

VARTTUNEIDEN KASVATUSMETSIIEN KÄSITTELYTAPA-  
VERTAILU METSÄNOMISTAJIEN KANNALTA

Karjalainen Veli-Pekka

Opinnäytetyö

Metsätalous  
Metsätalousinsinööri (AMK)

2021

Metsätalous  
Metsätalousinsinööri (AMK)

---

<b>Tekijä</b>	Karjalainen Veli-Pekka	Vuosi	2021
<b>Ohjaaja</b>	Pasanen Kari		
<b>Toimeksiantaja</b>	Metsäyhtymä Karjalainen Veli-Pekka ja Vilho Antero		
<b>Työn nimi</b>	Varttuneiden kasvatusmetsien käsittelytapavertailu metsänomistajien kannalta		
<b>Sivu- ja liitesivumäärä</b>	64 + 15		

---

Tämä opinnäytetyö syventyy varttuneiden kasvatusmetsien käsittelytapavaihtoehtoihin. Nykyisin voimassa oleva metsälaki mahdollistaa jopa varttuneiden kasvatusmetsien uudistamisen puhumattakaan monista muista eri käsittelyratkaisuista. Metsänomistaja ei välttämättä ole tietoinen näistä mahdollisuuksista. Kiinnostusta aiheeseen lisäsi varttuneita kasvatusmetsiä sisältävälle tilalle tekemäni metsäsuunnitelma. Tämän tilan omistava metsäyhtymä toimii tämän työn tilaajana.

Tutkimuksen metsikköaineisto on kerätty metsäsuunnitelman teon yhteydessä. Metsäsuunnitelmasta valittiin tilalle ominaiset, aiheeseen sopivat metsikkökuviot. Hakkuutapoina käytettiin metsänhoidon suositusten mukaisia hakkuutapoja. Näille valituille kuvioille toteutettiin simulointisovelluksella erilaisten käsittelytapojen simuloitteja.

Työn keskeisimpänä tuloksena on eri käsittelyketjujen taloudellisten nykyarvojen ja maisemavaikutusten vertailu. Peitteisen metsänkäsittelyn menetelmät olivat erittäin kilpailukykyisiä sekä kannattavuudessa että maisemavaikutuksissa. Työssä arvioitiin myös eri metsänkäsittelytapojen soveltuvuutta eri asioita arvostaville metsänomistajille.

Nykyinen metsänomistajasukupolvi on aikaisempien metsälakien myötä kasvanut jaksollisen metsänkasvatuksen maailmassa. Nykyisen metsälain mukanaan tuoma metsänomistajan valinnan mahdollisuus tarjoaa lukuisia eri vaihtoehtoja metsänkasvatukseen. Tämä tutkimus havainnollistaa metsänomistajille eri käsittelymahdollisuuksien kautta metsänhoidon vaihtoehtoja sekä herättää kiinnostusta metsänhoitoon.

**Avainsanat** harvennushakkuu, jaksollinen kasvatus, jatkuva kasvatus, pienaukkohakkuu, poimintahakkuu, varttunut kasvatusmetsä

Forestry  
Forestry engineer

---

<b>Author</b>	Veli-Pekka Karjalainen	Year	2021
<b>Supervisor</b>	Kari Pasanen		
<b>Commissioned by</b>	Forest owners Karjalainen Veli-Pekka and Vilho Antero		
<b>Subject of thesis</b>	Logging method comparison of mature growing stands for the forest owners		
<b>Number of pages</b>	64 + 15		

---

This thesis examines different options of mature growing stand management. Nowadays there are many thinning methods and it is also possible by law to carry out a regeneration cutting to growing forests. The forest owner may not know about these possibilities. When working on the forest management plan for a farm, with many mature growing stands, interest arouse in the topic. This study was commissioned by the forest owners.

The information of the stand was gathered simultaneously as the forest management plan was made. Suitable stands were selected from the plan. The selected logging methods were in line with forest management recommendations. Different logging methods were simulated to chosen stands.

The main result of the study is the comparison of the economical and landscape effects of different logging methods. The methods used in uneven-aged forests were very competitive in terms of both economical and landscape effects. The suitability of different methods for different forest owners was assessed too.

The current generation of forest owners has grown up with the prevailing forest laws and in the world of even-aged forests. The possibility to choose a logging method offers many options to forest owners for felling. The options of these methods are introduced in the thesis to the forest owners to arouse and increase interest in forest management.

Key words                      even-aged forest, group selection felling, mature growing stand, selection felling, thinning, uneven-aged forest

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	6
2	METSÄN KASVATUS.....	9
2.1	Kehitysluokat .....	9
2.2	Kasvatustavat .....	11
2.2.1	Jaksollinen kasvatus .....	11
2.2.2	Jatkuva kasvatus.....	11
2.3	Hakkuutavat.....	14
2.3.1	Uudistushakkuut.....	14
2.3.2	Kasvatushakkuut.....	15
2.3.3	Jatkuvan kasvatuksen hakkuut .....	16
2.4	Metsälaki.....	17
2.5	Metsänhoidon suositukset .....	18
2.6	Metsänkasvatuksen kannattavuus .....	20
2.7	Metsänomistajan tavoitteet .....	21
2.8	Metsän suojele.....	22
3	TUTKIMUKSEN TOTEUTUS.....	23
3.1	Aineisto .....	23
3.2	Menetelmät .....	26
3.2.1	Sovelluksen esittely.....	27
3.2.2	Simulointivaihtoehdot .....	31
3.2.3	Kannattavuusvertailun menetelmät .....	34
4	TULOKSET.....	36
4.1	Kannattavuus.....	36
4.1.1	Metsikkökuvio 28.....	36
4.1.2	Metsikkökuvio 34.....	38
4.1.3	Metsikkökuvio 47.....	41
4.1.4	Metsikkökuvio 49.....	44
4.1.5	Metsikkökuvio 103.....	46
4.1.6	Kannattavuusvertailun yhteenveto .....	48
4.2	Maisemavaikutusten arviointi.....	51
4.3	Vaihtoehtoja metsänomistajalle .....	55
5	POHDINTA.....	57

---

LÄHTEET.....	61
LIITTEET .....	64

## 1 JOHDANTO

Suomen metsävarannot ovat suuremmat kuin koskaan aikaisemmin viimeisen sadan vuoden aikana (Luonnonvarakeskus 2020). Metsä tarjoaa työtä ja toimeentuloa sekä raaka-ainetta moneen eri tarkoitukseen. Teknologia on saavuttanut metsätalouden, niin kuin monen muunkin teollisuuden alan. Metsätalous on muuttunut ammattimaisempaan suuntaan. Aikoinaan maaseudun asukkaista valtaosa oli jollakin tavalla sidoksissa metsätalouteen ja metsätöihin, se toi myös ymmärrystä metsän käsittelyyn ja käsittelytapoihin sekä toimeentuloa tekijöilensä. Nykyisin tilanne on toinen, teknologiakehityksen myötä tällainen ”jokamiestyö” metsässä on monilta osin vaihtunut koneilla ja teknisillä apuvälineillä tehtäväksi toiminnoksi, esimerkkinä hakkuutyöt, mittaukset ja työmaiden suunnittelutyöt.

Myös metsänomistajakunnassa on tapahtunut muutoksia vuosikymmenten aikana. Suomalainen metsänomistaja 2020 -tutkimuksen mukaan nykyisin metsänomistajat ovat iäkkäämpiä, koulutetumpia, suurempi osa on eläkkeellä ja entistä harvemmin asuu tilallansa kuin 20 vuotta sitten (Karppinen, Hänninen & Horne 2020, 38).

Metsänomistajakunnassa metsässä tekevien sekä tuloja ja turvaa korostavien osuus on ollut kasvussa viimeisen 20 vuoden aikana. Kuitenkin monitavoitteisia ja virkistyskäyttöä arvostavia on noin puolet metsänomistajista, ja epätietoisia on edelleen noin kymmenesosa metsänomistajista. (Karppinen ym. 2020, 41.)

Suomalainen metsänomistaja 2020 -tutkimuksen osatutkimuksena tehdyn Metsänomistajat palveluiden käyttäjänä -tutkimuksen mukaan 49 prosenttia metsänomistajista kertoi, ettei heidän tavoitteitaan ei ole kysytty metsänomistajan ja metsäammattilaisen välisissä keskusteluissa. Saman tutkimuksen mukaan käsittelyvaihtoehtojen taloudellisista vaikutuksista, luontovaikutuksista ja jatkuvasta kasvatuksesta ei ollut kerrottu noin puolelle metsänomistajista. Kaksi kolmasosaa metsänomistajista ilmoitti, ettei heille ole tarjottu jatkuvaa kasvatusta. Yli puolet metsänomistajista oli jäänyt ilman informaatiota METSO-suojeluohjelmasta ja

luontoarvoja korostavien ratkaisujen esittelystä. (Hänninen, Valonen & Haltia 2020, 45.)

Nykyisin osalla metsänomistajia ei välttämättä ole omakohtaista kokemusta tai tuntumaa metsätalouteen ja metsätöihin. On myös metsänomistajia, jotka eivät tiedä mitä metsällään tekisivät ja kaikki eivät välttämättä edes tiedä omistavansa metsää. On myös metsänomistajia, jotka arvostavat metsässä muita arvoja taloudellisen arvon lisäksi tai sijaan. Tämän vuoksi metsänomistajille tulisi tarjota entistä enemmän informaatiota erilaisista metsänhoito- ja käsittelymahdollisuuksista, rahoituksista ja palveluntarjoajista. Heille tulisi myös informoida eri käsittelyratkaisujen taloudellisista merkityksistä veroseuraamuksineen. Sama koskee myös tilan myyntiä suunnittelevia.

Tämä opinnäytetyö syventyy varttuneiden kasvatusemetsien käsittelyvaihtoehtoihin. Nykyisin voimassa oleva metsälaki mahdollistaa jopa varttuneiden kasvatusemetsien uudistamisen puhumattakaan monista muista eri käsittelyratkaisuista. Olen pohdiskellut aihetta jo pidempään, ja kiinnostusta lisäsi metsäsuunnittelun opintojaksolla tekemäni metsäsuunnitelma. Suunnittelukohteessa on varttuneita kasvatusemetsiä sekä harvennettuja että käsittelyä odottavia. Lisäksi suunnittelukohteen läheisyydestä löytyy vielä ainakin yksi uudistushakkuuna toteutettu varttuneiden kasvatusemetsien käsittely. Kasvavaa kiinnostusta asiaan tuo se seikka, että olen toisena osakkaana suunnittelukohteen omistavassa metsäyhtymässä. Tätä itse keräämääni metsäsuunnitelma-aineistoa ja tekemääni metsäsuunnitelmaa hyödynnän tässä opinnäytetyössä. Metsäsuunnitelma on julkaistu marraskuussa 2020 Suomen Metsäkeskuksen ylläpitämässä Metsään.fi-palvelussa.

Edellä mainitun kiinnostuksen myötä opinnäytetyön toimeksiantajaksi valikoitui suunnittelukohteena olleen tilan omistaja eli Metsäyhtymä Karjalainen Veli-Pekka ja Vilho Antero. He ovat isännöineet satakunta vuotta suvun hallussa ollutta tilaa vuodesta 2013 lähtien (Karjalainen 2021).

