin opettajille opinnäytetyön ohjauksesta. Kiitokset myös kotijoukoille tuesta ja avusta.

.....

## 1 JOHDANTO

Vuonna 2014 metsälaki uudistui siten, että metsänomistajien omat tavoitteet otetaan paremmin huomioon. Uusi metsälaki mahdollistaa peitteisen eri-ikäisrakenneisen metsänkasvatuksen, joka luo uusia mahdollisuuksia metsätaloudelle. Tämän lakiuudistuksen myötä uudistuskypsyysrajat poistuivat, joten metsän uudistaminen on mahdollista tehdä aikaisemmin, mikäli metsänomistaja niin haluaa. (Kolehmainen 2014.) Tämän lakiuudistuksen myötä myös Demometsä-hanke oli mahdollista toteuttaa. Lapissa ei ole aikaisemmin ollut samankaltaisia tutkimuksia tai demonstraatiokohteita, joten hankkeen myötä saatiin peitteisen kasvatuksen menetelmistä uutta tietoa, joka kiinnostaa niin metsänomistajia kuin valtion metsien hoidosta vastaavaa Metsähallitusta.

Tutkimustulokset perustuvat Metsänkäsittelyn demonstraatioalueiden perustaminen Lappiin -hankkeeseen, jossa olin itse mukana harjoittelijana. Hanke oli käynnissä 1.2.2020 – 31.12.2022. Demometsä-hankkeen tavoitteina oli lisätä käytännön tietämystä tasaikäisrakenteisista ja peitteisistä metsänkäsittelymenetelmistä. Tarkoituksena oli selvittää metsänkäsittelymenetelmien eli avo-, siemenpuu-, poiminta- ja pienaukkohakkuun vaikutuksia metsän uudistumiseen, kasvuun, biodiversiteettiin ja taloudelliseen kannattavuuteen. Hankkeessa olivat mukana Luonnonvarakeskus, Lapin AMK, Metsähallitus ja Metsäkeskus. Hankkeen rahoitti EU:n aluekehitysrahasto. (Metsähallitus, 2022.)

Opinnäytetyö käsittelee avo-, poiminta-, pienaukko- ja siemenpuuhakkuun hakkuutyön tuottavuuden vertailua Rovaniemen alueella. Tutkimuksen tarkoituksena on saada tietoa siitä, onko hakkuun tuntituottavuudessa eroa eri hakkuutapojen välillä.

- Mitkä kaikki tekijät vaikuttavat eroihin?
- Mitä eroja Demometsä-hankkeen eri kohteiden välillä on?
- Miten eri kohteiden tuntituottavuudet eroavat toisistaan ja miksi?

Tutkimuksen hakkuu sijoittui syksylle 2020. Hakkuut toteutettiin Rovaniemen alueella. Kohteita oli yhteensä seitsemän ja ne sijaitsivat Liikamaan, Pitkäkummun,

Rättiselän, Veneselän, Saittanulkin, Jäkälämaan ja Takavaaran alueella. Kohteilla on neljä kahden hehtaarin kokoista aluetta, joille tehtiin avo-, poiminta-, pienaukko- ja siemenpuuhakkuu. Kohteet valittiin siten, että ne olivat vastaavanlaisia kuivahkon kankaan metsiä. Metsät olivat kehitysluokiltaan 03 eli varttunutta kasvatusmetsikköä ja 04 eli uudistuskypsää metsikköä.

Hakkuiden aikana hakkuukoneen tietokone keräsi tietoa hakkuista. Kerätystä aineistosta sitten koostettiin tutkimusta varten aineisto, josta vertailtiin eri menetelmien tulosten eroavaisuuksia. Hakkuut on videokuvattu ja hakkuukoneen tietokoneelle kerätty tieto kuviokohtaisesti hakkuista. Hakkuut kuvattiin GoPro-kameralla, jolloin hakkuista on saatavilla tarkempaa tietoa. Tässä tutkimuksessa kameran kuvaamaa materiaalia ei ole hyödynnetty. Hakkuut toteutettiin kahdella eri koneketjulla. Hakkuiden järjestämisen toteutti Metsähallitus.

Ehdotus tästä opinnäytetyön aiheesta tuli Lapin AMK:lta. Lisäksi aihe on minulle mielenkiintoinen, sillä jatkuvan kasvatuksen menetelmät ovat ajankohtainen aihe. Varsinkin kun avohakkuuta on haluttu vähentää, jatkuvapeitteisen metsänhoidon menetelmät ovat vaihtoehto niiden tilalle. Tutkimuksesta saadaan tärkeää tietoa jaksollisen ja peitteisen metsänkäsitteilyn tuottavuuden eroavaisuuksista. Vastaavanlaisilla tutkimuksilla voidaan saada lisää tietoa hakkuutyön tuottavuudesta ja siten tehostaa tulevien hakkuiden tuottavuutta, arvioida hakkuiden taloudellista kannattavuutta ja tarkastella peitteisen metsänkasvatusmenetelmien pitkäaikaisvaikutuksia metsän uudistumiseen ja luonnon monimuotoisuuteen.

Tutkimus antaa lisää tietoa Lapissa toteutettaviin hakkuisiin. Vastaavalainen tutkimus Laitilan ja Repolan Korjuukustannukset Lapin poimintahakkuukohteissa on tuottanut samanlaisia tuloksia hakkuutyön tuottavuuteen vaikuttavista tekijöistä, joita peilaan myös oman työni tuloksiin.

## 2 METSÄNKÄSITTELYTAVAT

### 2.1 Metsälain muutos

Uudistunut metsälaki tuli voimaan vuoden 2014 alussa, jonka keskeisimpiä muutostekijöitä ovat metsänomistajien omien tavoitteiden entistä parempi huomioiminen. Lakiuudistus salli jatkuvan kasvatuksen eli eri-ikäisrakenteisen metsänkasvatustavan, joka toi uusia mahdollisuuksia metsätaloudelle. Uudet metsänkäsitteilytavat tarjoavat erilaisia vaihtoehtoja metsänhoitoon. (Kolehmainen 2014.)

Lakiuudistuksen myötä uudistuskypsyysrajat poistuivat, mikä vaikuttaa siihen, että metsä on mahdollista uudistaa aiemmin, mikäli metsänomistaja niin haluaa. Lakimuutoksen myötä metsänomistajat saivat enemmän vapautta, mutta myös vastuuta oman metsänsä hoidosta. (Kolehmainen 2014.) Lakiuudistus myös mahdollisti sen, että Demometsä-hanke voitiin toteuttaa, sillä osalla kuvioista olisi ollut liian alhainen raja uudistamiselle.

Arvomaailman muutokset vaikuttavat tulevaisuuden metsänomistajien tavoitteisiin. Nykyään moni tavoittelee myös muita arvoja kuin metsän tuotto. Esimerkiksi metsien virkistyskäyttö ja monipuolisuus ovat tärkeässä asemassa. Suomen metsänomistajakunnasta monitavoitteisia metsänomistajia on edelleen merkittävä osa. Siksi on tärkeää, että metsänomistajille tarjotaan useampia vaihtoehtoja metsänkäsitteilyyn. (Karppinen, Hänninen & Horne 2020, 29.)

Suomalainen metsänomistaja 2020-tutkimus osoittaa, että metsänomistajien tavoitteet ovat muuttuneet 2020-luvulla ja merkittävä osa painottaa aineettomia hyötyjä omissa metsissään. Metsänomistajien toimintaympäristö on muuttunut monin tavoin, sillä metsälain muutokset lisäsivät metsänomistajien valinnanvapautta metsiensä hoidossa ja käytössä. Uudet tavoitteet vaativat uusia menetelmiä metsänkäsitteilyyn. Lakiuudistus mahdollistaa uusia ja vaihtelevampia metsänkäsitteilymenetelmiä, jotka lisäävät metsien monimuotoisuutta ja kohtaavat paremmin metsänomistajien omat tavoitteet. (Karppinen, Hänninen & Horne 2020, 29.)

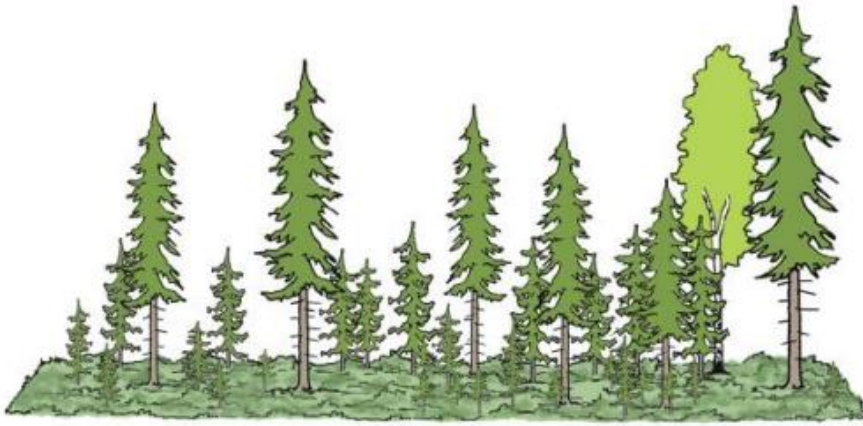


## 2.2 Metsänkasvatustavat

Suomen metsät ovat monipuolisia ja monimuotoisia, ja yksi tietty käsittelytapa ei sovellu kaikille alueille. Siksi on oltava erilaisia metsänkäsittelytapoja metsien ominaisuuksien mukaan. Jaksollisen kasvatuksen menetelmän vaikutuksista ja mahdollisuuksista on laajasti tutkimustietoa, mutta jatkuvapeitteisestä menetelmästä taas ei ole. Metsälain uudistuksen myötä mahdollistuivat uudet käsittelytavat, minkä ansioista jatkuvapeitteisen kasvatuksen menetelmiä tutkitaan aktiivisesti, joten uutta tietoa aiheesta on enemmän saatavilla. (Routa & Huuskonen 2022, 3.)

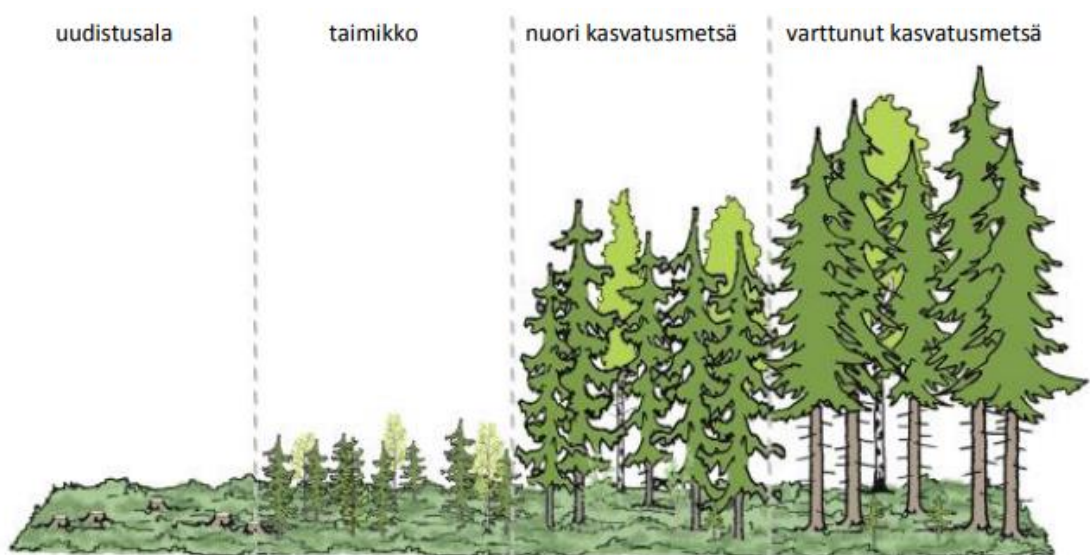
Metsänkäsittelymenetelmää, jossa metsä säilyy jossain määrin puustoisena, kutsutaan jatkuvapeitteiseksi metsänkasvatukseksi (kuvio 1). Jatkuva kasvatus käsitteenä tarkoittaa kaikkea metsätaloutta, missä ei tehdä avohakkuuta, eli metsä säilyy jatkuvasti peitteisenä. Eri-ikäisrakenteisen metsän kasvatusta taas on yksi jatkuvan kasvatuksen muoto. (Äijälä, Koistinen, Sved, Vanhatalo & Väisänen 2019, 249.)

Hakkuutavat, joissa puustoa jätetään alueelle, ovat muun muassa yläharvennus, poimintahakkuu ja pienaukkohakkuu sekä siemenpuuhakkuu, jossa jätetään enemmän siemenpuuta alueelle. Monijaksoiset metsät ja ylispuiden kasvatusta lasjetaan jatkuvaan kasvatukseen. Samoja hakkuutapoja voidaan myös käyttää monissa muissa kasvatusten menetelmissä soveltaen. Jatkuvapeitteisessä kasvatusten menetelmässä pyritään pitämään metsä puustoisena hyödyntäen sen alikasvosta ja luontaista uudistumista. Näin muodostuu monimuotoinen ja monijaksoinen metsä. (Routa & Huuskonen 2022, 10.)



Kuvio 1. Puustorakenne jatkuvassa kasvatuksessa (Äijälä ym. 2019, 36)

Kuten Metsänhoidon suosituksissa kuvataan, jaksollisessa kasvatuksessa taas pyritään suunnilleen samanikäisten ja -kokoisten puiden muodostamaan pääjakssoon. Metsän kasvua edistetään metsänhoidolla ja harvennushakkuilla. Tässä metsänkäsittelytavassa on siis erotettavissa uudistamis- ja kasvatusvaihe (kuvio 2). Viimeisin vaihe on uudistushakkuu. Jaksollisen kasvatuksen hakkuutapoja ovat muun muassa avohakkuu ja siemenpuuhakkuu. Periaatteessa pienaukko-hakkuu on kuin avohakkuu, mutta pienialaisempi. Uudistushakkuun jälkeen vaaditaan metsän uudistaminen, joka voidaan toteuttaa luontaisesti, istuttamalla tai kylvämällä. (Äijälä ym. 2019, 34.)



Kuvio 2. Puustorakenne jaksollisessa kasvatuksessa (Äijälä ym. 2019, 35)

### 2.3 Hakkuumenetelmät

Avohakkuu on uudistushakkuutapa, jossa metsä uudistetaan poistamalla puusto alueelta kokonaisuudessaan. Alueelle jätetään kuitenkin säästöpuita, luontaisia taimiryhmiä, riistatiheikköjä ja säästettäviä luontokohteita. (Äijälä ym. 2019, 121.) Muita termejä avohakkuulle ovat uudistushakkuu ja päätehakkuu. Näillä termeillä voidaan tarkoittaa myös siemenpuuhakkuuta.

Poimintahakkuulla tarkoitetaan hakkuumenetelmää, jossa pyritään poistamaan metsikön suurimpia puita. Näin pienemmille puille tulee lisää kasvutilaa. Menetelmä muistuttaa jaksollisen kasvatuksen yläharvennusmenetelmää, mutta poimintahakkuussa kiinnitetään huomiota enemmän taimettumiseen. Hakkuussa jätetään myös suuria, hyvänlaatuisia puita tuottamaan siemeniä. Lisäksi pieniä sairaita tai viallisia puita voidaan poistaa. (Äijälä ym. 2019, 148.)

Hakkuukypsyys määritellään metsän iän, puuston järeyden tai metsikön tiheyden perusteella, milloin olisi suositeltavaa tehdä hakkuu (Metsänhoitoyhdistykset 2023). Alla olevassa taulukossa nähdään suositukset jäävästä pohjapinta-alasta eri kasvupaikoille ja maantieteellisille alueille (taulukko 1). Taulukossa on myös määritetty säännösten mukainen vähimmäis-PPA eli lakiraja. Luontaisen taimettumisen ja alikasvoksen kasvun edistämistä varten jäävän puuston pohjapinta-ala on suositeltavaa jättää alhaiseksi. Taulukkoon on sisällytetty yhden neliömetrin ( $1 \text{ m}^2$ ) varmuusraja. (Äijälä ym. 2019, 114).

Taulukko 1. Puuston pohjapinta-ala (PPA) ennen jatkuvan kasvatuksen hakkuuta ja sen jälkeen (Äijälä ym. 2019, 113)

		PPA ennen hakkuuta, m <sup>2</sup> /ha	PPA hakkuun jälkeessä eteläisessä Suomessa, m <sup>2</sup> /ha	PPA hakkuun jälkeen keskeisessä Suomessa, m <sup>2</sup> /ha	PPA hakkuun jälkeen pohjoisessa Suomessa, m <sup>2</sup> /ha
<b>Kuusivaltaiset metsät, suositus</b>	Tuore kangas*	≥ 20	n. 11	n. 10	n. 9
	Lehtomainen kangas*	≥ 22	n. 12	n. 11	n. 10
Säännösten mukainen vähimmäis-PPA eli ns. lakiraja	Tuoreet tai sitä ravinteikkaammat kankaat		10	9	8 (7**)
	Mustikka- ja sitä ravinteikkaammat ojitetut turvekankaat		8	7,2	6,4 (5,6**)
<b>Mäntyvaltaiset metsät, suositus</b>	Kuiva kangas*		***	***	***
	Kuivahko kangas*		***	***	***
Säännösten mukainen vähimmäis-PPA eli ns. lakiraja	Kuivahkot tai sitä karummat kankaat,		9	8	6 (5**)
	Puolukka- ja sitä karummat ojitetut turvekankaat		7,2	6,4	4,8 (4**)

\* ja vastaavat turvemaat. Ojitetuilla turvemailla ojien osuus otetaan huomioon, jolloin PPA on alhaisempi. Ojitetujen turvekankaiden lakirajaan nähden suositellaan kuitenkin jätettäväksi noin 1 m<sup>2</sup>/ha korkeampi PPA.

\*\* suojametsäalue sekä Inari, Kittilä, Muonio, Salla, Savukoski ja Sodankylä

\*\*\* Männikön siemenpuuhakkuussa jätetään 50–150 runkoa/ha. Puuston pohjapinta-alalle ei ole määritelty tavoitetta. Jos puuston määrä alittaa taulukossa esitetyn vähimmäis-PPA:n, metsälain mukaan kyse on uudistushakkuusta.

Pienaukkohakkuu on menetelmänä samanlainen kuin avohakkuu, mutta pienalainen. Pienaukkohakkuu on yksi jatkuvan kasvatuksen metsänkäsittelyn menetelmistä, jossa metsään hakataan pieniä, noin 0,2–0,3 hehtaarin kokoisia aukkoja, jotka taimettuvat luontaisesti. Tulevissa hakkuissa pienaukkoja voidaan laajentaa tai tehdä lisää alueelle. Pienaukkojen ympäröivää puustoa voidaan harventaa myös tarvittaessa. Välialueille voidaan tehdä jatkuvan kasvatuksen poimintahakkuuta siten, että koko tarkastelualueen pohjapinta-ala täyttää jatkuvan kasvatuksen lakirajan. (Äijälä ym. 2019, 148.)

Siemenpuuhakkuussa alueelle jätetään puita, joiden siemenistä uuden metsän on tarkoitus syntyä luontaisesti. Hehtaarille jätetään mäntyjä noin 50–100 hyvälaatuisia valtapuuta, koivuja taas riittää 10–20 puuta. Tämä menetelmä soveltuu männyn ja rauduskoivun luontaiseen uudistamiseen. Alueen taimettumista voidaan edistää muokkaamalla maaperää kevyesti hakkuun jälkeen. Männikön siemenpuuhakkuun jälkeen tarvitaan monesti taimikonhoitoa, sillä erityisesti viljavilla kasvupaikoilla on riskinä pintakasvillisuuden ja vesakon voimakkaaseen runsastumiseen. (Äijälä ym. 2019, 122)

## 2.4 Hakkuumenetelmän valinta

Hakkuumenetelmän valinta perustuu siihen, millaiset ominaisuudet hakattavalla alueella on. Metsänomistajan tavoitteet ja kasvupaikka vaikuttavat hakkuutavan valintaan. (Remes 2023.) Alueen ominaisuuksien mukaan valitaan joko peitteinen tai jaksollinen metsänkäsitely. Myös metsän kehitysvaihe vaikuttaa siihen, mikä menetelmä sille soveltuu parhaiten. Esimerkiksi kehitysvaiheeltaan 03-metsälle sopiva vaihtoehto on pienaukkohakkuu tai poimintahakkuu (Äijälä ym. 2019, 120). Kun metsä on kehitysvaiheeltaan uudistuskypsää 04-metsää, voidaan sille tehdä uudistushakkuu. Uudistushakkuumenetelmiä ovat muun muassa avohakkuu ja siemenpuuhakkuu. (Äijälä ym. 2019, 121.) Uudistuskypsälle metsälle sopii myös väljennyshakkuu, jos tavoitteena on paremmat edellytykset luontaiselle uudistumiselle (Äijälä 2019, 97).

Jatkuvapeitteisessä kasvatuksessa metsää ei uudisteta ja kasvateta tasaikäisenä puusukupolvena, vaan pidetään erirakenteisena ja poistamalla vain osa puustosta kerrallaan. Metsä pysyy näin jatkuvasti peitteisenä. Lisäksi metsä uudistuu luontaisesti eli uudistuminen perustuu olemassa olevaan alikasvostaimikkoon tai luontaisesti syntyviin taimiin ja niiden jatkokehittämiseen. Jatkuvapeitteisen kasvatuksen menetelmiä ovat muun muassa poimintahakkuu ja pienaukkohakkuu. (Routa & Huuskonen 2022, 9–11.)

Jaksollisesta kasvatuksesta voidaan siirtyä jatkuvaan kasvatukseen esimerkiksi varttuneen metsän yläharvennuksella alikasvosta säästäen. Tässä vaiheessa ei tarvitse edes päättää, siirtyykö kokonaan jatkuvaan kasvatukseen, mutta voi alustavasti varautua siihen, mikäli se on tarpeen. Lähtökohdaksi parhaiten tähän sopii elinvoimainen terve metsä, jossa on jo valmiiksi vaihtelevan kokoista puustoa. Esimerkiksi kaksijaksoinen metsä voi toimia lähtökohtana sekä jatkuvalle että jaksolliselle kasvatukselle. (Äijälä ym. 2019, 118.)

Eri-ikäiskasvatusta ei kuitenkaan suositella metsiin, joissa esiintyy juurikäpää. Hyvä alikasvos on hyvä lähtökohta tähdätessä jatkuvaan kasvatukseen. Kun ylispuustoa harvennetaan, metsän rakenne pysyy vaihtelevampana ja pienemmän puuston kehitys paranee. Tiheä ylispuusto hidastaa alikasvoksen kasvua. Kuusi

pärjää hyvin varjostavan lehtipuuston alla, mutta männyn ja koivun taimet vaativat enemmän valoa kasvaakseen. (Äijälä ym. 2019, 118.)

Poimintahakkuulle soveltuvat kuusivaltaiset metsät ja pohjoissuomalaiset, karut männiköt. Kuusi menestyy alikasvoksena parhaiten. Mäntyvaltaisilla aloilla taas poimintahakkuulla voidaan vahvistaa luontaista monijaksoisuutta ja ryhmittäisyyttä. (Äijälä ym. 2019, 148.)