Lähtökohtaisesti tähän työhön valittavissa olevat kohdekuviot ovat helppoja kohteita, etupäässä kuivahkon kankaan jaksollisen kasvatuksen oppien mukaisesti hoidettuja lähes puhtaita männiköitä. Käsittelyä odottavien kuvioiden osalta onkin

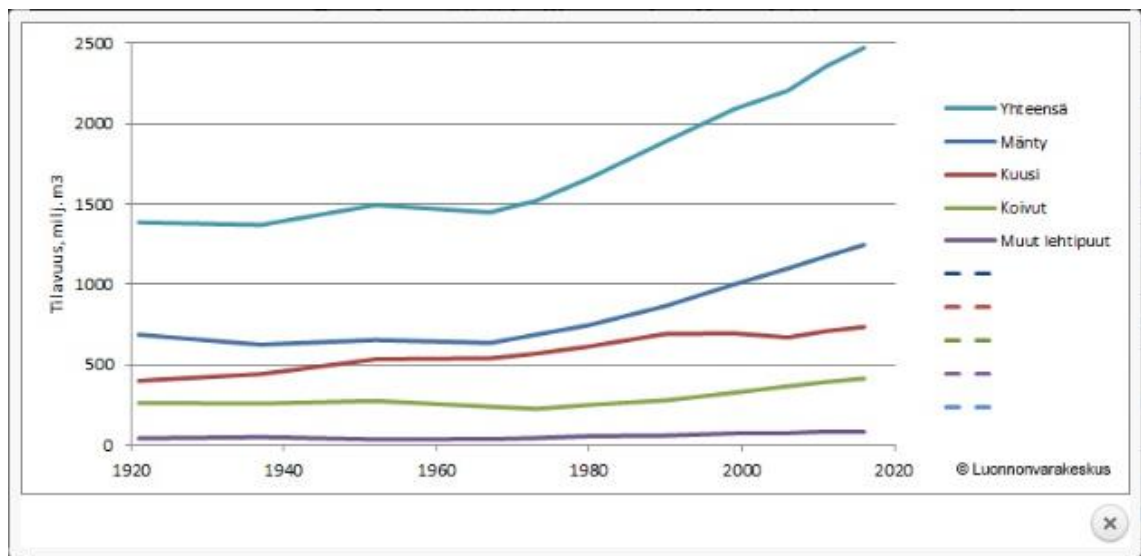
hyvä hetki pohtia, mihin suuntaan metsän kasvatuksessa näiltä osin lähdetään. Mennäänkö sieltä mistä aita on matalin vai mietitäänkö jotakin muuta vaihtoehtoja? Tässä tutkimuksessa haluan kaivaa esille varttuneille, jaksollisesti hoide-  
tuille kuivahkon kankaan männiköille sopivia käsittelyvaihtoehtoja ja arvioida niiden sopivuutta erilaisille metsänomistajatyypeille. Jotta sopivuutta metsänomistajille päästään arvioimaan, on selvitettävä vaihtoehtojen taloudellinen kannattavuus sekä arvioitava maisemallinen vaikutus. Tästä johdettuna tämän tutkimuksen tavoitteena on vertailla erilaisten metsänkäsittelyratkaisujen

- 1) taloudellista kannattavuutta
- 2) maisemavaikutuksia ja
- 3) sopivuutta eri tavoiteryhmien metsänomistajille.



## 2 METSÄN KASVATUS

Luonnonvarakeskuksen tilastojen mukaan puuston kokonaismäärä Suomen metsissä oli 1960-luvulle saakka noin 1,5 miljoonaa kuutiometriä. Määrä on kasvanut tasaisesti 1960-luvun puolivälistä alkaen näihin päiviin saakka (Kuvio 1). Vuonna 2017 puuston määrä lähenteli jo 2,5 miljoonaa kuutiometriä. (Luonnonvarakeskus 2020.)



Kuvio 1. Puuston määrä (miljoonaa kuutiometriä) puulajeittain vuosina 1921–2017 (Luonnonvarakeskus 2020)

### 2.1 Kehitysluokat

Puuston kehitysvaihetta kuvataan kehitysluokalla. Kehitysluokkaan vaikuttavat puuston ikä, rakenne ja aiempi metsänkäsittely. Säästöpuuta ei huomioida kehitysluokkaa määritettäessä. (Äijälä, Koistinen, Sved, Vanhatalo & Väisänen 2019, 221.)

Jos metsikkö on puuton tai lähes puuton (verho- tai pienpuustoa alle 5 m<sup>2</sup>/ha), kehitysluokka on A0 eli aukea. Jos metsikössä on männyn siemenpuuta 50 – 100 kappaletta hehtaarilla tai koivun siemenpuuta 10 – 20 kappaletta hehtaarilla, eikä taimiainesta vielä ole riittävästi täyttämään uudistumisen kriteereitä niin kehitysluokka on S0 eli siemenpuumetsikkö. Varttuneen taimikon (kehitysluokka T2)

keskipituus on vähintään 1,3 metriä. Rinnankorkeusläpimitta on enintään kahdeksan senttimetriä tai valtapituus on enintään seitsemän metriä (mänty, kuusi) tai yhdeksän metriä (koivu). Iältään varttunut taimikko on Etelä-Suomessa enintään 50-vuotiasta ja pohjoisessa enintään 120-vuotiasta. (Äijälä ym. 2019, 221.)

Ylispuustoinen taimikko (kehitysluokka Y1) on kaksijaksoinen metsikkö sisältäen ylispuuston ja taimikon. Taimikko täyttää metsälain uudistamisvelvoitteen kriteerit enimmäismittojen ollessa samat kuin kehitysluokan T2 taimikolla. Ylemmän puujakson keskipituus on vähintään kaksi kertaa taimikon pituus. (Äijälä ym. 2019, 221.)

Kun metsikkö saavuttaa vähintään kahdeksan senttimetrin rinnankorkeusläpimitan (enintään 16 senttimetriä) ja vähintään seitsemän metrin valtapituuden havupuuvaltaisissa metsiköissä tai yhdeksän metrin valtapituuden koivikoissa puhutaan nuoresta kasvatusmetsiköstä eli kehitysluokasta 02. Iältään tällainen metsikkö on vähintään 11-vuotiasta, mutta enintään 120-vuotiasta eteläisessä Suomessa ja 200-vuotiasta pohjoisessa Suomessa. (Äijälä ym. 2019, 221.)

Varttunut kasvatusmetsä on vakiintunut nimitys puuston kehitysluokkaa 03 olevalle metsikölle. Kehitysluokan määrittää keskiläpimitta, joka rinnankorkeudelta tulee olla vähintään 16 senttimetriä eikä metsikköä voida määrittää vielä uudistuskypsäksi. Jos metsikön puusto ei jostakin syystä voi koskaan kehittyä tukkipuukokoiseksi, vähintään 25 vuoden rinnankorkeusikä määrittää kehitysluokaksi 03:n. Uudistuskypsä metsikkö (kehitysluokka 04) eroaa varttuneesta kasvatusmetsästä siten, että metsänomistaja hyötyy enemmän metsän uudistamisesta kuin kasvattamisesta. Uudistamisajankohdan määrittelyssä voidaan käyttää apuna Metsänhoidon suosituksissa suositeltuja ikä- ja keskiläpimittataulukoita (Äijälä ym. 2019, 62, 65 ja 221).

Kuusen luontaista uudistamista toteutetaan suojuspuuhakkuun avulla. Hakkuussa metsikköön jätetään 100 – 300 runkoa kuusta suojuspuustoksi, mukana voi olla myös koivua ja mäntyä. Tällaisen puuston kehitysluokka on 05 eli suojuspuumetsikkö. Jos metsiköstä ei voi erottaa selkeitä puujaksoja ja metsikkö koos-

tuu eri-ikäisestä ja -kokoisesta puustosta, metsikköä kutsutaan eri-ikäisrakenteiseksi (kehitysluokka ER). Tähän kehitysluokkaan luetaan myös metsiköt, joita ollaan kehittämässä eri-ikäisrakenteisiksi. (Äijälä ym. 2019, 221.)

## 2.2 Kasvatustavat

### 2.2.1 Jaksollinen kasvatus

Jaksollisen kasvatuksen juuret juontavat 1800-luvun alun Saksaan ja Ranskaan, jolloin metsänhoidon perustaksi valittiin tasaikäinen metsä. Tuolloin aloitettiin metsän uudistaminen viljelemällä huonopuustoisia alueita luontaisen uudistamisen sijaan. Saksasta ja Ranskasta menetelmä siirtyi myös muualle Eurooppaan ja Pohjoismaihin. (Norokorpi 2020.)

Jaksollisen kasvatuksen metsikössä voi erottaa yhden pääpuujakson, jonka muodostaa suunnilleen samanikäinen ja -kokoinen puusto (Äijälä ym. 2019, 34). Pääpuujakson lisäksi tasaikäisessä metsikössä voi olla muitakin puujaksoja kuten alikasvos tai ylispuusto.

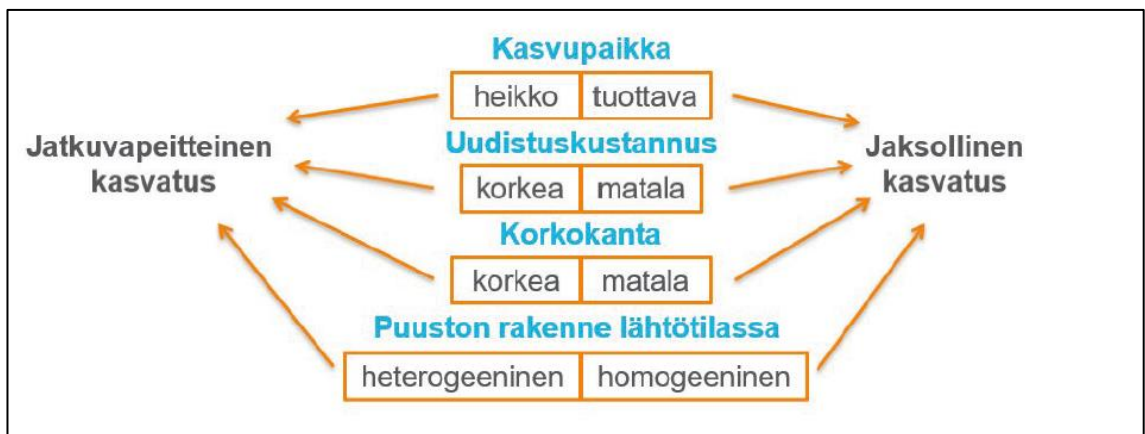
Jaksollisesti kasvatettavan metsikön kiertoaika voidaan jakaa hoito- ja hyötyvaiheeseen. Hoitovaiheeseen sisältyvät ajanjakso ja toimenpiteet uudistamisesta taimikonhoitoon ja ensiharvennukseen. Hyötyvaiheessa puunmyyntituloilla on merkitystä, joten myöhemmät harvennukset, osin ensiharvennuskin ovat hyötyvaiheen aikaisia toimenpiteitä. Varttuneen kasvatusmetsän harvennukset sisältyvät tähän hyötyvaiheeseen. Hyötyvaihe päättyy aina uudistushakkuuseen. (Huuskonen ym. 2014, 45 – 46.)

### 2.2.2 Jatkuva kasvatus

Jatkuva kasvatus eroaa jaksollisesta kasvatuksesta siten, että metsä säilyy aina peitteisenä. Metsän uudistuminen perustuu alikasvoksiin sekä luontaiseen taimettumiseen. Selvää jaksollisuutta ei ole havaittavissa ja metsikössä on vaihtelevan kokoista ja eri-ikäistä puustoa. (Äijälä ym. 2019, 34.)

Jatkuva kasvatus oli metsänkasvatustapana vallitseva ennen jaksollista kasvatusta ja pitkään jaksollisen kasvatuksen rinnalla. Jaksollisen kasvatuksen puolesta puhujina toimineet metsäteollisuuden edustajat sekä metsäammattilaiset vaativat tuolloin harsinnaksi kutsutun jatkuvan kasvatuksen lopettamista. Asia kulmineitui vuonna 1948 annettuun Harsintajulkilausumaan, joka myöhemmin johti jatkuvan kasvatuksen kieltämiseen. Tämän jälkeen jatkuva kasvatus ja sen tutkiminen olivat pitkään jäissä. Jatkuvan kasvatuksen tutkimus Suomessa aloitettiin 1980 professori Erkki Lähteen johdolla. (Norokorpi 2020.)

Jatkovapeitteisesta metsänkasvatuksesta on saatavissa huomattavasti niukemmin koealakasvatukseen perustuvaa tutkimustietoa kuin jaksollisesta kasvatuksesta. Käytännössä metsikön käsittelytavan valinta ja kannattavuuslaskennat tulee perustua todellisiin mitattuihin puustotunnuksiin. Kuitenkin muutaman perustiedon pohjalta voidaan jo alustavasti tehdä arvio kasvatustavan soveltuvuudesta kasvupaikalle. Näitä perustietoja ovat kasvupaikan tuottavuus, uudistamiskustannus, korkokanta sekä puuston rakenne lähtötilassa (Kuvio 2). (Juutinen, Ahtikoski & Rämö 2020, 3, 6).