Pienaukkohakkuu soveltuu korpikuusikoihin, joissa pienet aukot taimettuvat luontaisesti hyvin. On todettu, että pienaukot uudistuvat ennen hakkuuta kehittyneestä alikasvoksesta jo kymmenessä vuodessa. (Äijälä ym. 2019, 148.) Luken tuottaman synteesiraportin mukaan pienaukkohakkuu soveltuu menetelmäksi männiköille. Pienaukkokokeen tulosten perusteella läpimitaltaan 20:n, 40:n ja 80 metrin aukot taimettuivat Lapissa hyvin. Maanpinnasta laikutettiin noin 10–20 prosenttia, mikä varmisti hyvän ja tasaisen taimettumisen. (Routa & Huuskonen, 2022, 29–30.) Pienaukkohakkuu soveltuu männyn luontaiseen uudistamiseen Lapissa (Hallikainen, Hökkä, Hyppönen, Rautio & Valkonen 2020, 13–19).

Monet metsänomistajat ovat kiinnostuneet käyttämään jatkuvapeitteistä kasvatusta osassa metsiään. Noin runsas neljäsosa metsänomistajista on metsänsä suhteen monitavoitteisia eli he korostavat taloudellisten tavoitteiden ohella metsän tarjoamia aineettomia hyötyjä. (Karppinen, Hänninen & Horne 2020, 29.) Jatkuvapeitteinen kasvatusta ei ole kuitenkaan korvaamassa jaksollista metsänkasvatusta, sillä siinäkin on omat riskinsä, eikä se ei sovellu kaikille kasvupaikoille tai hakkuukohteille. Esimerkiksi jos alikasvoksen laatu on huonoa, uudistumista ei voida sen varaan laskea. (Äijälä ym. 2019, 34.)

Jaksollisessa kasvatuksessa hakkuualue uudistetaan kerralla. Puusto on suunnilleen samanikäistä ja -kokoista. Hakkuut tähtäävät metsänuudistamiseen. Ennen uudistushakkuuta metsälle tehdään harvennus tai useampikin harvennus, jos se on tarpeen ja uudistushakkuutapana käytetään avohakkuuta. Muita menetelmiä ovat myös siemenpuuhakkuu tai kaistalahakkuu. (Äijälä ym. 2019, 121–123.) Jos metsä ei uudistu luonnollisesti, vaatii se yleensä metsän uudistamisen viljelemällä tai istuttamalla. Jaksollisesta kasvatuksesta käytetään myös nimiä perinteinen tai tasaikäisrakenteinen metsänkasvatusta. (Äijälä ym. 2019, 34.)

Kun metsän kasvattaminen ei ole enää kannattavaa, tehdään päätös metsän uudistamisesta. Uudistamiskelpoisuus määritellään siten, että puuston pohjapinta-alalla painotettu keskiläpimitta on ylittänyt vähintään suositeltavan uudistamisläpimitan tai sen keski-ikä uudistamisiän. (Metsähallitus 2023.) Avohakkuu soveltuu kaikille puulajeille ja kasvupaikoille (Remes 2023). Avohakkuun jälkeen metsä tulee uudistaa. Uudistamistoimenpiteitä ovat yleensä maanmuokkaus ja sen jälkeen alueen istuttaminen tai kylväminen. (Äijälä ym. 2019, 34.)

Siemenpuuhakkuu männylle soveltuu osalle tuoreen kankaan kasvupaikoista (Äijälä ym. 2019, 109). Uusiutumiseen vaikuttaa myös alueen maalaji. Yleisesti mänty uudistuu parhaiten sille luontaisilla kasvupaikoilla, kuten kuivahkolla kankaalla siemenpuuhakkuun jälkeen. Luontaisesti uudistuvia kohteita ovat karut heikkotuottoiset maat, harjut ja kalliometsät sekä puolukka- ja varputurvekankaat. (Äijälä ym. 2019, 107.) Metsikkökuviolle jätetään puita, joiden siemenistä uuden metsän on tarkoituksena syntyä luontaisesti. Jatkuvaan kasvatukseen tähtäävässä siemenpuuhakkuussa siemenpuita jätetään keskimäärin hieman enemmän kuin jaksolliseen kasvatukseen tähtäävässä hakkuussa. Kun metsän kasvattaminen ei ole enää taloudellisesti perusteltua ja kasvupaikka on luontaiselle taimettumiselle suotuista, on siemenpuuhakkuu sopiva valinta. (Äijälä ym. 2019, 155.)

## 2.5 Hakkuutyön tuottavuus

Tuottavuudesta puhuttaessa tarkoitetaan työn tuotoksen suhdetta panoksiin. Hakkuutyön tuottavuus voidaan määritellä mittaamalla hakkuualueelta hakatun puun määrä eli tuotos. Kun selvitetään hakkuuseen kulunut aika, saadaan selville työhön käytetty panos. Koneellisen hakkuutyön tuottavuudessa ja sen mittaamisessa harvestereiden tuottavuus yleensä ilmoitetaan hakattua kiintokuutiota käyttäjässä tai tehoajassa. (Taskinen 2016, 6.)

Harvestereiden tuottavuus ilmoitetaan yleensä käyttö- ja tehoaikana kiintokuutiometriä kohden. Käyttöaika ilmoitetaan usein hakattua kiintokuutiota käyttäjässä ( $m^3/E_{15}$ ), jolloin siihen sisällytetään mukaan alle 15 minuutin keskeytykset, esimerkiksi tauot. Käyttöaika kuvaa työympäristöä realistisemmin, sillä hakkuutyössä tulee yleensä lyhyitä tai pidempiä keskeytyksiä. Tehoaika taas ilmoitetaan

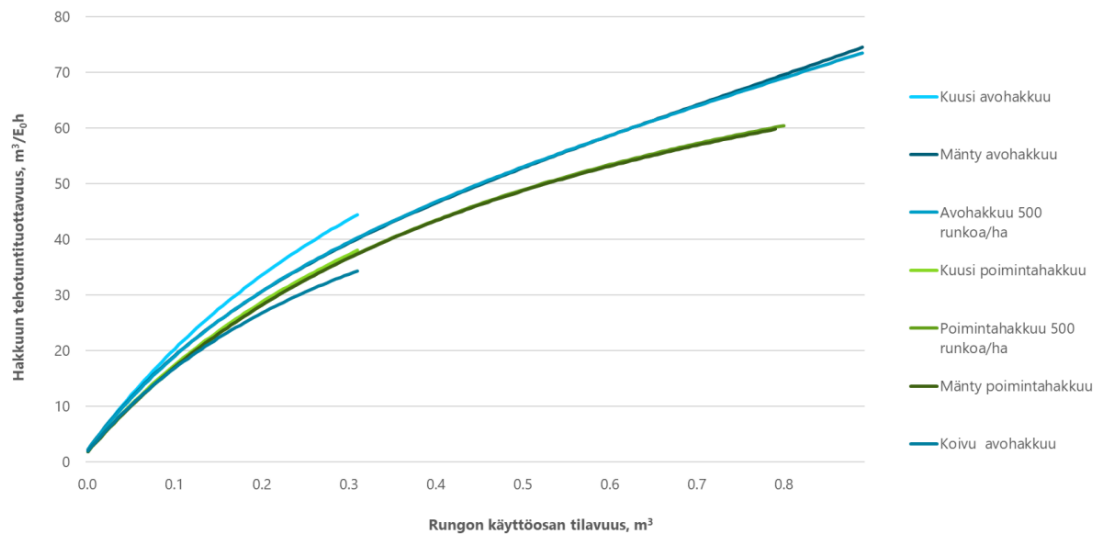
hakattua kiintokuutiota tehoajassa ( $m^3/E_0$ ) ja se sisältää ainoastaan työhön käytetyn ajan eli ilman keskeytyksiä. (Taskinen 2016, 6.)

Koneellisessa hakkuussa hakkuutyön tuottavuuden keskeisiä tekijöitä ovat koneen kuljettaja, poistettavien runkojen koko ja lukumäärä hehtaarilla sekä hakkuutapa. Tuottavuuteen vaikuttaa myös hakkuussa käytetty kone, mutta suurempi merkitys on usein koneen kuljettajalla. Lisäksi maasto, puulaji ja alikasvos ovat merkittävässä asemassa. Esimerkiksi yksi tekijä on puuston laatu, johon vaikuttavat sen oksaisuus ja järeys. Maastoon taas vaikuttavat alueen maaperä, kantavuus, kivisyys ja kaltevuus. Työolosuhteisiin vaikuttaa hakkuun ajankohta, sillä eri vuodenaikoina vallitsevat erilaiset sääolosuhteet, kuten lumi, jää ja valoisuus. Myös valmistettavien puutavaralajien määrällä on jossain määrin vaikutusta tuottavuuteen. Saman koneen eri kuljettajien välinen tuottavuusero saattoi olla jopa 40 prosenttia. (Surakka & Siren 2007, 375.)

Päätehakuun ja harvennuksen tuottavuuseroihin vaikuttavat useat tekijät. Tekijöitä ovat muun muassa käsiteltävien runkojen koko ja poistuman tiheys eli poistettavien puiden lukumäärä hehtaarilta. Lisäksi hakkuukoneen ajonopeus siirtymisissä on harvennuksissa pienempi kuin päätehakuussa. Metsäkuljetuksessa taas tuottavuuteen vaikuttavat hakkuutapa, hakkuumenetelmä, kuljetusmatka sekä kuljetettavan puutavaran ajouranvarsitiheys, johon taas vaikuttavat puutavaralajiosuudet, kokonaiskertymä, ajouraväli ja erikseen kuljetettavien puutavaralajien määrät. (Surakka & Siren 2007, 375–376.)

Korjuukustannukset Lapin poimintahakkuukohteissa-tutkimuksessa verrataan avo- ja poimintahakkuun tehotuntituottavuutta puulajeittain rungon käyttöosan tilavuuden mukaan. Tutkimuksessa todetaan, että puulajista riippumatta hakkuutapojen tehotuntituottavuus on samaa tasoa (kuvio 3). Mallinnuksesta voidaan nähdä, että koivulla on alhaisin tehotuntituottavuus avohakkuussa. Kuusen avohakkuulla taas on korkein tehotuntituottavuus. Tuottavuuteen vaikuttavat rungon koko ja muoto, joten koivun alhaisen tehotuntituottavuuden voi selittää sen mutkaisempi ja usein haaroittunut runko, verrattuna havupuihin. (Laitila ja Repola 2023, s. 40–41.)





Kuvio 3. Avo- ja poimintahakkuun mallinnettu tehotuntuottavuus puulajeittain rungón käyttöosan tilavuuden mukaan hakkuupoistuman ollessa 500 runkoa hehtaarella (Laitila ja Repola 2023, 41)

### 3 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

#### 3.1 Tutkimusalue ja hakkuukäsittelyt

Tutkimusalue perustettiin Rovaniemelle Metsähallituksen hallinnoimille alueille. Demonstraatioalueita oli yhteensä seitsemän (kuviot 4–10), joissa käytettiin perinteisen tasaikäisrakenteisen ja eri-ikäisrakenteisien menetelmiä, Jokaisella kohteella oli neljä kahden hehtaarin koeruutua, joille eri hakkuumenetelmät toteutettiin. Käsittelyt eri hakkuumenetelmät arvottiin koeruuduille eli kaikilla demonstraatioalueilla koeruudulle 1 tehtiin poimintahakkuu, koeruudulle 2 pienaukkohakkuu, koeruudulle 3 avohakkuu ja koeruudulle 4 siemenpuuhakkuu (kuvio 1). Lisäksi alueilla oli yksi kahden hehtaarin kontrolliala (kuviot 4–10). Kohteet olivat mäntyvaltaisia kuivahkon kankaan kasvupaikkoja.

Poimintahakkuussa jätettävän mäntypuuston pohjapinta-alatavoite asetettiin keskimäärin tasoon kuusi neliometriä hehtaarilla, joka on metsälain mukainen minimipuusto eri-ikäisrakenteisen metsän hakkuussa kuivahkolla kankaalla Lapissa. Demonstraatiokohteiden hakkuuohjeen mukaan hakkuuvoimakkuus voi kuitenkin vaihdella koeruudun sisällä puustorakenteen mukaisesti. Poimintahakkuussa poistetaan enimmäkseen metsikön suurimpia puita, mutta tiheitä kasvuvaiheessa olevien puiden ryhmiä voidaan harventaa. (Metsähallitus 2023.)

Mäntypuuston lisäksi kasvatettavaan puustoon pyrittiin jättämään koivua ja kuusta (noin 1 m<sup>2</sup>/ha), mikäli niitä hakkuukohteella esiintyi. Mahdollinen jäävä kuusi- ja koivupuusto oli osin säästöpuustoluontoista, joten sitä sisällytettiin säästöpuuryhmiin. Poimintahakkuualalle jätettiin säästöpuuryhmiä kaksi aaria hehtaarille eli kahden hehtaarin tutkimusruutua kohden yhteensä neljä aaria. (Hilli ym. 2022, 7.)

Pienaukkokohteille tehtiin läpimitaltaan 20:n, 40:n ja 60 metrin halkaisijaltaan olevia pienaukkoja. Halkaisijaltaan suurin pienaukko oli pinta-alaltaan lähellä metsälain suurinta sallimaa pienaukon (0,3 ha) kokoa (Metsälaki 1996/1085 § 2:5a). Läpimitaltaan 40:n ja 60 metrin aukkoja tehtiin ruutua kohden yksi ja pienimpiä 20 metrin läpimittaisia aukkoja kaksi kappalaetta. Pienaukot sijoitettiin satunnaisesti ruuduille. Pienaukkojen yhteispinta-ala oli 0,47 hehtaaria eli ruudun pinta-

alasta 23,5 prosenttia. Pienaukkojen keskipiste merkittiin maastoon. Pienaukkoihin jätettiin vain kuollut puu eli pienaukoille ei jätetty säästöpuita. Pienaukkojen välialueita ei näillä tutkimusruuduilla harvennettu. (Metsähallitus 2023.)

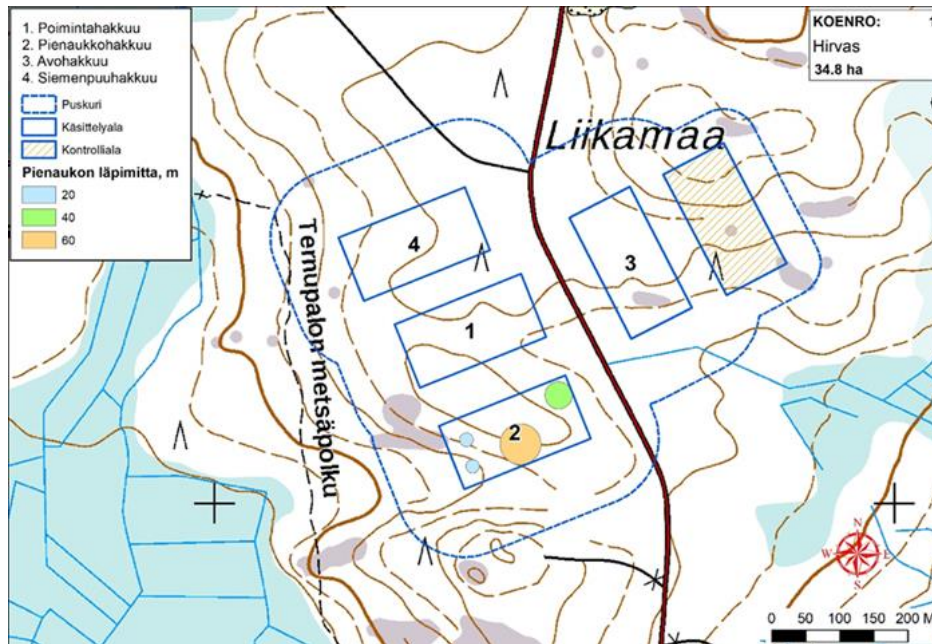
Avohakkuun yhteydessä jätettiin säästöpuut. Säästöpuiden jättäminen keskitettiin suuriin, mieluiten useammasta puulajista ja eri latvuserroksista muodostuviin ryhmiin. Parhaita paikkoja säästöpuuryhmille ovat kosteat painanteet, pienialaiset soistumat, kalliokot ja vaihettumisvyöhykkeet sekä isojen kivien, muurahaispesien, aihkien tai kuolleiden pystypuiden ja maalahopuun keskittymien ympäristöt. (Kaukonen ym. 2023, 90). Avohakkuuruudulle tulee jättää yhteensä vähintään 20 kappaletta riittävän järeitä säästöpuita (Metsähallitus 2023).

Siemenpuiksi jätettiin 50 kappaletta hehtaarille hyvälaatuista ja latvukseltaan elinvoimaista valtapuuta eli 100 kappaletta koeruudulle. Siemenpuuhakkuualalle (2 ha) tulee jättää siemenpuiden lisäksi vähintään 20 kappaletta säästöpuita. Säästöpuita jätettiin siis vähintään kymmenen kappaletta hehtaarille ja ne pyrittiin jättämään ryhmiin. (Metsähallitus 2023.)

Ajourat koeruuduilla sijoitettiin mahdollisuuksien mukaan kohtiin, joissa oli eniten hakattavaa tukkipuustoa. Kasvatuskelpoista alikasvosta tai nuorta puustoa kasvavat kohdat pyrittiin kiertämään kaikilla koeruuduilla. Ajouravälistä tuli vaihteleva, joten se voi olla paikoin myös yli 20 metriä. (Karvonen 2020.)

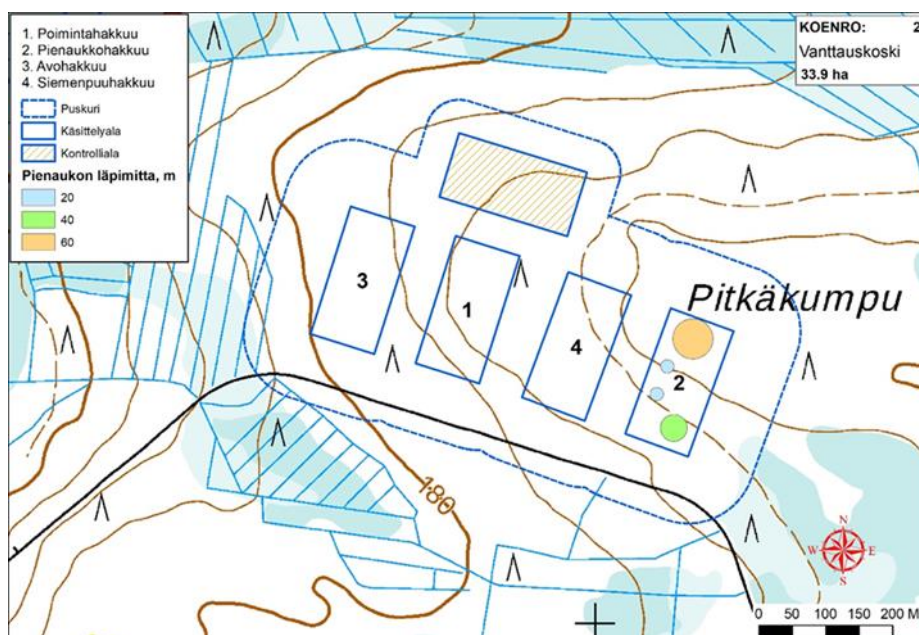
### 3.2 Demonstraatioalueet

Liikamaan kohde sijaitsi Hirvaalla (kuvio 4). Kohde oli kooltaan 34,8 hehtaaria ja se oli kuivahkoa kangasta. Lähtöpuusto koostui lähes kokonaan männystä. Koi-vua oli hieman sekapuuna. Puuston lähtötilavuus oli keskimäärin 150 kuutiometriä hehtaarilla. Puuston keskiläpimitta oli 23 senttimetriä ja keskipituus 17 metriä ja pohjapinta-ala 18 neliometriä hehtaarilla.



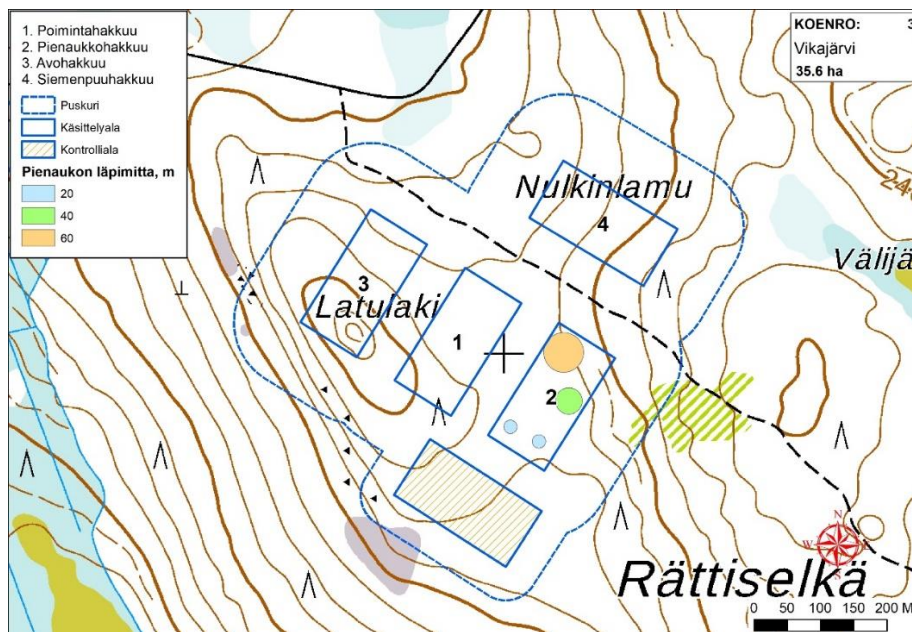
Kuvio 4. Liikamaan kohde (Metsähallitus 2022)

Pitkäkummun kohde sijaitsi Vanttauskoskella (kuvio 5). Kohde oli kokonaisuudessaan kooltaan 33,9 hehtaaria. Ennen hakkuuta alueella oli puustoa keskimäärin 170 kuutiometriä hehtaarilla. Puuston keskiläpimitta oli 22 senttimetriä, keskipituus 16 metriä ja keskimääräinen pohjapinta-ala oli 22 neliometriä hehtaarilla. Myös tällä kohteella mänty oli selkeä pääpuulaji, mutta sekapuuna oli sekä kuusta että hies- ja rauduskoivua.