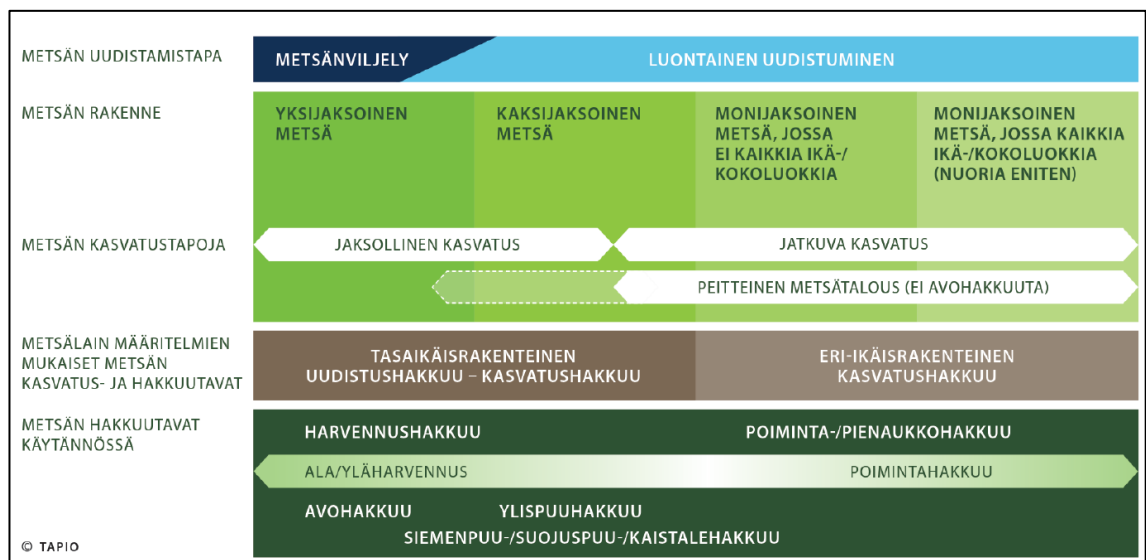


Kuvio 2. Jatkovapeitteisen ja jaksollisen kasvatuksen soveltuvuus eri kasvupaikoille (Juutinen ym. 2020, 6)

Nykyinen vuonna 1997 voimaan tullut metsälaki mahdollistaa vuoden 2014 alusta voimaan tulleen päivityksen myötä jatkuvan kasvatuksen. Mahdollisuus on vielä sen verran tuore, että jatkuvan kasvatuksen terminologia ei ole vielä vakiintunut. Esimerkiksi eri-ikäisrakenteinen metsänkasvatus -termiä pidetään toisaalla jatku-

van kasvatuksen synonyymina (Valkonen 2020, 8) ja toisaalla ei pidetä synonyymina (Pukkala 2018, 11). Eri-ikäiskasvatusta pidetään synonyymin sijaan jatkuvan kasvatuksen yhtenä muotona (Norokorpi 2020). Yläharvennus muistuttaa jatkuvan kasvatuksen hakkuutapoja jopa siinä määrin, että niitä pidetään periaatteessa samanlaisina hakkuutapoina (Kangas 2019).

Erilaisia näkemyksiä löytyy myös hakkuutapojen sopivuudesta jatkuvapeitteiseen metsätalouteen. Esimerkiksi yläharvennusta pidetään soveltuvana vain jaksolliseen kasvatukseen (Äijälä ym. 2019, 251; Valkonen 2020, 12). Metsänhoidon suosituksissa yläharvennus nimetään tasarakenteisen metsikön harvennustavaksi. Jatkuvan kasvatuksen hakkuutapoihin kuuluvat poiminta- ja pienaukkohakkuu (Kuvio 3) (Äijälä ym. 2019, 146, 251).



Kuvio 3. Metsänkasvatustavat suhteessa muihin metsänkasvatuksen käsitteisiin (Äijälä ym. 2019, 251)

Yläharvennuksen katsotaan sopivan lähes kaikenlaiseen harvennukseen ja olevan jatkuvan kasvatuksen päähakkuumenetelmä. Jatkuvan kasvatuksen yläharvennuksessa alikasvosta ei raivata tai hakata, toisin kuin jaksollisen kasvatuksen yläharvennuksessa. (Norokorpi 2020).

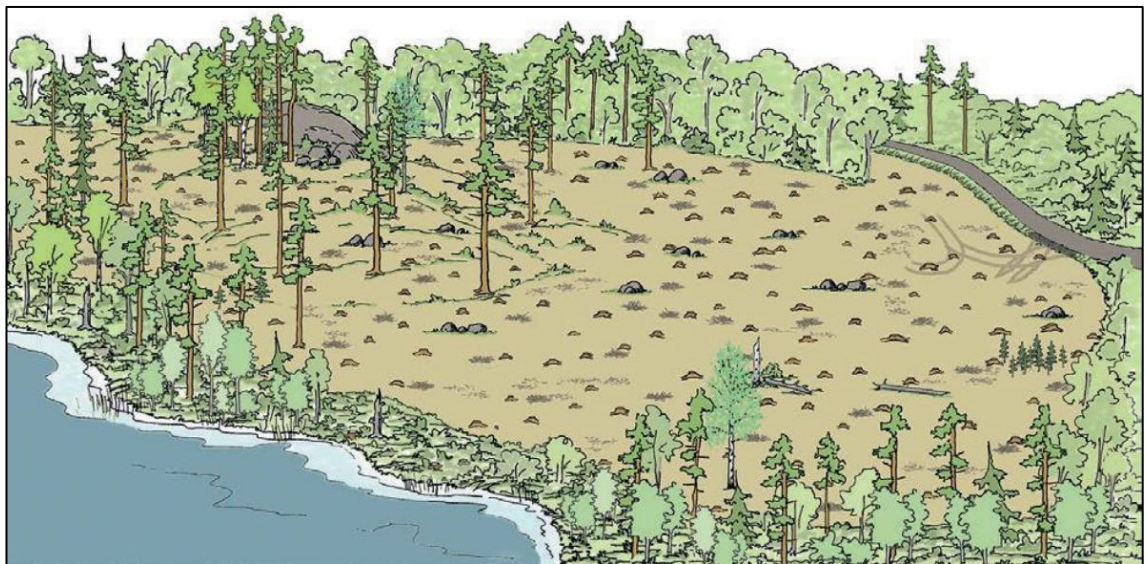
Yläharvennuksen ja kaikkien muiden hakkuumenetelmien paitsi avohakkuiden katsotaan sopivan jatkuvapeitteiseen metsätalouteen. Katsotaan, että yläharvennus antaa parhaan taloudellisen tuloksen. (Pukkala 2018, 11.)

## 2.3 Hakkuutavat

### 2.3.1 Uudistushakkuut

Uudistushakkuuta suoritetaan jaksollisessa kasvatuksessa. Uudistushakkuulla korjataan aikaisemman kiertoajan sato ja hakkuun jälkeen varmistetaan uuden taimikon kasvun alkaminen. Uudistushakkuu on radikaali toimenpide, joka vaikuttaa metsäekosysteemiin ja metsämaisemaan hyvin vahvasti. Vaikutuksia voidaan pehmentää hakkuutavan valinnan, suojakaistojen, säästöpuuryhmien ja hakkuualueen rajauksen avulla. (Äijälä ym. 2019, 121.)

Mikäli uudistusalueelta poistetaan kaikki puusto, jätto-/säästöpuuryhmiä lukuun ottamatta, on kyseessä avohakkuu. Mäntyä ja rauduskoivua voidaan uudistaa luontaisesti jättämällä siemenpuita uudistusalueelle. Sopiva hyvälaatuisten siemenpuiden määrä männyllä on 50–100 runkoa hehtaarille ja rauduskoivulla 10–20 runkoa hehtaarilla. Tämä hakkuutapa on siemenpuuhakkuu. Näitä kahta uudistushakkuutapaa säästöpuuryhmineen on havainnollistettu seuraavassa kuviossa, tilanne hakkuun jälkeen ennen muokkausta (Kuvio 4). (Äijälä ym. 2019, 122 – 123.)



Kuvio 4. Avo- ja siemenpuuhakkuu kuivahkolla kankaalla säästö- ja suojapuustoineen sekä järvimaiseman avaus (Äijälä ym. 2019, 123).

Uudistushakkuu voidaan toteuttaa myös kaistalehakkuuna tietyissä olosuhteissa. Hakkuussa metsikköön hakataan enintään 50 metrin levyisiä avohakkuukaistoita, mieluummin itä-länsi-suunnassa. Tavoitteena on, että reunametsä siementää luontaisesti avohakatun kaistaleen. Kaistalehakkuu sopii lajittuneiden maiden männiköille ja korpinotkelmien kuusikoille. Kuusikkoa voidaan uudistaa luontaisesti myös suojuspuuhakkuun avulla. Suojuspuuhakkuuseen edetään väljennys-hakkuun kautta. Varsinaisessa suojuspuuhakkuussa kuusia jätetään 100 – 300 kappaletta hehtaarille. (Äijälä ym. 2019, 124 – 125.)

### 2.3.2 Kasvatushakkuut

Kasvatushakkuun tarkoituksena on parantaa jäljelle jäävän puuston kasvuedellytyksiä ja laatua. Harvennushakkuutapoja on useita ja harvennus voidaan toteuttaa erilaisilla voimakkuuksilla. (Äijälä ym. 2019, 144.)

Alaharvennuksessa poistetaan alimpia latvuserroksia sekä huonolaatuisia lisä- ja päävaltapuita. Tähtäimenä on järeyttää jäljelle jäävä terve puusto mahdollisimman tehokkaasti ja nopeasti uudistuskypsäksi. Alaharvennus sopii lähes aina harvennustavaksi. Yläharvennuksessa poistetaan valtapuita alempien latvuserosten puiden lisäksi, kasvatettavaksi jää lähinnä lisävaltapuita. Tavoitteena on kasvattaa harvennuksesta saatavaa puunmyyntituloa, vaikka päätehakkuun ajankohta siirtyy yleensä 10 – 15 vuotta myöhemmäksi. Yläharvennus soveltuu myöhempiin harvennuksiin hoidettuihin männiköihin ja kuusikoihin sekä erirakenteisille turvemaiden männiköille. Yläharvennus ei sovi ylitiehinä kasvaneille metsiköille eikä karuille kasvupaikoille. (Huuskonen ym. 2014, 79.)

Laatuharvennuksella pyritään antamaan tilaa metsikön laadukkaimmille puille poistamalla heikkolaatuisempia puita. Usein poisto kohdentuu päävaltapuihin ja laadukkaimmat puuyksilöt löytyvät lisävaltapuiden joukosta. Päävaltapuiden laatua voivat heikentää esimerkiksi paksut ja vahvat oksat sekä epäedullinen runkomooto. Laatuharvennus sopii hyvin hoidetuille männiköille varhaisen ensiharvennuksen hakkuutavaksi. (Huuskonen ym. 2014, 79.)

### 2.3.3 Jatkuvan kasvatuksen hakkuut

Poimintahakkuu on yläharvennusta muistuttava hakkuutapa jatkuvassa kasvatuksessa, jossa kiinnitetään huomiota taimettumiseen. Tämän vuoksi poimintahakkuussa jätetään kasvatettavien hyväkuntoisten puiden lisäksi parhaan siementuotantokyvyn suuria, hyvälaatuisia puita kasvamaan. Poimintahakkuussa säästetään myös eri puulajeja, jos hakkuun kohteena olevassa metsikössä niitä entuudestaan on. Pienemmästä puustosta poistetaan lähinnä vialliset. (Äijälä ym. 2019, 148 – 149.)

Pienaukkohakkuuta voidaan käyttää erirakenteisen metsikön hakkuutapana. Pienaukkojen enimmäiskoko on 0,3 hehtaaria, eikä pienaukkoja ole määrällisesti rajoitettu. Miniminä on metsikön kokonaistiheyden pysyminen lakirajan yläpuolella. Pienaukolla tavoitellaan nopeaa uudistumista, mutta lain vaatimaa uudistamisvelvoitetta sillä ei ole. Pienaukkojen välialueet kannattaa harventaa pienaukkojen hakkuun yhteydessä. Pienaukkohakkuiden soveltuvuudesta kokemuksia on vielä vähän, mutta saatujen kokemusten perusteella tulokset taimettumisesta etenkin kuusikoissa ovat kohtuulliset. (Valkonen 2014, 110 – 112.)

Valtion maille kuiville ja kuivahkoille kankaille Rovaniemen pohjoisosaan 2010 perustetussa pienaukkokokeessa on tutkittu männyn uudistumista pienaukkoihin. Tutkimuksissa on todettu, että ilman maankäsittelyäkin taimia syntyi yli 10 000 kappaletta hehtaarille viiden kasvukauden aikana. Lievän maankäsittelyn avulla taimimäärä lähes kaksinkertaistui. Sammaleisuus ja humusmättäisyys heikentävät taimettumista. (Hallikainen, Hökkä, Hyppönen, Rautio & Valkonen 2020, 13 – 16.)

Ylispuukasvatus sopii männiköille, jotka halutaan siirtää jaksollisesta kasvatuksesta jatkuvaan kasvatukseen. Jaksollisesti kasvatettuun uudistuskypsään männikköön toteutetaan siemenpuuhakkuuta tiheämpi, suojuspuuhakkuuta muistuttava hakkuu, jossa parhaita puita jätetään pystyyn 50 – 150 runkoa hehtaarille. Erona tavalliseen siemenpuuhakkuuseen on myös se, että jätettyjä siemenpuita ei poisteta kerralla ylispuuhakkuulla kuten perinteiset siemenpuut vaan vähitellen harventamalla. (Valkonen 2020, 44.)



## 2.4 Metsälaki

Suomen ensimmäinen metsälaki säädettiin 1886. Nykyinen metsälaki 12.12.1996/1093 astui voimaan 1997. Lakia on päivitetty ja viimeisin päivitys tuli voimaan vuoden 2015 alussa. Laki lisäsi metsänomistajan vastuuta ja valinnanvapautta ja mahdollistaa tehokkaamman metsänhoidon. Lakia on täydennetty asetuksilla. (Maa- ja metsätalousministeriö 2020.)

Nykyinen metsälaki ei aseta metsän uudistamisen ehdoksi puuston minimiläpimittaa tai vähimmäisikää. Sen sijaan uudistamisveloitteen metsälaki asettaa (Metsälaki 1093/2013 2: 5 § ja 5a §). Uudistamisveloitetta on tarkennettu asetuksella. Asetuksessa on muun muassa määrääjat ja vähimmäisrunkoluvut uudistamisveloitteen täyttymisen toteamiseksi (Valtioneuvoston asetus metsien kestävästä hoidosta ja käytöstä 1308/2013 3: 8 - 11 §.)

Asetuksella on määritetty tarkemmin muun muassa puunkorjuun toteutuksesta, uudistamisveloitteesta ja erityisen tärkeistä elinympäristöistä. Asetuksessa on lisäksi määritelty kasvatuskelpoisen puuston minimimäärä kasvatushakkuun jälkeen sekä tasaikäis- että eri-ikäisrakenteisille metsiköille (Taulukko 1) kasvupaikoittain ja alueittain. (Valtioneuvoston asetus metsien kestävästä hoidosta ja käytöstä 1308/2013, liite B.)

Taulukko 1. Eri-ikäisrakenteisen metsän vähimmäisrajat harvennuksen jälkeen (Valtioneuvoston asetus metsien kestävästä hoidosta ja käytöstä 1308/2013, liite B)

Maantieteellinen sijainti	Tuoreella tai sitä ravinteikkaammat kankaat	Kuivahkot tai sitä karummat kankaat
	Pohjapinta-ala m <sup>2</sup> /ha	Pohjapinta-ala m <sup>2</sup> /ha
Suojametsäalue sekä Inari, Kittilä, Muonio, Salla, Savukoski ja Sodankylä	7	5
Muu pohjoinen Suomi	8	6
Keskinen Suomi	9	8
Eteläinen Suomi	10	9

Ravinteisuudeltaan taulukon kasvupaikkoja vastaavilla turvemaidella sovelletaan samoja vähimmäisrajoja.

## 2.5 Metsänhoidon suositukset

Tapio Oy:n julkaisema Metsänhoidon suositukset ovat nimensä mukaisesti suosituksia sisältäen erilaisia ohjeita ja vaihtoehtoja metsien käsittelyyn. Suositukset on laadittu laajan toimijajoukon yhteistyönä viimeisimmän metsälain uudistamisen rinnalla ja päivityksiä on tehty lain päivittymisen myötä. Suurin muutos aikaisempiin suosituksiin on eri-ikäisrakenteisen metsänkasvatuksen mukaan ottaminen suosituksiin. (Äijälä ym. 2019, 9.)

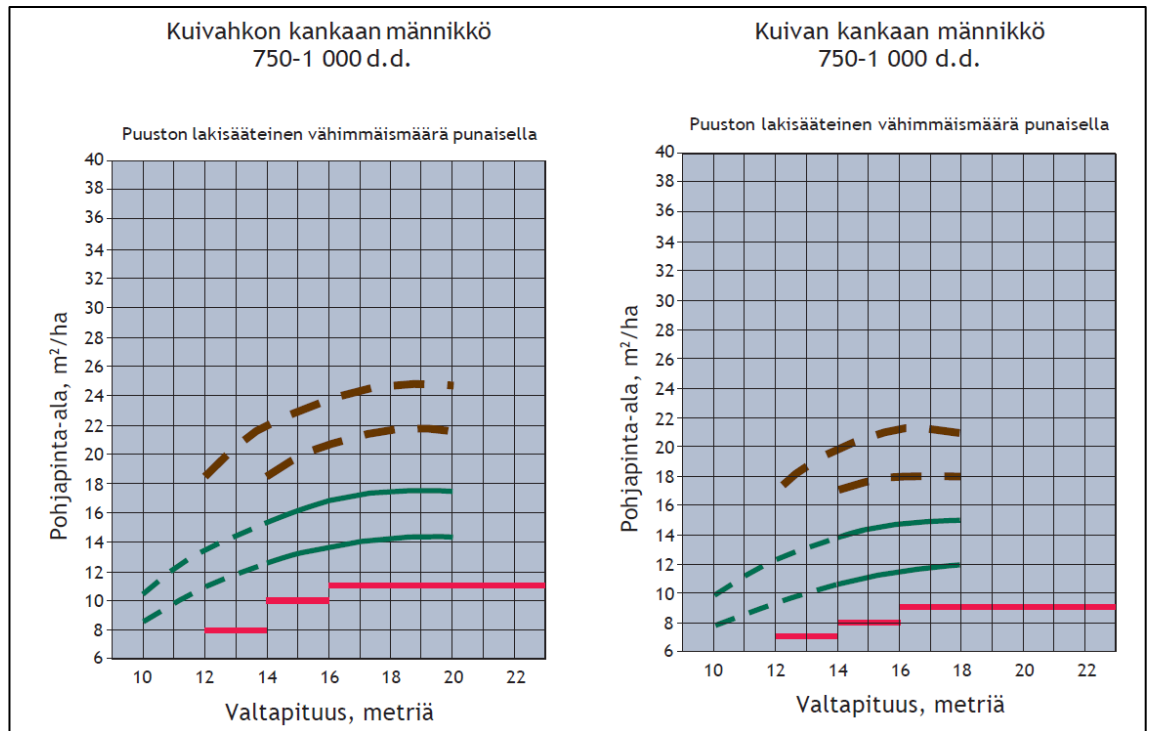
Metsänhoidon suosituksista löytyy muun muassa suositukset metsän uudistamiseksi alueittain, kasvupaikoittain ja pääpuulajeittain (Taulukko 2). Uudistamiskriteerinä on puuston keskiläpimitta rinnankorkeudelta, tuottovaatimuksen ollessa 2 – 3 prosenttia. Uudistamiskriteerinä voi myös olla puuston ikä. (Äijälä ym. 2019, 65 – 66.)

Taulukko 2. Suosituksen mukaiset uudistamisläpimittarajat (Äijälä ym. 2019, 65)

Lämpösumma	> 1 200 d.d. (Etelä-Suomi)	1 000–1 200 d.d. (Väli-Suomi)	750–1 000 d.d. (Pohjois-Suomi)
Metsikkökuvion pääpuulaji Kasvupaikka	Puuston keskiläpimitta*, cm		
<b>Mänty</b>			
Tuore tai viljavampi kangas ja mustikkaturvekangas	26–32	24–28	23–27
Kuivahko kangas ja puolukkaturvekangas	25–30	23–27	22–26
Kuiva kangas ja varputurvekangas	22–26	22–25	21–25
<b>Kuusi</b>			
Lehtomainen tai viljavampi kangas ja ruohoturvekangas	28–32	26–30	23–26
Tuore kangas ja mustikkaturvekangas	26–30	25–28	22–25
<b>Rauduskoivu</b>			
Lehtomainen tai viljavampi kangas	28–32	27–30	21–23
Tuore kangas	27–30	26–28	21–23

\* Pohjapinta-alalla painotettu

Tasaikäisen kasvatusmetsän harvennukseen suosituksista löytyy aluekohtaiset harvennusmallit kasvupaikkatyypeittäin havupuille ja koivulle (Kuvio 5). Harvennusmallia tulkitaan metsikön pohjapinta-alan ja valtapituuden perusteella. Harvennusmallissa on ruskealla katkoviivalla merkitty leimausraja, jonka ylittyessä harvennusta suositellaan. Harvennuksen jälkeinen pohjapinta-alatavoite asettuu vihreiden viivojen väliin, mieluummin yläpuoliskoon. Lakirajat on merkitty punaisella viivalla. (Äijälä ym. 2019, 229, 232).



Kuvio 5. Havupuiden harvennusmallit, kuivahkon ja kuivan kankaan männikkö, Pohjois-Suomi (Äijälä ym. 2019, 232)

Suosituksista löytyvät viitteelliset pohjapinta-alat ennen ja jälkeen jatkuvan kasvatuksen hakkuuta (Taulukko 3). Jäävän puuston pohjapinta-ala sisältää yhden neliömetrin varmuusvaran hehtaarille lakirajaan verrattuna. (Äijälä ym. 2019, 113 – 114.)

Taulukko 3. Puuston PPA ennen ja jälkeen jatkuvan kasvatuksen hakkuuta (Äijälä ym. 2019, 113)

		PPA ennen hakkuuta, m <sup>2</sup> /ha	PPA hakkuun jälke- en eteläisessä Suomessa, m <sup>2</sup> /ha	PPA hakkuun jälkeen keskisessä Suomessa, m <sup>2</sup> /ha	PPA hakkuun jälke- en pohjoisessa Suomessa, m <sup>2</sup> /ha
Kuusivaltaiset metsät, suositus	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**)
Mäntyvaltaiset metsät, suositus	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**)

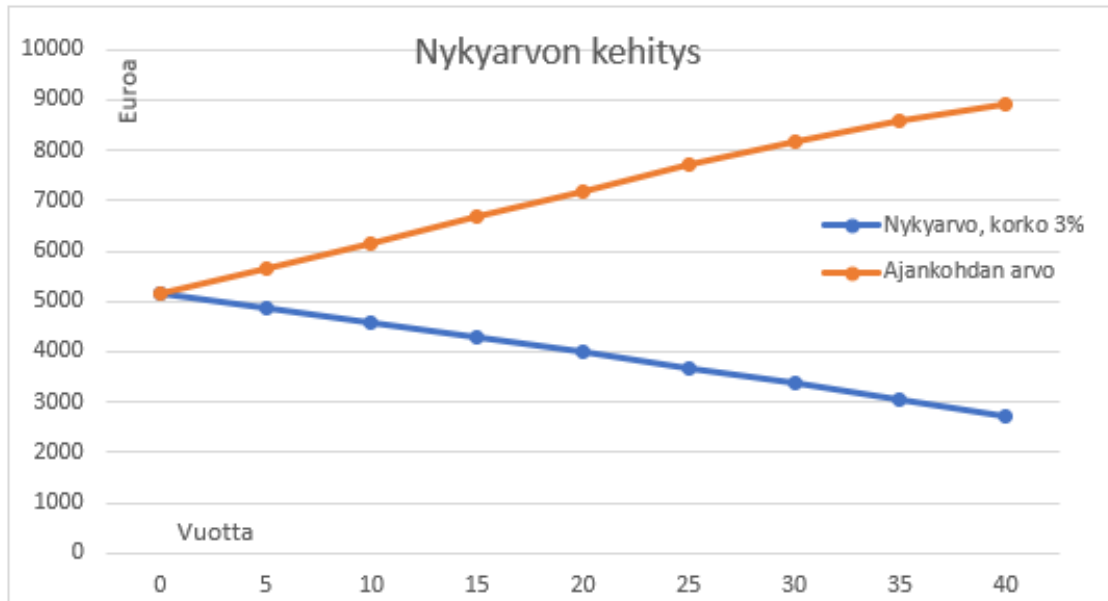
## 2.6 Metsänkasvatuksen kannattavuus

Metsätalouteen tehty sijoitus on pitkäaikaista. Metsä kasvaa vuosittain, mutta kasvu konkretisoituu metsänomistajalle kassavirraksi vasta myyntitapahtumien yhteydessä. Metsätaloudesta on myös kuluja. Vuosittain toistuvia kuluja voivat olla esimerkiksi metsävakuutusmaksut tai metsänhoitoyhdistysten jäsenmaksut. Suurempia kertaluonteisia kuluja syntyy esimerkiksi metsän uudistamiskustannuksista, taimikonhoidoista tai lannoituksista. Tulot ja menot jakaantuvat yleensä pitkälle ajalle, jolloin kannattavuuttakin on syytä tarkastella vuosikymmenien tai kiertoajan mittaisella aikajaksolla. (Sved & Koistinen 2019, 24.)