Kuvio 5. Pitkäkummun kohde (Metsähallitus 2022)

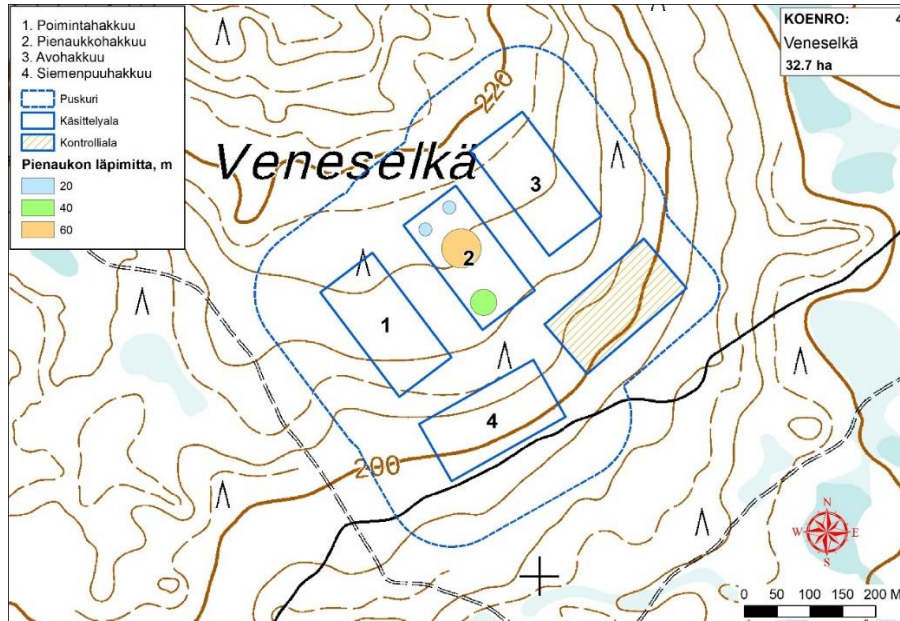
Rättiselän kohde oli kooltaan 35,6 hehtaaria (kuvio 6). Rättiselän siemenpuuhakkuuudun puusto oli kokonaisuudessaan mäntyä ennen hakkuuta, mutta avohakkuu-, pienaukko- ja poimintahakkuulohkoilla oli sekapuuna myös kuusta ja koivua. Puuston keskimääräinen tilavuus ennen hakkuuta oli 95 kuutiometriä hehtaarilla. Puuston keskiläpimitta oli 21,5 senttimetriä, keskipituus 14 metriä ja keskimääräinen pohjapinta-ala 14 neliometriä hehtaarilla.



Kuvio 6. Rättiselän kohde (Metsähallitus 2022)

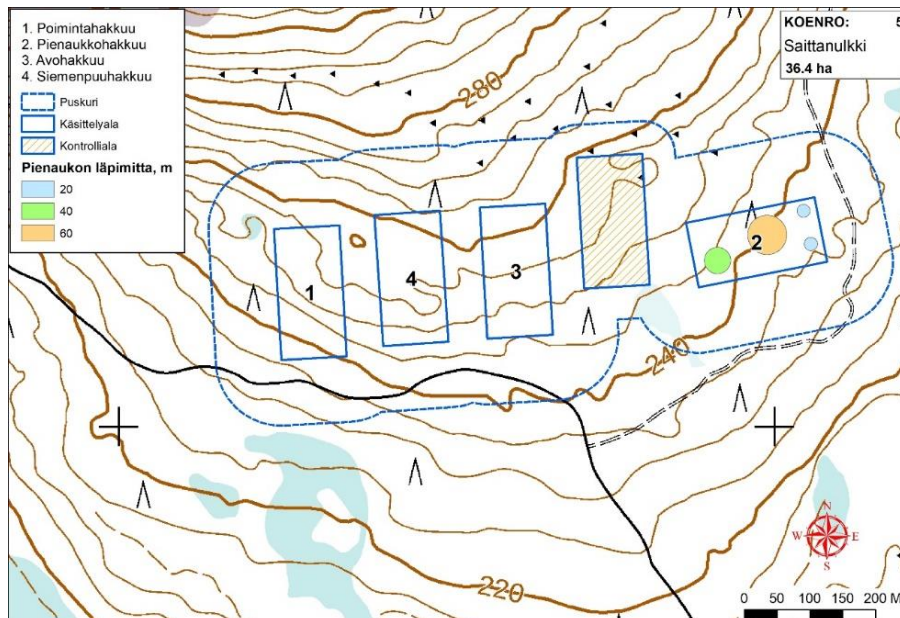
Veneselän kohde oli kokonaisuudessaan 32,7 hehtaaria (kuvio 7). Koko alueen keskimääräinen puusto ennen hakkuuta oli pohjapinta-alaltaan 17 neliometriä hehtaarilla. Runkoluku oli 449 kappaletta hehtaarilla ja puuston keskipituus oli 17 metriä m ja keskiläpimitta 25,0 senttimetriä.





Kuvio 7. Veneselän kohde (Metsähallitus 2022)

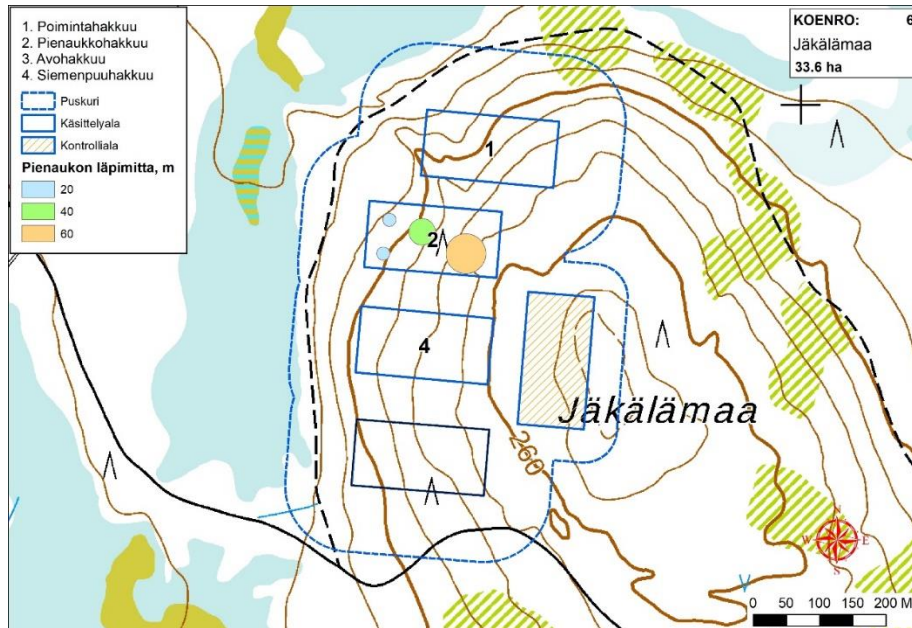
Saittanulkin kohde on kooltaan 36,4 hehtaaria (kuvio 8). Kohteen keskimääräinen puusto ennen hakkuita oli pohjanpinta-alaltaan 14 neliometriä hehtaarilla. Kohteen runkoluku oli 444 kappaletta hehtaarilla ja puuston keskipituus 15 metriä. Puusto oli keskiläpimitaltaan 22 senttimetriä.



Kuvio 8. Saittanulkin kohde (Metsähallitus 2022)

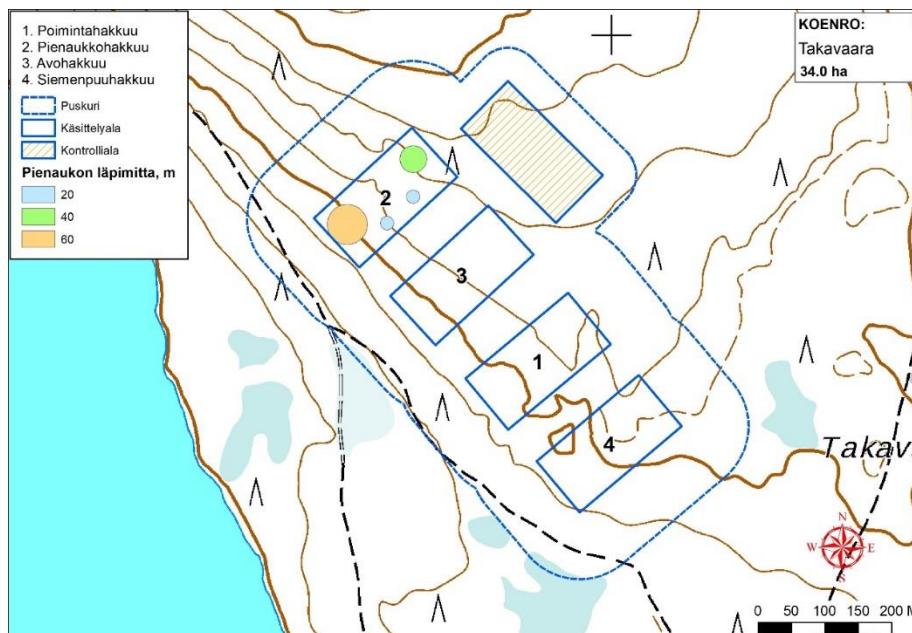
Jäkälämaan kohde oli kooltaan 33,6 hehtaaria (kuvio 9). Ennen hakkuita koko kohteen pohjanpinta-ala oli 15 neliometriä hehtaarilla ja runkoluku 516 kappaletta

hehtaarilla. Puuston keskimääräinen pituus oli 15 metriä ja keskiläpimitta oli 22 senttimetriä.



Kuvio 9. Jäkälämaan kohde (Metsähallitus 2022)

Kohteista pohjoisin oli Takavaaran kohde. Se oli kokonaisuudessaan 34,0 hehtaaria (kuvio 10). Ennen hakkuita sen pohjanpinta-ala oli 13 neliometriä hehtaarilla ja runkoluku 435 kappaletta hehtaarilla. Puusto oli keskipituudeltaan 15 metriä ja keskiläpimitaltaan 22 senttimetriä.



Kuvio 10. Takavaaran kohde (Metsähallitus 2022)

### 3.3 Tuottavuuden vertailun menetelmät

Tätä tutkimusta varten aineisto kerättiin hakkuukoneen tietokoneelta, jossa hakkuukertymät tallentuivat puutavaralajikohtaisesti. Jokaiselta seitsemältä kohteelta oli talletettu tieto eri hakkuumenetelmien puutavaralajikohtaisista hakkuukertymistä ja ajanmenekistä. Data siirrettiin Excel-ohjelmistoon, jossa voitiin verrata kohteiden hakkuukertymien eroa. Leimikot hakattiin 7.10. – 27.10.2020 välisenä aikana. Hakkuiden yhteenlasketut hakkuutyötunnit ( $E_{15}$ ) olivat yhteensä noin 207 tuntia. Hakattuja runkoja taas oli yhteensä 21 950 kappaletta.

Liikamaan ja Pitkäkummun kohteilta ei ollut saatavilla valmiiksi laskettua aineistoa hakkuuseen kuluneesta käyttöajasta työajasta, joten niiden kohteittainen työaika tuli käydä läpi ja laskea itse. Aikoihin on laskettu kaikki alle 15 minuutin keskeytykset (käyttöaika). Muilta kohteilta hakkuukoneen tietokone taas laski valmiiksi tiedostoon valmiin käyttöajan ja tehollisen työajan. Kaikista kohteista hakkuumenetelmittäin sain koottua niiden hakkuukertymät, työhön kuluneet ajat, runkojen lukumäärät, runkojen keskijäretydet ja tuntituottavuudet Excel-taulukkoihin.

Tulosten analysointia varten käytin varianssianalyysia (analysis of variance tai ANOVA). Varianssianalyysi perustuu ryhmien välisen ja ryhmien sisäisen vaihtelun vertaamiseen. (Tietoarkisto 2023.) Tässä laskelmassa käytin kaksisuuntaista varianssianalyysia (two-way analysis of variance) selvittääkseni, onko hakkuumenetelmän valinnalla vaikutusta tuntituottavuuteen eli onko niiden välillä tilastollisesti merkitsevää eroa (liite 1). Tässä tapauksessa selitettäviä muuttujia on kaksi, joten tutkitaan sitä, vaikuttavatko molemmat selittävät muuttujat selittävän muuttujan arvoihin yksittäin sekä onko niillä yhteisvaikutusta (Tietoarkisto 2023). Selvitin myös varianssianalyysia käyttäen rungon keskijäretyden merkitsevyyden ajanmenekkiin (liite 2).

Lisäksi kohteilta kerättiin videomateriaalia GoPro-kameralla. Tallennetusta videosta oli mahdollista erotella hakkuukoneen työskentelyn eri vaiheet. Videomateriaalista voitiin paremmin erottaa työvaiheet ja niiden ajanmenekki. Videomateriaalia ei kuitenkaan käytetty tässä tutkimuksessa osana tutkimusaineistoa.



## 4 TUTKIMUSTULOKSET

### 4.1 Hakkuukertymät kohteittain

Hakkuukoneen tietokoneelta saadut tulokset on kerätty Excel-taulukkoihin, joista voidaan nähdä jokaisen seitsemän kohteen ja niiden eri hakkuumenetelmien hakkuukertymät kohteittain (taulukko 2). Alueiden puustot olivat toisistaan eroavia, mikä näkyy myös hakkuukertymässä.

Kaikkien hakkuutapojen keskimääräinen kertymä kohteelta oli noin 172,6 kuutiometriä. Avohakkuulla keskimääräinen kertymä oli noin 231 kuutiometriä ja kertymä vaihteli pienimmästä kertymästä 150,6 kuutiometriä Saittanulkin kohteelta suurimpaan kertymään, joka oli 356,8 kuutiometriä Pitkäkummun kohteelta. Avohakkuukohteiden kokonaiskertymä oli suurin (1623,7 m<sup>3</sup>). Poimintahakkuulta keskimääräinen kertymä oli noin 175,5 kuutiometriä. Suurin kertymä tuli Liikamaan kohteelta (240,5 m<sup>3</sup>) ja pienin kertymä Rättiselän kohteelta (101,7 m<sup>3</sup>). Poimintahakkuukohteiden kokonaiskertymä oli 1229 kuutiometriä.

Pienaukkohakkuun keskimääräinen kertymä oli noin 79 kuutiometriä. Suurin kertymä tuli Liikamaan kohteelta (105,9 m<sup>3</sup>), kun taas pieni kertymä tuli Takavaaran kohteelta (46,1 m<sup>3</sup>). Pienaukkohakkuukohteiden kokonaiskertymä oli muihin hakkuutapoihin verrattuna pienin kertymä eli 553,4 kuutiometriä.

Siemenpuuhakkuun keskimääräinen kertymä oli noin 203,7 kuutiometriä. Suurin kertymä saatiin Pitkäkummun kohteelta ja pienin kertymä tuli Rättiselän kohteelta. Siemenpuuhakkuukohteiden kokonaiskertymä oli 1426 kuutiometriä. Osalla alueista oli toisistaan hieman eroavat puustomäärät, puutavaralajit ja kehitysluokat.

Suurin kertymä kaikilta hakkuutavoilta yhteenlaskettuna tuli Pitkäkummun kohteelta (982,3 m<sup>3</sup>). Seuraavaksi suurin kertymä tuli Veneselän kohteelta (881,4 m<sup>3</sup>). Pienin kokonaiskertymä tuli Rättiselän kohteelta eli 445,8 kuutiometriä.

Taulukko 2. Hakkuukertymät hakkuutavoittain kahden hehtaarin koealueella

	Avohakkuu	Poiminta hakkuu	Pienaukko hakkuu	Siemenpuu hakkuu	Koko kohteen kertymä
Liikamaa	268,8	240,5	105,9	209,8	825
Pitkäkumpu	356,8	226,4	105,7	293,4	982,3
Rättiselkä	164	101,7	49,3	130,8	445,8
Veneselkä	285,1	219,2	97,5	279,6	881,4
Saittanulkki	150,6	184,6	82,9	164,7	582,8
Jäkälämaa	224,1	133,4	66	187,5	611
Takavaara	174,3	123,2	46,1	160,2	503,8
Hakkuukertymät (m <sup>3</sup> )	1623,7	1229	553,4	1426	4832,1
Keskiarvo	231,96	175,57	79,06	203,71	172,58

Hakkuuseen kulunut aika on laskettu työaika eli yli 15 minuutin keskeytykset on jätetty kokonaisajasta pois. Kohteiden kokonaiskertymiä ja niihin kulunutta ajanmenekkiä verratessa voidaan huomata, että mitä suurempi on kohteiden kertymä, sitä enemmän hakkuuseen on kulunut aikaa (taulukko 3). Avohakkuukohteiden hakkuuseen kulunut aika oli keskimäärisesti suurempi verrattuna muihin hakkuutapoihin.

Avohakkuukohteiden kertymä oli suurin. Siemenpuuhakkuuseen meni keskimäärin toiseksi eniten aikaa. Siemenpuuhakkuumenetelmän aika vastasi sen hakkuukertymää. Kolmanneksi eniten keskimääräisesti aikaa meni poimintahakkuuseen. Poimintahakkuumenetelmän ajanmenekki vastasi sen kertymää. Vähiten aikaa keskimäärin meni pienaukkohakkuuseen. Pienaukkohakkuun ajanmenekki ja kertymä olivat muihin menetelmiin verrattuna alhaisempia.

Taulukko 3. Hakkuuseen kulunut työaika hakkuutavoittain

	Avohakkuu	Poiminta hakkuu	Pienaukko hakkuu	Siemenpuu hakkuu	Koko kohteen
Liikamaa	9:52:50	7:22:22	4:07:59	6:31:56	27:55:07
Pitkäkumpu	14:17:48	10:01:14	5:00:57	16:10:21	45:30:20
Rättiselkä	8:06:00	5:12:00	3:00:00	6:12:00	22:30:00
Veneselkä	12:12:00	9:36:00	5:12:00	11:42:00	38:42:00
Saittanulkki	5:42:00	7:48:00	3:30:00	7:24:00	24:24:00
Jäkälämaa	9:06:00	6:18:00	3:30:00	8:24:00	27:18:00
Takavaara	6:00:00	5:30:00	2:06:00	7:06:00	20:42:00
Yhteenlaskettu käyttöaika	65:16:38	51:47:36	26:26:56	63:30:17	207:01:27
Keskiarvo	9:19:31	7:23:57	3:46:42	9:04:20	29:34:30

## 4.2 Tuottavuus

Keskiarvoltaan suurin tuntituottavuus oli avohakkuulla. Sen tuntituottavuus oli 24,87 kuutiometriä tunnilta. Poimintahakkuun tuntituottavuus on 23,73 kuutiometriä tunnilta. Siemenpuuhakkuu oli tuntituottavuudeltaan 22,34 kuutiometriä tunnilta. Tuntituottavuudeltaan pienin oli pienaukkohakkuu eli sen tuntituottavuus oli 20,92 kuutiometriä tunnilta (taulukko 4).

Voidaan huomata, että kohteista kaikista tehokkain oli Liikamaan kohde, kun verrataan koko kohteen työajan keskiarvoa keskenään. Liikamaan siemenpuuhakkuun tuntituottavuus oli muilla kohteilla tehtyjä siemenpuuhakkuista selkeästi korkeampi, mikä todennäköisesti selittää miksi Liikamaassa tuntituottavuus oli korkein. Tehottomin kohde taas oli Rättiselän kohde. Rättiselän pienaukkohakkuun tuntituottavuus oli vain 16,43 kuutiometriä tunnilta, mikä oli kohteista tehottomin. Alhainen tuntituottavuus selittyy sen pienellä hakkuukertymällä.

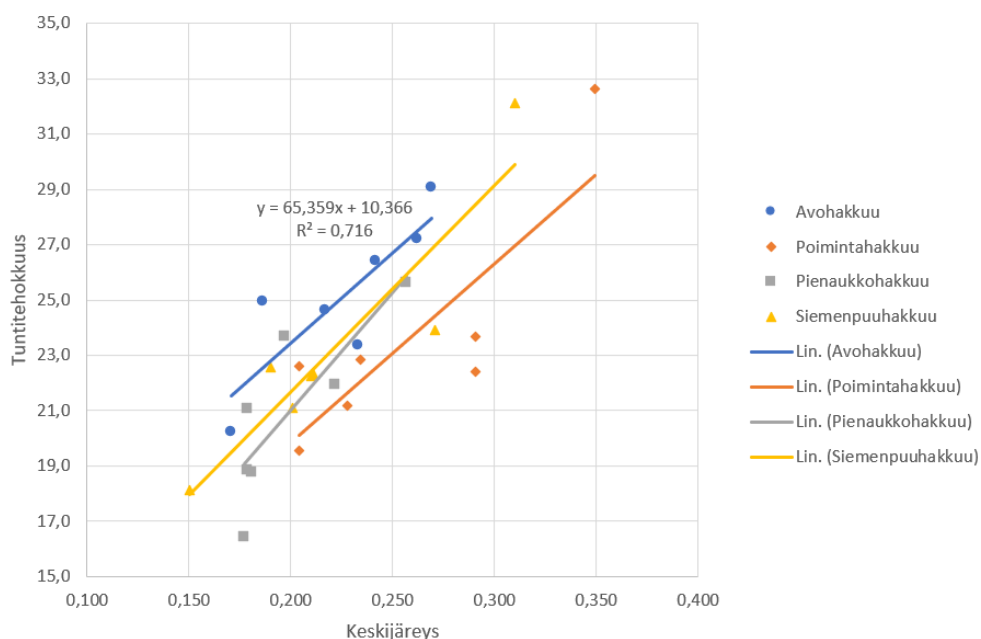
Taulukko 4. Tuntituottavuus hakkuutavoittain

	Avohakkuu	Poimintahakkuu	Pienaukko hakkuu	Siemenpuu hakkuu	Koko kohteen tuntitehokkuus
Liikamaa	27,20	32,62	25,62	32,12	29,55
Pitkäkumpu	24,96	22,59	21,07	18,14	21,59
Rättiselkä	20,25	19,56	16,43	21,10	19,81
Veneselkä	23,37	22,83	18,75	23,90	22,78
Saittanulkki	26,42	23,67	23,69	22,26	23,89
Jäkälämaa	24,63	21,17	18,86	22,32	22,38
Takavaara	29,05	22,40	21,95	22,56	24,34
Keskiarvo m <sup>3</sup> /h	24,87	23,73	20,92	22,46	23,34

Tuntituottavuuden varianssianalyysi tulosten perusteella voidaan todeta, että avohakkuu on menetelmästä tehokkain. Verrattaessa avohakkuun tuntituottavuutta poimintahakkuun tuntituottavuuteen, avohakkuu oli 6,27 prosenttia tehokkaampi kuin poimintahakkuu. Pienaukkohakkuuseen verrattaessa avohakkuun tuntituottavuus oli 16,77 prosenttia tehokkaampi. Siemenpuuhakkuun tuntituottavuuteen verrattuna avohakkuun tuntituottavuus oli 7,66 prosenttia. Varianssianalyysin mukaan tulokset ovat tilastollisesti merkittäviä eli hakkuumenetelmän valinnalla on vaikutus tuntituottavuuteen (liite 1).