Metsänkasvatuksen kannattavuutta mitataan muun muassa nettotulojen nykyarvomenetelmällä. Tällöin kaikki metsikön kiertoajan tulot ja kustannukset lasketaan nykyhetkeen diskonttaamalla tai prolongaamalla. Diskonttauksessa tulot ja menot lasketaan tulevaisuudesta nykypäivän arvoon ja prolongauksessa menneisyydestä nykypäivän arvoon. Nykyarvoon vaikuttavat käytettävä korkokanta sekä aika. Metsätalouden kannattavuuslaskelmissa käytetään yleisesti 1 – 5 prosentin reaalikorkoa. (Huuskonen & Ahtikoski 2014, 38 – 41.)

Aiemmissä tutkimuksissa on vertailtu eri kasvatus- ja käsittelytapojen kannattavuutta keskenään. Laskettaessa arvoa nykyarvomenetelmällä, yläharvennukseen perustuvat menetelmät ovat kannattavampia alaharvennukseen perustuviin menetelmiin verrattuna. Jaksollisen kasvatuksen vaihtaminen jatkuvaan kasvatukseen parantaa niin ikään kannattavuutta. (Pukkala 2013, 21 – 23.)

Metsänomistajan voi yllättää tilanne, että tulevaisuuden odotettavissa oleva suurempi hakkuutulo jääkin nykyarvoon diskontattuna yllättävän pieneksi (Kuvio 6). Mitä kauempana tulevaisuudessa saatava tulo on, sen pienemmäksi painuu nykyarvo. Laskelmissa metsätalouden korkotuoton tulisi olla vastaavien vaihtoehtoisten pitkäaikaissijoitusten korkotasolla vertailukelpoisuuden säilyttämiseksi. Lisäksi jokaisen yksityismetsänomistajan omat sijoitukset ja lainat korkoineen vaikuttavat laskentakorkoon. (Huuskonen & Ahtikoski 2014, 38 – 41.)



Kuvio 6. Nykyarvoon diskontatun ja ajankohdan arvon ero esimerkkimetsikössä (korko 3 %)

Tärkeää on huomioida riski pääoman menettämisestä kokonaan tai osittain. Yleensä suurempi riski heijastuu korkeampana tuottovaatimuksena. Tämä vaikuttaa alimpaan tavoiteltavaan korkoon. (Sved & Koistinen 2019, 25.)

## 2.7 Metsänomistajan tavoitteet

Metsänomistajalla on viime kädessä päätösvalta oman metsänsä käytöstä ja hoidosta. Metsänomistajilla on myös erilaisia näkökulmia ja intressejä metsän käytön suhteen. Tätä on myös Suomessa tutkittu.

Suomalainen metsänomistaja 2020 -kyselytutkimuksessa metsänomistajat luokiteltiin viiteen ryhmään. Monitavoitteiset metsänomistajat arvostavat taloudellisen hyödyn lisäksi työmahdollisuuksia sekä virkistys- ja ulkoilu-arvoja. Virkistyskäyttäjillä taas aineettomat hyödyt maiseman, ulkoilun ja virkistyksen muodossa nousivat etusijalle. Metsässä työtä tekevät haluavat työskennellä metsässä, vaikka eivät siitä päätoimista elantoa saisikaan. Turvaa ja tuloja korostavat arvostavat metsästä saatavia tuloja sekä metsää sijoituskohteena. Epätietoisilla metsänomistajilla ei ollut tavoitteita metsän suhteen. (Karppinen ym. 2020, 18.)

## 2.8 Metsän suojelu

Metsänomistajalla on myös mahdollisuus olla tekemättä mitään metsälleen. Yksinkertaisimmillaan omistaja voi antaa metsän olla vain levossa ilman muita toimenpiteitä. Lepotilaa voi myös viedä pidemmälle erilaisin suojelutoimin.

METSO-ohjelmassa metsänomistajalle on tarjolla vaihtoehtoisia ratkaisuja metsänsuojeluun. Pysyvään suojeluun on kaksi vaihtoehtoa. Maanomistaja voi hakea metsänsä rauhoittamista ELY-keskukselta. Mikäli metsä soveltuu suojeltavaksi, ELY-keskus tekee hakemuksesta päätöksen yksityisen suojelualueen perustamisesta. ELY-keskus maksaa maanomistajalle korvauksen tarjouksen mukaan. Metsänomistaja voi myös myydä suojelukelpoisen metsän valtiolle, jolloin metsänomistajalle maksetaan normaalin käyvän arvon mukainen kauppahinta. Molemmissa tapauksissa maanomistajalle maksettavat korvaukset ovat verovapaita. (Ympäristöministeriö ym. 2020.)

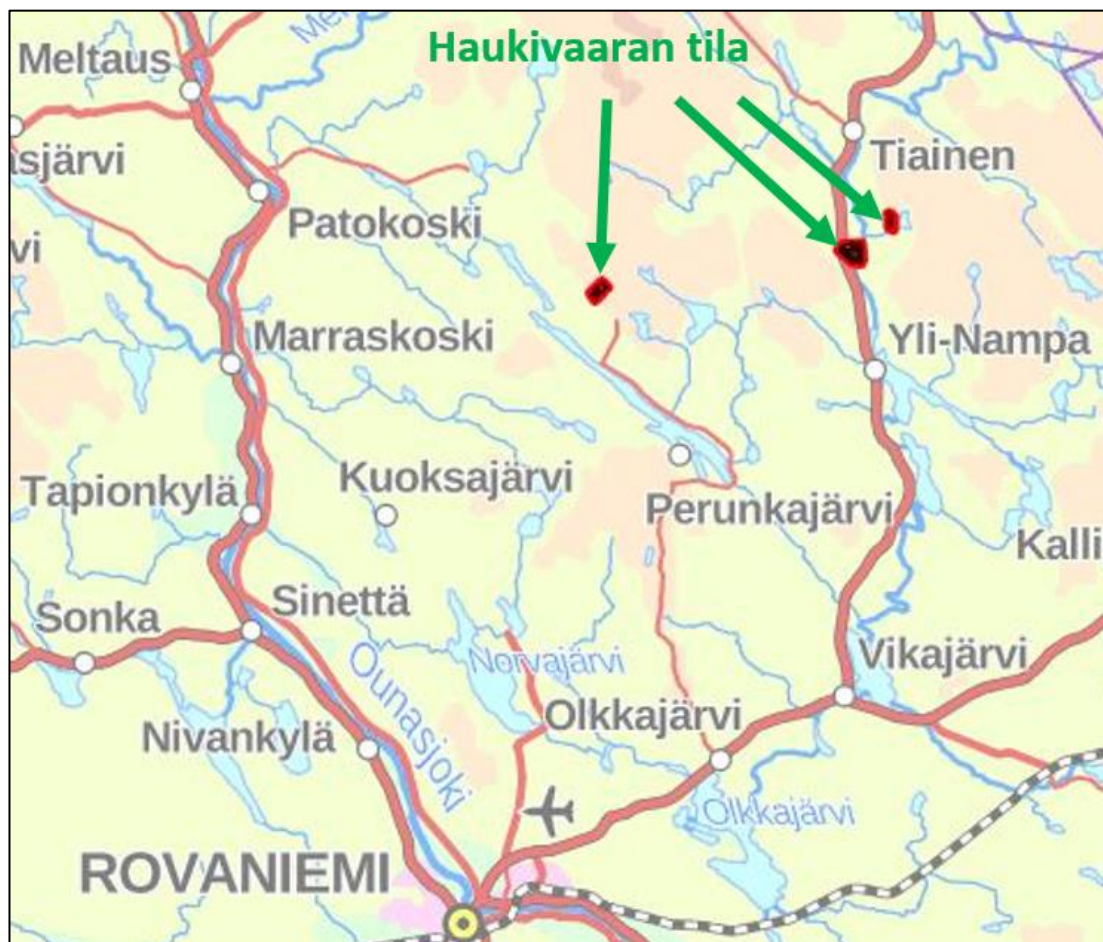
METSO-ohjelma tarjoaa metsänomistajalle kaksi vaihtoehtoa myös määräaikaiseen suojeluun. Metsänomistaja voi hakea Metsäkeskukselta kymmenen vuoden ympäristötukisopimusta. Sopimuskauden aikana metsässä ei toteuteta metsätalouden toimenpiteitä. Maksettava korvaus perustuu puuston laskennalliseen arvoon. Metsäkeskus selvittää alueen soveltuvuuden ympäristötukeen ja päättää mahdollisesta tuesta. Metsänomistaja voi myös hakea 20 vuoden määräaikaista rauhoittamista ELY-keskukselta. Ehdot ovat samat kuin pysyvässä rauhoituksessa määräaikaisuutta lukuun ottamatta. (Ympäristöministeriö ym. 2020.)

Metsänomistaja voi myös osallistua Metsäkeskuksen hallinnoimiin luonnonhoitohankkeisiin, niihin on mahdollista saada KEMERA-tukea. Luonnonhoitohankkeet sijoittuvat useamman eri tilan alueelle. Toimenpiteinä voivat olla esimerkiksi kasvutilan raivaus erityislajistolle tai säästöpuuryhmien kulutus. (Ympäristöministeriö ym. 2020.)

### 3 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

#### 3.1 Aineisto

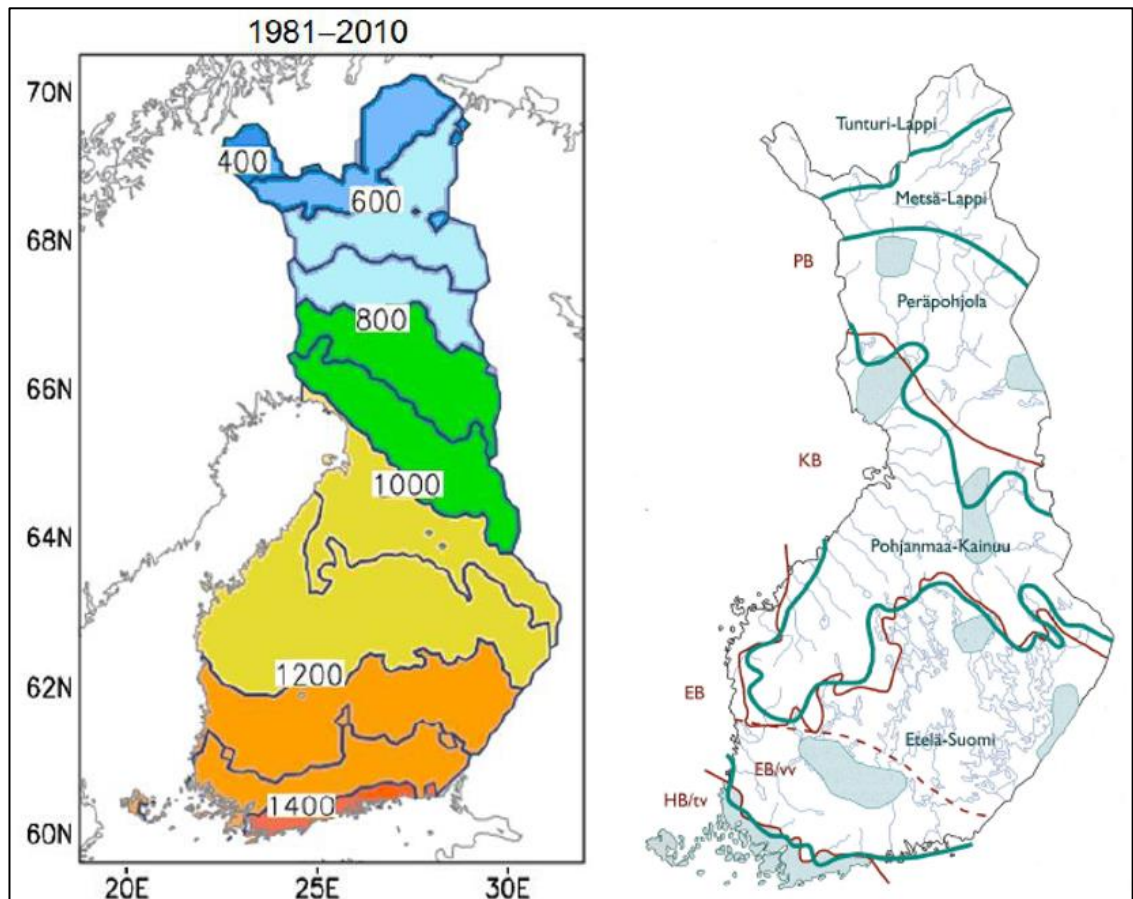
Aineisto kerättiin syyskuussa 2020 metsäsuunnitelman teon maastotöiden yhteydessä Haukivaaran tilalta. Maastomittaus on suoritettu relaskoopikoealoina, joissa on mitattu metsikkökuvion pohjapinta-ala, keskiläpimitta, keskipituus ja keski-ikä puulajeittain. Mittausvälineinä oli ketjurelaskooppi, jossa ketjun pituus on 65 senttimetriä ja relaskoopin aukko 13 on millimetriä. Koealan keskimääräisen puun läpimitta on mitattu rinnankorkeudelta Talmeter-mittanauhalla, pituus on mitattu Ludde -korkeusmittarilla ja ikä on kairattu rinnankorkeudelta ikäkairalla. Tilan kolme erillistä palstaa sijaitsevat Rovaniemen pohjoisosassa (Kuvio 7) (Suomen Metsäkeskus 2020).