Tutkimuksen tarkoituksena oli vertailla eri hakkuutapojen tuottavuutta, joten alueiden erovaisuus toisistaan ei haittaa niiden vertailua. Tutkimuksessa kohteiden hakkuutapaa ei ole valittu sopivuuden mukaan, vaan ne ovat valittu arpomalla, jotta saataisiin mahdollisimman luotettava tutkimus. Kuten taulukoista voidaan huomata, esimerkiksi Saittanulkin avohakkuun hakkuukertymä oli pienempi kuin siemenpuuhakkuulta ja poimintahakkuulta. Myös Liikamaan kohteella poimintahakkuun kertymä oli pienempi kuin siemenpuuhakkuun. Lisäksi sopivuudeltaan poimintahakkuu olisi ollut parempi valinta avohakkuukohteelle. Keskiarvon laskeamiseen sen ei kuitenkaan tulisi vaikuttaa.

Hakkuumenetelmien kuviossa voidaan nähdä, että keskijäreiden noustessa tuntituottavuus kasvaa (kuvio 11). Mitä järeämpää puusto on, sitä tuottavampaa se on. Luonnonvarakeskuksen Korjuukustannukset Lapin poimintahakkuukohteissa-tutkimuksessa todetaan samankaltainen tulos hakkuun tuottavuuden ja rungon keskijäreiden suhteen (Laitila ja Repola 2023, 40–42). Taulukosta voidaan nähdä, että keskijäreys vaihtelee myös saman alueen hakkuutapojen kesken (taulukko 5). Lähtöpuustot eivät olleet homogeenisia, joten se näkyy myös tuloksissa. Kohteista järeintä puustoa oli Liikamaan kohteilla ja vähiten taas Pitkäkummun kohteella.



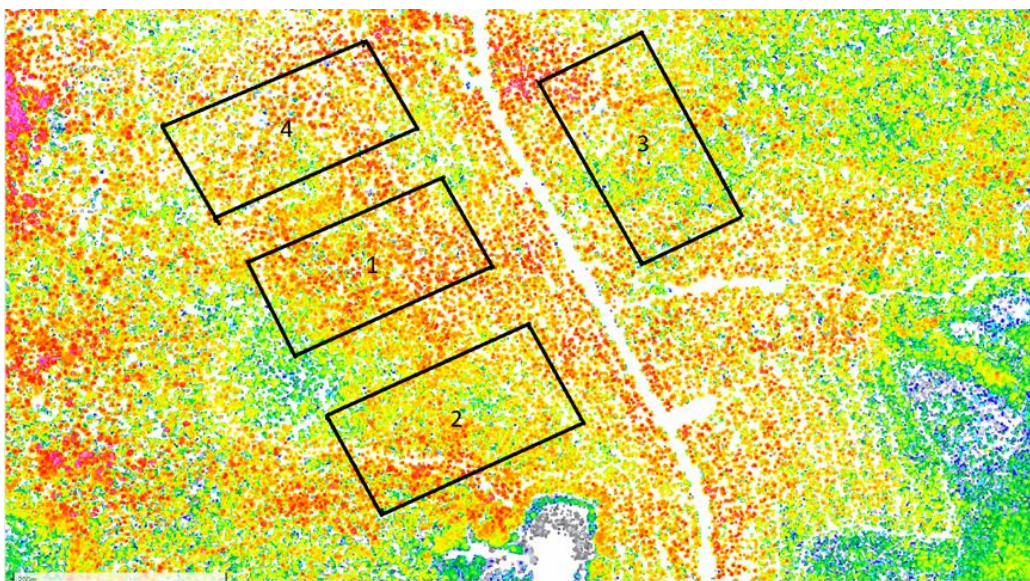
Kuvio 11. Hakkuumenetelmien kuvaajat

Taulukko 5. Rungon keskijäreys kohteittain ja hakkuumenetelmittäin

	Avohakkuu	Poiminta hakkuu	Pienaukko hakkuu	Siemenpuu hakkuu	Kohteen keskijäreys keskiarvo
Liikamaa	0,262	0,350	0,257	0,310	0,295
Pitkäkumpu	0,186	0,204	0,179	0,150	0,180
Rättiselkä	0,171	0,204	0,177	0,201	0,188
Veneselkä	0,233	0,234	0,181	0,271	0,230
Saittanulkki	0,242	0,291	0,197	0,210	0,235
Jäkälämaa	0,217	0,228	0,179	0,211	0,209
Takavaara	0,269	0,291	0,222	0,190	0,243
Rungon keskijäreys m <sup>3</sup>					
Keskiarvo	0,226	0,257	0,199	0,221	

#### 4.3 Tulosten tarkastelu

Tutkimuksessa oli monta muuttujaa, jotka kieltämättä vaikuttivat tuloksiin. Ensimmäisenä mainittakoon kohteiden valinta. Tutkimuksen kohteet valittiin siten, että ne olisivat mahdollisimman samanlaisia puustoltaan ja kasvupaikkatyypiltään. Vaikkakin kohteet pyrittiin valitsemaan niin, että ne olisivat mahdollisimman homogeenisia, tulosten mukaan hakkuukertymän ja keskijäreiden perusteella kohteilla oli paljon sisäistä eroavaisuutta. Lähtöpuustot vaihtelivat suuresti saman alueen kohteilla (kuvio 12). Tämä tuo haasteensa tulosten tulkintaan ja johtopäätösten tekemiseen.



Kuvio 12. Liikamaan alueen latvusmalli ennen hakkuita

Hakkuumenetelmien kuvaajista voidaan nähdä, että poimintahakkuun suora kulkee alimpana ja avohakkuun ylimpänä (kuvio 11). Jos tutkimuksen kaikki poimintahakkuukohteet olisivat olleet keskijäreydeltään suurempia kuin avohakkuualat, olisi poimintahakkuu ollut kokonaistuloksissakin tehokkainta. Eroavaisuudet ovat luonnossa ymmärrettäviä, sillä täsmälleen samanlaisia kohteita on mahdoton löytää. Eroavaisuuksien ei tulisi kuitenkaan vaikuttaa lopullisten tulosten vertailtavuuteen. Kohteiden hakkuutavat kullekin alueelle on valittu arpomalla eli satunnaisesti, jotta tulos olisi luotettava. Tutkimuksen aineisto ei olisi ollut pätevä vertailtavaksi, jos kohteiden hakkuutavat olisi valittu sopivuuden mukaan.

Myös hakkuun toteutus vaikutti lopputulokseen. Hakkuun toteuttivat useampi konekuski, joten on ymmärrettävää, että jokaisen kädenjälki on erilainen. Lisäksi on otettava huomioon inhimilliset tekijät, kuten konekuskin jaksaminen ja muut henkilökohtaiset tekijät. Esimerkiksi eri tunneilla tehokkuus voi vaihdella, mikä vaikuttaa hakkuun tehokkuuteen ja ajanmenekkiin. Hakkuissa oli myös käytettävissä eri koneet, joten niiden eroavaisuudet on otettava huomioon. Eri koneiden tietokoneilta saatava aineisto on erilainen.

Kohteiden maasto-ominaisuudet vaikuttavat tehokkuuteen ja ajanmenekkiin. Osa kohteista olivat maastoltaan epätasaisempia ja kivikkoisempia kuin toiset, joten kieltämättä tällaiset ominaisuudet vaikuttavat koneen kulkuun. Myös aluskasvillisuuden määrällä on merkittävä vaikutus hakkuutyön tehokkuuteen ja ajanmenekkiin.

## 5 POHDINTA

Kuten voidaan olettaa, avohakkuu oli menetelmistä tehokkain, kun mietitään hakkuukertymää. Tähän menetelmään myös menee aikaa, mikä tulee ottaa huomioon lopputuloksessa, sillä hakkuukoneen käyttö maksaa enemmän, jos työhön kuluu enemmän aikaa. Tuloksista kuitenkin voitiin huomata, ettei kertymä ollut kaikissa kohteissa samaa kaavaa noudattava. Esimerkiksi Saittanulkin kohteella avohakkuun kertymä oli pienempi kuin poiminta- ja siemenpuuhakkuussa. Lisäksi kohteiden keskijäreyskin vaihteli merkittävästi (kuvio 11).

Kuten latvusmalli kuviosta voidaan nähdä, Liikamaan alueen puusto ei ole homogeeninen ennen hakkuuta (kuvio 12). Poimintahakkuukuviolla (ruutu 1) oli selvästi järeämpää puustoa kuin muilla kohteilla. Tämä selittää sen miksi Liikamaan kohteella hakkuukertymä oli poimintahakkuussa suurempi kuin siemenpuuhakkuussa. Liikamaan poimintahakkuukuvion keskijäreys oli myös suurempi kuin muiden kuvioiden, kuten myös tuntituottavuus.

Tutkimuksen tavoitteena oli vertailla kerätyn aineiston perusteella eri hakkuumenetelmien tehokkuutta ja ajanmenekkiä. Kun aineisto oli saatu kerättyä hakkuukoneiden tietokoneista, niistä muodostettiin keskiarvot Excel-taulukkoon, joista voitiin vertailla niiden hakkuukertymiä. Kerätystä aineistosta saatiin keskiarvoinen ajanmenekki ja tehokkuus kullekin hakkuumenetelmälle. Työn tuottavuutta ja työhön kulutettua aikaa verrattiin keskenään, josta voitiin saada keskimääräinen arvo kullekin menetelmälle.

Tutkimuksen aihe on hyvin ajankohtainen, sillä uusien hakkuumenetelmien, etenkin jatkuvan kasvatuksen menetelmien tarve nykypäivänä on suuri. Tätä tutkimusta ja sen tuloksia voidaan hyödyntää metsätaloudessa, kun halutaan valita kohteelle optimaalinen hakkuumenetelmä.

Tutkimuksessa on kuitenkin monia muuttujia, jotka voivat vaikuttaa sen luotettavuuteen. Tässä tutkimuksessa tulokset tuotettiin alueilta saadusta aineistosta. Niissä ei huomattu mitään suurempia puutteita, joten voidaan todeta, että aineiston pohjalta koottu teoria vastaa hyvin lähelle käytännössä tehtyjä hakkuutöitä.



Muita vaikuttavia tekijöitä ovat maaston eroavaisuudet, sääolosuhteet, hakkuukone, kuljettajat ja heidän henkilökohtaiset ja inhimilliset tekijät, kuten jaksaminen ja asennoituminen työhön ja vuorokauden aika. Näillä tekijöillä voi olla suurikin ero, varsinkin kun työn on tehnyt kaksi eri kuskia. Tuottavuuteen voi tulla jopa viiden prosentin eroja eri päivinä ja eri kuskeilla. Vuoden- ja vuorokauden aika saattoi vaikuttaa hakkuuseen ja työn laatuun. Varsinkin Lapissa päivän pituus myöhäissyksystä on lyhyt, joten valoisaa aikaa on vähän. Hakkuut tehtiin loppusyksystä, joten lumen määrällä ei ollut todennäköisesti vaikutusta hakkuukoneen työskentelyyn.

Tämä tutkimus on tehty Lapin alueella, joten sen tuloksia voidaan parhaiten hyödyntää Lapin alueella tehtäviin hakkuisiin. Lapissa puun kasvu on hyvin erilaista verrattavissa Etelä-Suomeen, joten tulokset eivät välttämättä ole kovin verrannollisia.

Kohteiden hakkuutavat valittiin arpomalla, jotta tutkimus pysyisi mahdollisimman luotettavana. Joillakin kohteilla tämä kuitenkin mietitytti, sillä tuloksien perusteella hakkuutavat olisi voitu valita niin, että ne olisivat olleet kohteelle sopivampia niiden ominaisuuksien mukaan. Osalla kohteista tehtiin avohakkuu kuvioille, joissa puusto ei ollut ihan uudistamiskypsää, mikä näkyi myös lopullisessa hakkuukertymässä.