Kuvio 7. Haukivaaran tilan palstojen sijaintikartta (Suomen Metsäkeskus 2020)



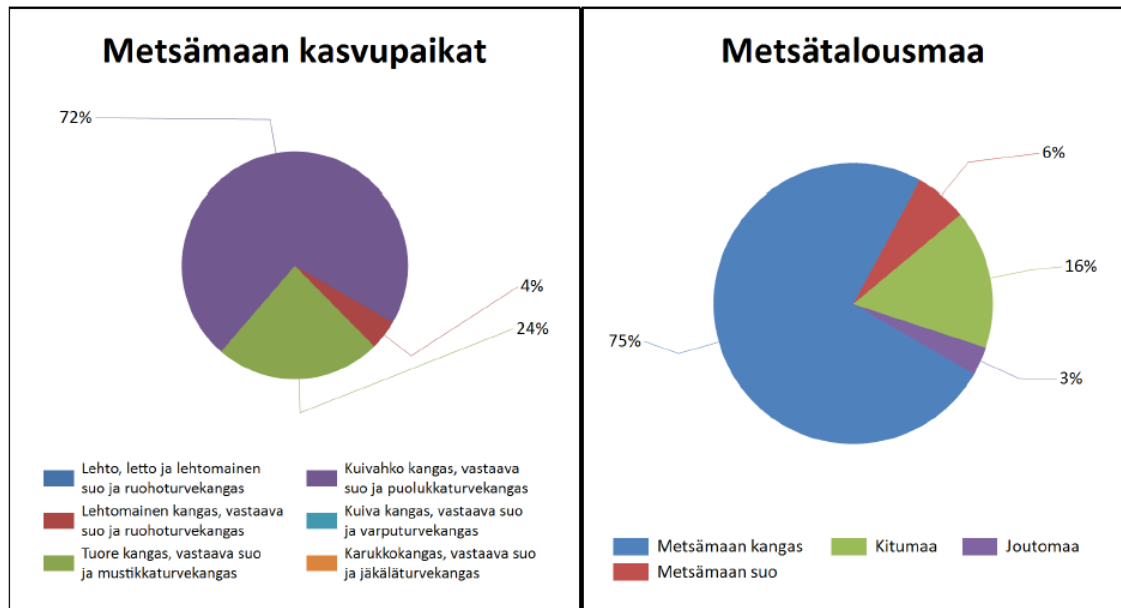
Tila sijaitsee Peräpohjolan metsäkasvillisuusvyöhykkeellä (Hotanen, Nousiainen, Mäkipää, Reinikainen ja Tonteri 2013, 27). Maantieteellisen sijainnin mukaan kohteen alueellinen keskimääräinen tehollinen lämpösumma vuosina 1981–2010 on ollut 800 (Äijälä ym. 2019, 22). Metsäkasvillisuusvyöhykkeet ja lämpösumma-alueet on esitetty seuraavassa kuviossa (Kuvio 8).



Kuvio 8. Vasemmalla keskimääräinen tehollinen lämpösumma vuosina 1981–2020 (Äijälä ym. 2019, 22) ja oikealla metsäkasvillisuusvyöhykkeet ja niiden rajat (Hotanen ym. 2013, 27)

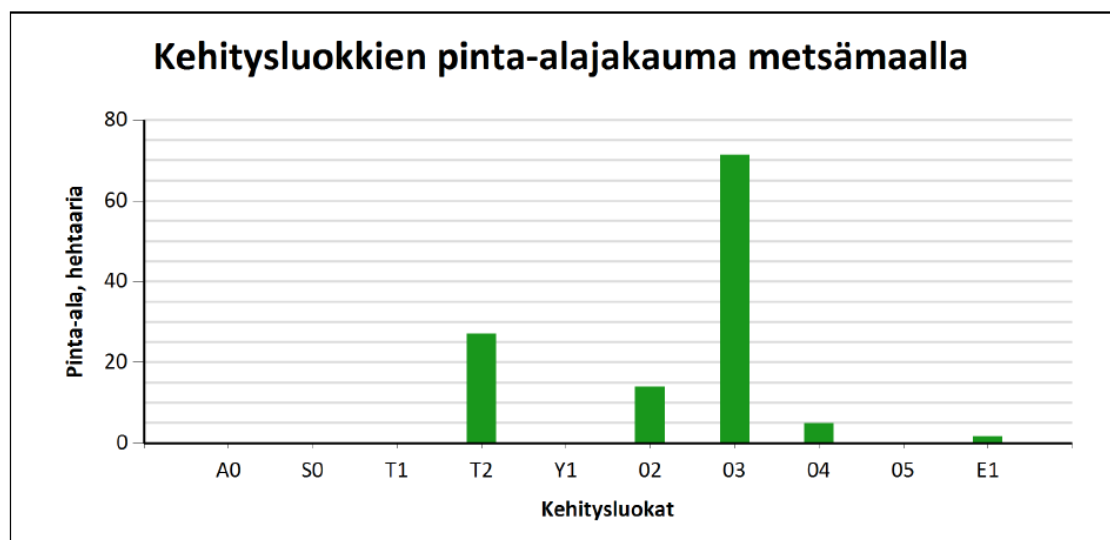
Tilan kokonaispinta-ala on metsäsuunnitelman mukaan 159,5 hehtaaria, josta metsätalouden maata on 147,6 hehtaaria. Loppu kokonaispinta-alasta on maatalousmaata, tonttia, sähkölinjaa sekä vesistöä. Metsätalouden maasta 119,0 hehtaaria on metsämaata, 23,8 hehtaaria on kitumaata ja 4,8 hehtaaria on joutomaata. Metsätalouden maasta 75 prosenttia on metsämaan kangasta. Metsämaan kasvupaikoista 72 prosenttia on kuivahkoa kangasta, vastaavaa suota tai puolukkaturvekangasta (Kuvio 9). (Karjalainen 2020, 1–4.)





Kuvio 9. Kasvupaikat kangasmailla ja soilla sekä metsätalouden jakauma (Karjalainen 2020, 4)

Haukivaaran tilalla varttuneita kasvatusmetsiä (kehitysluokka 03) on 60 prosenttia metsämaan pinta-alasta eli 71,3 hehtaaria (Kuvio 10). Varttuneiden kasvatusmetsien puustosta 85 prosenttia on mäntyä, 11 prosenttia kuusta ja loput koivua tai muuta lehtipuuta. Koko metsämaan puustosta mäntyä on 81 prosenttia. (Karjalainen 2020, 5, 7a.)



Kuvio 10. Kehitysluokkien pinta-alajakauma (Karjalainen 2020, 5)

Vertailuun valittiin Haukivaaran tilalta viisi varttuneen kasvatusmetsän metsikkökuvioita. Tilan vallitseva kasvupaikkatyyppi on kuivahko kangas ja yleisin puulaji mänty. Siksipä valinta kohdistui ensisijaisesti kuivahkon kankaan mäntyvaltaisiin metsikkökuvioihin. Kuvioden valinnassa huomioitiin muun muassa niiden taloudellinen ja maisemallinen merkitys sekä myös puuston vaihtelevuus mahdollisuuksien mukaan. Vaihtelevuuden aikaansaamiseksi kuvioden joukossa on myös kuusivaltaisia metsikkökuvioita. Tutkimukseen valitut kuivahkon kankaan metsikkökuviot ovat variksenmarja-mustikkatyyppiä, lyhenne EMT (Hotanen ym. 2013, 28). Simulaatiosovelluksessa tätä tyyppiä vastaa puolukkatyyppi (VT). Simulointiin valittiin viisi metsikkökuvioita (Taulukko 4).

Taulukko 4. Simuloitavat metsikkökuviot (Karjalainen 2020, 20)

	Pinta-ala ha	Kehitys- luokka	Puulaji	Ikä v	Tilavuus m <sup>3</sup> /ha	Läpimitta cm	pituus m	Runkoluku kpl/ha	pohjapinta-ala m <sup>2</sup> /ha	kasvu m <sup>3</sup> /ha/v
<b>28</b>	10,3	03	Mänty	75	164	19,7	15,1	812	22,2	2,0
<b>34</b>	0,9	03	Mänty	90	56	19,0	14,0	314	8,0	0,7
			Kuusi	105	86	19,0	13,0	547	14,0	1,0
			Hieskoivu	56	11	15,0	12,0	123	2,0	0,1
<b>47</b>	3,6	03	Mänty	76	27	16,9	11,7	224	4,5	0,5
			Kuusi	82	75	17,4	12,4	600	12,5	1,2
			Hieskoivu	58	17	14,7	10,4	222	3,5	0,4
<b>49</b>	1,2	03	Mänty	62	85	18,0	13,0	572	13,0	1,7
			Kuusi	76	16	16,0	11,0	173	3,0	0,3
<b>103</b>	16,2	03	Mänty	90	113	19,2	13,7	638	16,6	2,0
			Kuusi	105	2	17,5	11,0	22	0,4	0,0
			Hieskoivu	70	2	19,0	13,0	14	0,3	0,0

### 3.2 Menetelmät

Vertailu toteutettiin simuloimalla varttuneen kasvatusmetsän käsittelyitä simulaatiosovelluksella nykyhetkestä 40 vuotta eteenpäin. Vertailtavia käsittelyvaihtoehtoja olivat muun muassa kasvatus- ja uudistushakkuun eri versiot sekä myös lepo. Käsittelyn eri ajankohtia simuloitiin myös.

Varsinaista maisemasimulaatiota ei tehty, mutta ohjelmistoista saatavaa simulaatiokuvaa hyödynnettiin tutkimuksen havainnollistamisessa. Vaikutus maisemaan raportoitiin sanallisesti.

### 3.2.1 Sovelluksen esittely

Metsikkökuvioittain tehtävässä simuloinnissa käytettiin Timo Pukkalan kehittämää Hakkuri-sovellusta, versio 5.0 (Pukkala 2020). Sovelluksessa käytettävät kasvumallit ovat Pukkalan, Erkki Lähteen ja Olavi Laihon laatimia. Mallien laatimisaineistona ovat eri metsätalouden menetelmille tehdyt metsänhoitokokeet muutaman vuosikymmenen ajalta. Kahdeksannen valtakunnan metsien inventoinnin pysyviä koealoja koko Suomesta sekä Pohjois-Karjalasta kerättyä seka-metsien kasvun mallinnusaineistoa on käytetty myös. Laaditut mallit seuraavat puun läpimitan kasvua, todennäköisyyttä puun elossa säilymisestä sekä todennäköisyyttä uusien puiden synnystä (kynnyskasvu). Malleissa ei sen sijaan huomioida metsikön ikää, koska ikää ei käytetä tunnuksena eri-ikäisrakenteisessa metsikössä. Malleissa ei myöskään huomioida tasaikäisiin alaharvennettuihin metsiköihin suunnattua pituusboniteettia. (Pukkala 2013, 12 – 13.)

Kasvumallin laatimisaineistossa (Taulukko 5) HoVe on Honkamäen ja Vessarin metsänhoidon koeaineistoa, Spati on Pohjois-Karjalasta kerättyä alueellista kasvumalliaineistoa, NFI on kahdeksannen valtakunnan metsien inventoinnin pysyvien koealojen mittausaineistoa sekä Silvi on muiden tutkijoiden koeainestoa Etelä- ja Keski-Suomesta. (Pukkala, Lähde & Laiho 2013, 373 – 374.)

Taulukko 5. Kasvumallien laatimisaineisto (Pukkala ym. 2013, 374)

	HoVe	Spati	NFI	Silvi
Location	Central Finland	Eastern Finland	Whole Finland	South and Central Finland
Models <sup>a</sup>	id, s, in	id	id, s, in	in
Stand structures	Even- and uneven-aged, spruce dominated	Even-aged to irregular pine, spruce, and conifer mixtures	All structures and species compositions present in current forests	Even- and uneven-aged, mainly conifer stands
Plot size	300 m <sup>2</sup>	500–2,400 m <sup>2</sup>	100 m <sup>2</sup> for small trees, 300 m <sup>2</sup> for large trees	1,600 m <sup>2</sup>
Number of plots	92	166	1,558	98
Number of diameter increment observations	13,021	11,567	34,149	0
Number of repeated growth intervals	1–3	1	1 or 2	1–4
Length of the growth interval	Mostly 6 years, sometimes 3 years	5 years	5 years	5–17 years
Measurement accuracy	High	High	Moderate	Moderate
Advantages	Continuum of stand structures; untreated very dense stands included	Continuum of species mixtures; different spatial distributions	Good geographical coverage; all stand types	Large plot size; continuum of stand structures

*Note.* <sup>a</sup>id = diameter increment model; s = survival model; in = ingrowth model.

Kasvumallien kehittäjät ovat pohtineet, että toteutuuko puuston kasvu kasvumallien olettamalla tavalla. Ensinnäkin eri-ikäisten metsiköiden taimet ovat yleensä ryhmiin sijoittuneita eikä tasavälein, mikä lisää taimien välistä kilpailua. Toiseksi alikasvosten ennustettu toipuminen harvennuksesta voi olla liian optimistinen. Näistä seikoista johtuen on mahdollista, että kasvumalli antaa eri-ikäisten metsiköiden kasvusta liian positiivisen tuloksen. Tosin puutteita löytyy kaikista kasvumalleista. (Pukkala 2013, 24 – 25.)

Pohjatiedoiksi sovelluksen käyttöliittymään (Kuvio 15) syötetään metsikkökuvioitain puulaji sekä pohjapinta-ala, keskiläpimitta, pituus ja laatukoodit 1 – 4 puulajeittain. Laatukoodi yksi (1) tarkoittaa, että puu on virheetöntä eikä tukkivähennystä tehdä. Laatukoodi kaksi (2) tarkoittaa tavanomaista laatua, tukkivähennys lasketaan Mehtätalon malleilla (Mehtätalo 2002, 582 – 584). Laatukoodi kolme (3) tarkoittaa huonoa laatua, tukkiosuutta on vain puolet laskennallisesta tukkiosuudesta. Laatukoodi neljä (4) tarkoittaa kelvotonta laatua, tukkia ei puustosta kerry lainkaan. Lisäksi lisätään tieto kasvupaikkatyypistä sekä sijaintiin perustuvasta lämpösummasta. Kun kaikki tarvittavat tiedot on syötetty, viedään metsikkökuvio tiedostoon toiminnolla ”Vie kuvio tiedostoon”. Näin toimitaan jokaisen simuloitavan metsikkökuvion kohdalla.

Hakkuri

Kuvio 1

Puulaji	PPA	RuLu	Läpimitta			Pituus	Laatu
			Min	Keski	Max		
1	10.0		15.0	22.0	28.0	20.0	2
2	10.0		5.0	15.0	22.0	13.0	2
4	3.0		12.0	19.0	24.0	19.0	3

Laske alkupuusto

Kasvata 5 vuotta

Harvennushakkuu

JK-hakkuu

Lue kuvio

Vie kuvio tiedostoon

Lehtomainen (OMT)  
 Mustikkainen (MT)  
 Puolukkainen (VT)  
 Kanervainen (CT)

1 = Mänty  
 2 = Kuusi  
 3 = Raudus  
 4 = Hies  
 5 = Haapa  
 6 = Leppä

Lämpösumma

Metsikön kasvuisuus

Huono  Hyvä

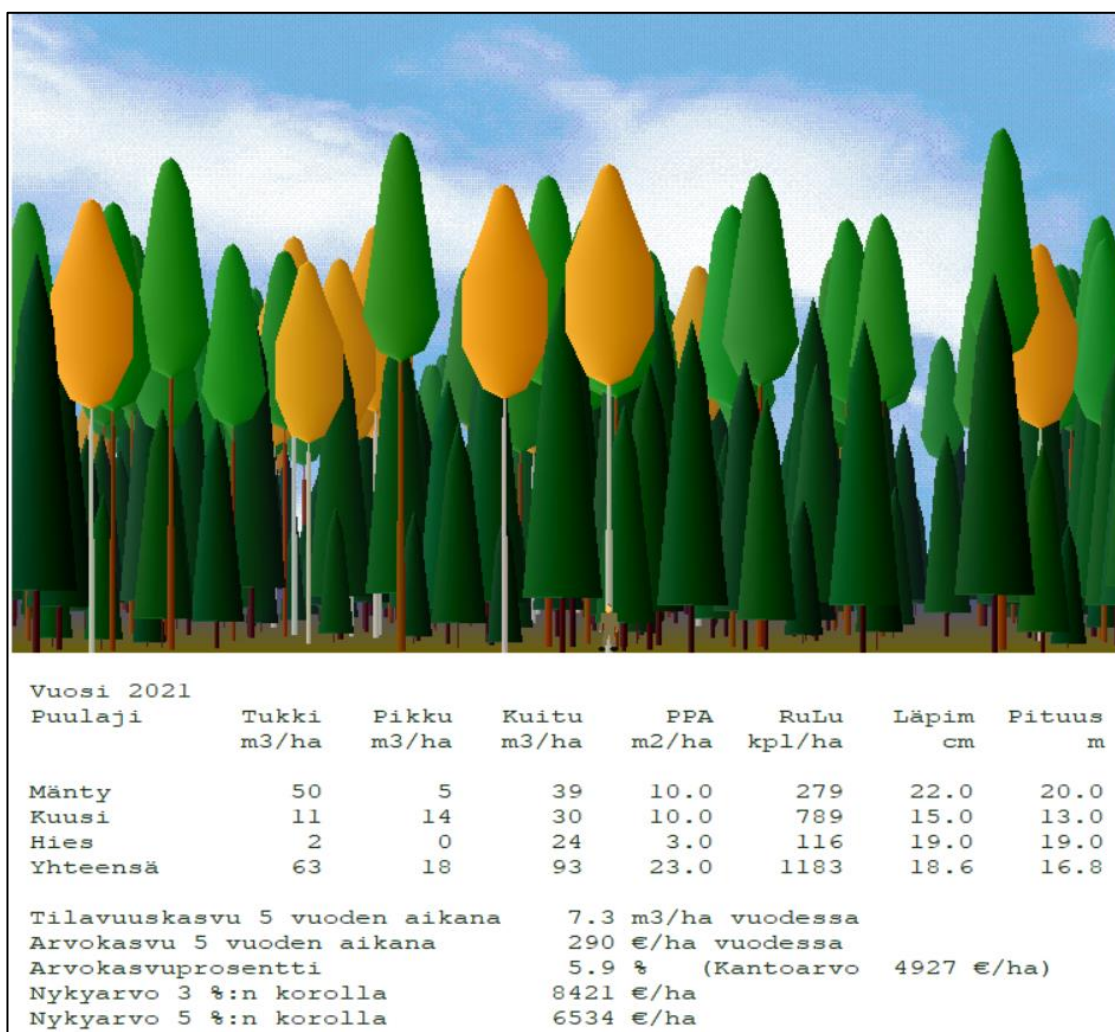
Lannoita  Kunnosta ojat

1 % vihje  3 % vihje  5 % vihje

Lopeta

Kuvio 15. Hakkuri-sovelluksen käyttöliittymä (Pukkala 2020)

Simulointi käynnistetään laskemalla alkupuusto. Laskenta antaa tuloksena puuston määrän puutavaralajeittain sekä pohjapinta-alan, runkoluvun, läpimitan ja pituuden puulajeittain. Lisäksi sovellus laskee tilavuuskasvun, arvokasvun, arvokasvuprosentin sekä nykyarvon kahdella eri korkokannalla. Sovelluksen nykyarvolaskenta on erilliseen malliin perustuva ennuste tulevaisuuden tuottoarvosta kyseessä olevana laskentavuotena ja kyseisellä korkokannalla. Sovellus havainnollistaa puustoa myös kuvan kera (Kuvio 12).



Kuvio 12. Hakkuri-sovelluksen näyttö alkupuuston laskemisen jälkeen (Pukkala 2020)

Seuraavaksi metsikkökuviolle simuloidaan erilaisia käsittelyohjelmia eli jatkotoimenpiteitä viiden vuoden porrastuksella. Hakkuita voi simuloida eri voimakkuuksilla ja hakkuutavoilla. Harvennuksen voimakkuutta ja tapaa voidaan säätää so-

velluksessa olevilla säätimillä. Harvennus voidaan simuloida ala-, tasa- tai yläharvennuksena halutulla jäävän puuston pohjapinta-alalla. Jatkuvan kasvatuksen hakkuiden simuloinnissa poistettavan puuston määrää voi portaattomasti säätää liukusäätimillä viidellä eri läpimitta-alueella. Voimakkuussäätimet on esitetty seuraavassa kuviossa (Kuvio 13).

Kuvio 13. Vasemmalla harvennustapasäädin ja oikealla jatkuvan kasvatuksen hakkuun säädin (Pukkala 2020)

Jokaisen simuloinnin jälkeen sovelluksesta saa vastaavan laskelman ja simulaatiokuvan (Kuvio 12). Hakkuista saa lisäksi hakkuukertymälaskelman, jossa puutavaralajikohtaisen kertymän lisäksi on laskettu tulo tienvarsihinnoin, korjuukustannus, nettotulo sekä rungon keskitilavuus (Kuvio 14).

Hakkuukertymä							
- Tukki	12 m <sup>3</sup> /ha	(Mä	9	Ku	2	Le	0)
- Pikkutukki	4 m <sup>3</sup> /ha	(Mä	1	Ku	3	Le	0)
- Kuitu	21 m <sup>3</sup> /ha	(Mä	10	Ku	7	Le	5)
- Ranka	0 m <sup>3</sup> /ha	(Mä	0	Ku	0	Le	0)
- Yhteensä	37 m <sup>3</sup> /ha	(Mä	20	Ku	12	Le	5)
Tulo tienvarsihinnoin		1419 €/ha	38.6 €/m <sup>3</sup>				
Korjuukustannus		547 €/ha	14.9 €/m <sup>3</sup>				
Nettotulo		871 €/ha	23.7 €/m <sup>3</sup>				
Rungon keskitilavuus		0.176 m <sup>3</sup>					

Kuvio 14. Hakkuukertymälaskelma (Pukkala 2020)

Hakkuukertymälaskelmissa käytetyt tienvarsihinnat on esitetty seuraavassa taulukossa (Taulukko 6). Käsittelyohjelmasta simuloinnilla saatavat laskentatulokset viedään taulukkolaskentaohjelmaan, jossa lasketaan hehtaarikohtainen nettotulojen nykyarvo. Korkokantana käytetään 3 prosenttia.

Taulukko 6. Tienvarsihinnat.