Hakkuutavat eivät välttämättä olleen optimaalisia kohdetta ajatellen. Avohakkuu soveltuisi parhaiten uudistuskypsään metsään, mutta osalla kohteista se tehtiin varttuneisiin kasvatusmetsiköihin. Optimaalista metsänhoitoa suunnitellessa näin luultavasti ei toimittaisi. Käytännössä varttuneisiin kasvatusmetsiköihin ei tehdä avohakkuuta, vaan poimintahakkuu. Pienaukot sijoitetaan kohtiin, joissa metsä on järeämpää ja välialueille voidaan tehdä poimintahakkuu.

Tutkimus antoi hyvin konkreettisia esimerkkejä tuottavuuden eroista käytännössä. Lapin alueella vastaavanlaisia tutkimuksia demonstraatioalueista ei ole aiemmin tehty, joten tulokset voivat antaa osviittaa miten eri hakkuumenetelmät eroavat toisistaan ja mitkä tekijät vaikuttavat eroihin. Tutkimuksen tulokset eivät



välttämättä sovellu vertailuun, kun mietitään sopivinta metsänkäsittelymenetelmää oikeille kohteille, mutta ne antavat tietoa eri hakkuumenetelmien ajankäytöstä ja tuntuottavuudesta. Tämän tutkimuksen tuottamaa aineistoa voidaan käyttää hyödyksi vastaavanlaisissa tutkimuksissa.

Tässä tutkimuksessa ei ollut männyn yläharvennusta hakkuumenetelmänä mukana. Sen tutkiminen voisi kuitenkin olla hyvä jatkotutkimuksen aihe, jos mukana olisi 03-metsiköitä, joissa olisi verrattu poimintahakkuuta ja jaksollisen kasvatuksen yläharvennusta keskenään. Hakkuutavoiltaan ne muistuttavat paljon toisiinsa. Myös voimakkuudeltaan lievempänä tehty poimintahakkuu olisi mielenkiintoinen tutkia. Tässä tutkimuksessa poimintahakkuu hakattiin lakirajalle, joten sillä on myös vaikutusta keskijäreYTEEN ja tuntuottavuuteen.

Osalla kohteista olisi ollut kenties kannattavampaa jättää pohjapinta-ala noin kahdeksasta kymmeneen neliometriä hehtaarille, jolloin keskijäreys olisi suurempi ja tuntuottavuus parempi. Männyn tärkeys Lapin alueella on kuitenkin merkittävä muihin puulajeihin verrattuna. Nykyään kun etsitään vaihtoehtoisia hakkuumenetelmiä avohakkuiden tilalle, olisi hyödyllistä saada enemmän tietoa muista hakkuumenetelmistä.

Tutkimus kokonaisuudessaan oli hyvin mielenkiintoinen ja kattava, jonka parissa työskentely oli todella mielenkiintoista ja opettavaista. Lisäksi tutkimuksessa olevat kohteet toimivat hyvin opetusmetsinä tuleville metsätalousinsinööreille. Selkeät eri hakkuumenetelmät kohteilla toimivat hyvinä konkreettisina esimerkkeinä eri hakkuumenetelmistä.

## LÄHTEET

Hallikainen, V., Hökkä, H., Hyppönen, M., Rautio, P. & Valkonen, S. 2020. Männyyn luontainen uudistuminen pienaukkohakkuun jälkeen Lapissa. Teoksessa P. Rautio, J. Repola, H. Salminen & H. Ilola (toim.) Kestävää metsätaloutta kairoilla. Lapin Tutkimusseura, 10–22. Viitattu 7.5.2023 [https://www.researchgate.net/publication/345723600\\_Mannyn\\_luontainen\\_uudistuminen\\_pienaukkohakkuun\\_jalkeen\\_Lapissa\\_Natural\\_regeneration\\_after\\_gap\\_cutting\\_in\\_Northern\\_Finland](https://www.researchgate.net/publication/345723600_Mannyn_luontainen_uudistuminen_pienaukkohakkuun_jalkeen_Lapissa_Natural_regeneration_after_gap_cutting_in_Northern_Finland).

Hilli, A., Koivula, M., Kukkonen, M., Huhta, E., Rautio, P., Hallikainen, V., Valkonen, S., Ahtikoski, A. & Karvonen, L. 2022. Metsänkäsittelyn demonstraatioalueiden perustaminen Lappiin. Helsinki: Luonnonvarakeskus. Viitattu 28.5.2023 <https://www.tiedekekus-pilke.fi/assets/Uploads/Luke-Hoitosuunnitelma-loppuraportti2022.pdf>.

Karppinen, H., Hänninen, H. & Horne, P. 2020. Suomalainen metsänomistaja 2020. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 30/2020. Helsinki: Luonnonvarakeskus. Viitattu 1.4.2023 <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-961-3>.

Karvonen, L. 2020. Demo-koealueiden hakkuuohjeet. Yksityinen sähköpostiviesti 7.10.2020. Viestin saaja: Maria Hietanen

Kaukonen, M., Thomssen, P.-M., Eskola, T., Herukka, I., Kallio, T., Karppinen, H., Karvonen, L., Korhonen, I. ja Kuokkanen P. (toim.) 2023. Metsähallitus Metsätalous Oy:n ympäristöopas. Viitattu 8.4.2023 [https://julkaisut.metsa.fi/assets/pdf/mt/MH\\_ymparistoopas.pdf](https://julkaisut.metsa.fi/assets/pdf/mt/MH_ymparistoopas.pdf).

Kolehmainen, S. 2014. Metsälain muutos tuo metsänomistajille valinnanvapautta ja vastuuta. YLE. Viitattu 27.5.2023 <https://yle.fi/a/3-7419046>.

Laitila, J. & Repola, J. 2023. Korjuukustannukset Lapin poimintahakkuukohteissa. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 45/2023. Helsinki: Luonnonvarakeskus. Viitattu 14.5.2023 [https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/553313/luke-luobio\\_45\\_2023.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/553313/luke-luobio_45_2023.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

Metsähallitus 2022. Demometsä. Viitattu 27.5.2023 <https://www.tiedekekus-pilke.fi/demometsa/hanke-ja-materiaalit/>.

Metsähallitus 2023. Hakkuutavat. Viitattu 28.5.2023 <https://www.metsa.fi/vastuullinen-liiketoiminta/metsatalous/metsanhoito/hakkuutavat/>.

Metsähallitus 2023. Kohteet ja metsänkäsittely. Viitattu 13.2.2023 <https://www.tiedekekus-pilke.fi/demometsa/kohteet-ja-metsankasittely/>.

Metsälaki 12.12.1996/1093. Viitattu 8.4.2023 <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1996/19961093>.

Metsänhoitoyhdistykset 2023. Metsäsanasto. Viitattu 12.5.2023 <https://www.mhy.fi/metsatietoa/metsasanasto>.

Remes, M. 2023. Metsän uudistaminen ja uudistushakkuut. Metsäkeskus. Viitattu 27.5.2023 <https://www.metsakeskus.fi/fi/metsan-kaytto-ja-omistus/metsanhoito-ja-hakkuut/metsan-uudistaminen-ja-uudistushakkuut>.

Routa, J. & Huuskonen, S. 2022. Jatkovapeitteinen metsänkasvatus: Synteesi-raportti. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 40/2022. Helsinki: Luonnonvara-keskus. Viitattu 15.4.2023 <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-427-2>.

Surakka, H. & Sirén, M. 2007. Poimintahakkuiden puunkorjuun nykytietämys ja tutkimustarpeet. Metsätieteen aikakauskirja 4/2007, 373–390. Viitattu 17.2.2023 <https://doi.org/10.14214/ma.5983>.

Taskinen, J. 2016. Koneellisen hakkuutyön tuottavuus sekä iän ja kokemuksen vaikutus tuottavuuteen. Metsätieteen pro gradu, Itä-Suomen yliopisto. Viitattu 15.4.2022 [https://erepo.uef.fi/bitstream/handle/123456789/16291/urn\\_nbn\\_fi\\_uef-20160698.pdf](https://erepo.uef.fi/bitstream/handle/123456789/16291/urn_nbn_fi_uef-20160698.pdf).

Tutkimusarkisto 2023. Varianssianalyysi. Viitattu 28.5.2023 <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvanti/varienssi/anova/>.

Äijälä, O., Koistinen, A., Sved, J., Vanhatalo, K. & Väisänen, P. (toim.) 2019. Met-sänhoidon suositukset. Tapion julkaisuja. Viitattu 15.6.2022 [https://tapio.fi/wp-content/uploads/2020/09/Metsanhoidon\\_suosituksset\\_Ta-pio\\_2019.pdf](https://tapio.fi/wp-content/uploads/2020/09/Metsanhoidon_suosituksset_Ta-pio_2019.pdf).

## LIITTEET

- Liite 1. Tuntituottavuuden kaksisuuntainen varianssianalyysi
- Liite 2. Rungon keskijäreyden kaksisuuntainen varianssianalyysi

## Liite 1. Tuntituottavuuden kaksisuuntainen varianssianalyysi

Anova: kaksisuuntainen ilman toistoa		Tuntituottavuus					
YHTEENVETO	Lukumäärä	Summa	Keskiarvo	Varianssi			
Liikamaa	4	117,5653433	29,39133582	12,28011611			
Pitkäkumpu	4	86,76559963	21,69139991	8,152714365			
Rättiselkä	4	77,33471341	19,33367835	4,134896336			
Veneselkä	4	88,84962169	22,21240542	5,51683341			
Saittanulkki	4	96,03019034	24,00754759	3,036683869			
Jäkälämaa	4	86,97954823	21,74488706	5,766551746			
Takavaara	4	95,96576123	23,99144031	11,43960897			
Avohakkuu	7	175,8750067	25,12500096	8,094706589			
Poimintahakkuu	7	164,8458517	23,54940738	17,76840085			
Pienaukkohakkuu	7	146,3745291	20,91064702	9,991268737			
Siemenpuuhakkuu	7	162,3953904	23,19934148	18,68110863			
ANOVA							
Vaihtelun lähde	NS	va	KN	F	P-arvo	F-kriittinen	
Rivit	239,7122304	6	39,9520384	8,218641318	0,000221969	2,661304523	
Sarakkeet	63,48153596	3	21,16051199	4,352985858	0,017951036	3,15990759	
Virhe	87,50067844	18	4,861148802				
Yhteensä	390,6944448	27					

## Liite 2. Rungon keskijäreiden kaksisuuntainen varianssianalyysi

Anova: kaksisuuntainen ilman toistoa		Rungon keskijäreys					
YHTEENVETO	Lukumäärä	Summa	Keskiarvo	Varianssi			
Liikamaa	4	1,17920172	0,29480043	0,001908952			
Pitkäkumpu	4	0,719382786	0,179845696	0,000502492			
Rättiselkä	4	0,753	0,18825	0,00027825			
Veneselkä	4	0,919	0,22975	0,001368917			
Saittanulkki	4	0,94	0,235	0,001751333			
Jäkälämaa	4	0,835	0,20875	0,000442917			
Takavaara	4	0,972	0,243	0,002076667			
Avohakkuu	7	1,580659785	0,225808541	0,001356711			
Poimintahakkuu	7	1,801527917	0,257361131	0,002978499			
Pienaukkohakkuu	7	1,391888243	0,198841178	0,000919229			
Siemenpuuhakkuu	7	1,543508561	0,220501223	0,0028473			
ANOVA							
Vaihtelun lähde	NS	va	KN	F	P-arvo	F-kriittinen	
Rivit	0,035877751	6	0,005979625	8,453302591	0,00018663	2,661304523	
Sarakkeet	0,012255893	3	0,004085298	5,77532153	0,00599828	3,15990759	
Virhe	0,012732687	18	0,000707371				
Yhteensä	0,060866331	27					