Tienvarsihinta €/m <sup>3</sup>	Puutavaralaji		
Puulaji/Puutavaralaji	Tukki	Pikkutukki	Kuitupuu
Mänty	55	35	30
Kuusi	55	35	31
Koivu	45	35	30

### 3.2.2 Simulointivaihtoehdot

Valituille metsikkökuvioille simuloitiin 33 erilaista vaihtoehtoista toimenpideketjua 40 vuoden ajalle (Taulukko 7). Ensimmäisenä simuloitiin lepo (VE1). Seuraavat yhdeksän vaihtoehtoa (VE2 – VE10) ovat alaharvennuksen ja avohakkuun yhdistelmiä eri ajankohtina toteutettuna. Tämän jälkeen seuraa kuusi yläharvennuksen ja avohakkuun yhdistelmävaihtoehtoa (VE11 – VE16). Alaharvennuksen, siemenpuu- ja ylispuuhakkuun yhdistelmiä on neljä (VE17 – VE20). Vastaavia yhdistelmiä, joissa alaharvennuksen tilalla on yläharvennus, vaihtoehdoissa on kolme (VE21 – VE23). Simuloitiin myös 20 vuoden välein toistuva yläharvennus (VE24). Poimintahakkuita simuloitiin viisi yhdistelmää (VE25 – VE29), kolmella eri poimintaversiolla. Lopuksi pienaukkohakkuita (VE30 – VE31) ja suoria avohakkuita (VE32 – VE33), molempia kaksi eri versiota.

Jaksollisen kasvatuksen hakkuissa alaharvennukseen perustuvissa vaihtoehdoissa alaharvennus simuloitiin toteutettavaksi heti, kymmenen vuoden tai 20 vuoden kuluttua. Päätehakkuun ajankohdaksi simuloitiin vaihtoehtoja kymmenen, 20:n, 30:n tai 40 vuoden kuluttua alaharvennuksesta. Yläharvennukseen perustuvissa vaihtoehdoissa yläharvennuksen toteutus ajoitettiin heti, kymmenen vuoden tai 20 vuoden kuluttua. Päätehakkuun ajankohtia vastaavasti 15:n, 20:n, 25:n, 30:n tai 35 vuoden kuluttua yläharvennuksesta. Lisäksi simuloitiin suora avohakkuu heti tai kymmenen vuoden kuluttua.



Peitteisen metsätalouden vaihtoehdoissa 20 vuoden välein toistuva yläharvennus simuloitiin aloitettavaksi heti. Poimintahakkuuvaihtoehdoissa ensimmäisen hakkuun suunniteltu toteutusajankohta oli heti ja toinen 20:n tai 30 vuoden kuluttua. Pienaukkohakkuun aloitus simuloitiin toteutettavaksi heti tai kymmenen vuoden kuluttua, sitä seuraava välialueiden yläharvennus 20 vuoden kuluttua pienaukkohakkuusta.

Taulukko 7. Metsiköille simuloidut vaihtoehtoiset toimenpideketjut

VE	Aika vuosia								
	0	5	10	15	20	25	30	35	40
1	Lepo/kasvatus								
2	AH		AVH						
3	AH				AVH				
4	AH						AVH		
5	AH								AVH
6			AH		AVH				
7			AH				AVH		
8			AH						AVH
9					AH		AVH		
10					AH				AVH
11	YH			AVH					
12	YH					AVH			
13	YH							AVH	
14			YH			AVH			
15			YH					AVH	
16					YH			AVH	
17	AH		SMPH	YPH					
18	AH				SMPH	YPH			
19			AH		SMPH	YPH			
20			AH				SMPH	YPH	
21	YH				SMPH		YPH		
22	YH						SMPH	YPH	
23			YH				SMPH	YPH	
24	YH				YH				YH
25	POHa				POHa				
26	POHa						POHa		
27	POHb				POHb				POHb
28	POHb						POHb		
29	POHc				POHx				
30	PAH				YH*				
31			PAH				YH*		
32	AVH								
33			AVH						

AH = alaharvennus  
 AVH = avohakkuu  
 YH = yläharvennus  
 SMPH = siemenpuuhakkuu  
 PAH = Pienaukkohakkuu

YPH = ylispuuhakkuu, ylispuiden poisto  
 POHa = Poimintahakkuu (versio a)  
 POHb = Poimintahakkuu (versio b)  
 POHc = Poimintahakkuu (versio c)  
 POHx = Poimintahakkuu (muu versio)

\* vain välialueet



Jaksollisen kasvatuksen harvennushakkuissa jäävän puuston pohjapinta-ala sijoitettiin metsänhoidon suositusten mukaisen harvennusmallin jäävän puuston vyöhykkeen yläosaan. Käytettävä malli on Pohjois-Suomen havupuiden harvennusmalli, kuivahkon kankaan männikkö (Kuvio 5). (Äijälä ym. 2019, 232.)

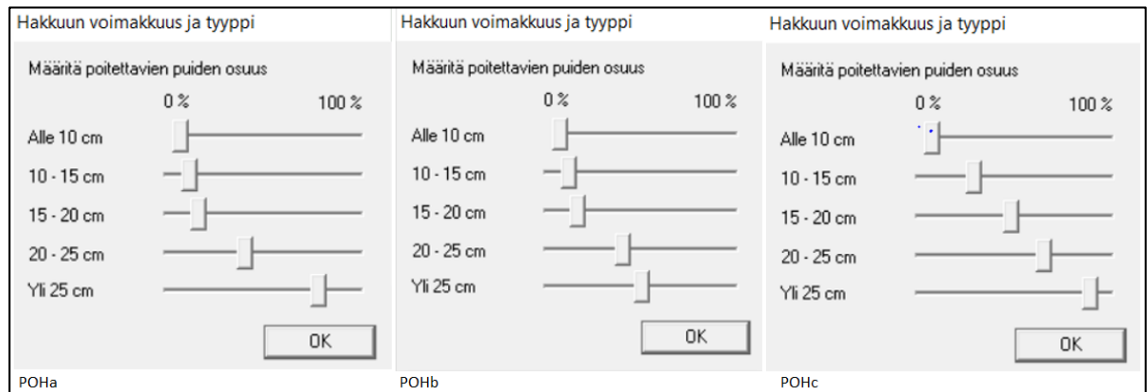
Siemenpuuhakkuun simuloinnissa käytettiin Hakkurin alaharvennus-asetusta ja pohjapinta-alaa kaksi. Tämä asetusta jätti männyn runkoluvuksi noin 70. Sovellus jätti siemenpuuhakkuussa joskus myös kuusta. Tämä jätettiin huomiotta, koska metsähoidon suositusten mukaan kuusi ei ole uudistushakkuussa suositeltava puulaji kuivahkolla kankaalla pohjoisessa Suomessa (Äijälä ym. 2019, 74.). Lisäksi jokaisen metsikkökuvion puusto sisälsi riittävän määrän männyn siemenpuuainesta ennen siemenpuuhakkuuta. Avohakkuusimulaatiossa käytettiin pohjapinta-alaa nolla.

Päätehakkuiden jälkeen maanmuokkaustavaksi oletettiin maalajiltaan keskikarkeille metsikkökuvioille äestys ja hienojakoisille metsikkökuvioille mätästys. Viljelymenetelmiksi oletettiin äestysalueille konekylvö ja mätästetyille alueille männyn paakkutaimien istutus käsin. Syntyvän taimikon kehitys arvioitiin uudistamishetkestä simulointijakson loppuun eli 40 vuoden päähän. Päätehakkuun jälkeisen maapohjan ja taimikkojen arvon määrityksissä käytettiin Tapion Palvelut Oy:n summa-arvotaulukkoa, alueena 11 Etelä-Lappi (Tapio Palvelut Oy 2020). Taimikon keskipituuden vertailutietona käytettiin soveltuvin osin Haukivaaran tilan metsäsuunnitelmassa olevia vastaavalla kasvupaikalla kasvavia taimikoita ja nuoria kasvatusmetsiä (Karjalainen 2020, 20). Taimikon harvennus oletettiin tehtäväksi taimikon ollessa kaksikymmentävuotias. Laskennassa uudistamisen ja taimikonhoidon kustannuksina käytettiin Metsänhoidon suosituksissa olevia Luonnonvarakeskuksen vuosien 2010, 2011 ja 2012 metsätilastotiedotteisiin perustuvia keskihintoja (Taulukko 8) (Äijälä ym. 2019, 232).

Taulukko 8. Metsänhoitotöiden keskihinnat (€/ha) (Äijälä ym. 2019, 232)

Uudistusalan raivaus	Äestys	Mätästys	Konekylvö	Paakkutaimien käsinistutus	Taimikon varhais-perkaus	Taimikon harvennus
168	191	347	197	741	304	460

Poimintahakkuiden versiot muodostettiin Hakkuri-sovelluksen jatkuvan kasvatuksen (JK-hakkuu) painikkeen alta paljastuvien liukusäätimien avulla (Kuvio 15). Eri versioista käytetään lyhennettä POHa, POHb ja POHc. Versioissa a ja b molemmat hakkuukerrat simuloitiin samalla voimakkuudella, versiossa POHc jälkimmäisen hakkuukerran voimakkuus säädettiin jokaiselle metsikkökuviolle erikseen. Taulukoissa tästä versiosta käytetään merkintää POHx (muu versio).



Kuvio 15. Jatkuvan kasvatuksen säätimen säädöt eri poimintahakkuuversioissa

Pienaukkohakkuu simuloitiin kahtena eri hakkuuna, avohakkuuna ja yläharvennuksena. Pienaukkoa tehtiin 30 prosenttia pinta-alasta, välialueet harvennettiin yläharvennuksella pohjapinta-alaan 17 m<sup>2</sup> hehtaarilla. Näin päädyttiin koko hakkuualalla pohja-pinta-alaan 12 m<sup>2</sup> hehtaarilla. Jos metsikkökuvion pohjapinta-ala ei riittänyt välialueiden harvennukseen, jätettiin välialueet harventamatta. Tarvittaessa lisäksi pienaukkojen kokoa pienennettiin 25 prosenttiin pinta-alasta. Pienaukkohakkuiden (VE30, VE31) toinen hakkuukerta toteutettiin välialueiden yläharvennuksena. Tulokset yhdistettiin laskentataulukossa yhden metsikkökuvion tulokseksi. Pienaukkoihin syntyvän taimikon arvo ja hoitokustannukset arvioitiin samalla tavalla kuin jaksollisen kasvatuksen käsittelyissä.

### 3.2.3 Kannattavuusvertailun menetelmät

Kannattavuuslaskennat toteutettiin nykyarvon laskentamenetelmällä Excel-taulukkolaskentaohjelmiston avulla. Hakkuri-sovelluksesta saatavat hakkuiden nettotulot sekä viimeisen hakkuun jälkeinen nykyarvo kolmen prosentin korolla sijoitettiin Excel-taulukkoon. Taulukkoon lisättiin hakkuun ajankohta vuosina nykyhet-

kestä sekä laskennassa käytettävä korkoprosentti. Näiden tunnusten avulla diskontattiin sekä hakkuutulot että metsän arvo nykypäivään. Nykyarvolaskennassa käytetty Excel-taulukko on esitetty seuraavassa kuviossa (Kuvio 16).

Käsittelyohjelma VE2			
Alaharvennus 0 ja avohakkuu 10			
		Nettotulo	
	vuosi	€/ha	nykyarvo/ha
Alaharvennus	0	742	742 €
Avohakkuu	10	4777	3 555 €
Metsän arvo 3%	10	255	190 €
			4 486 €
<b>korko</b>	<b>0,03</b>		
Alle olevat luvut saat simuloinnin jälkeen Hakkurista			
		2021	2031
<b>Kertymä m3/ha</b>		AH 16	AVH
Tukki		2	80
Pikkutukki		19	0
Kuitu		22	64
Ranka		0	0
Yht		43	144
<b>Nettotulo</b>		742	4777 €
Rungon keskitil		0,140	0,309 m3
Korjuukust		15,80	10,70 €/m3
5v kasvu		2,4	0 m3/ha/v
Arvokasvu%		2,6	0
Nykyarvo3%		3781	255 €
Nykyarvo 5%			€

Kuvio 16. Esimerkki nykyarvolaskennasta, metsikkökuvio 28 VE2

Jaksollisen kasvatuksen päätehakkuiden jälkeen taulukossa olevan metsän arvon (nykyarvo kolmen prosentin korolla) sijaan maapohjan ja taimikon nykyarvo laskettiin alaluvussa 3.2.2 esitetyllä tavalla. Jatkuvan kasvatuksen käsittelyketjuissa sovelluksen laskemaa metsän arvoa kolmen prosentin korolla käytettiin sellaisenaan.

## 4 TULOKSET

### 4.1 Kannattavuus

Metsikkökuvioille toteutettiin sarja erilaisten käsittelyketjujen simulointeja, laatu-  
luokaksi määritettiin kaksi (2). Vaihtoehtoja oli yhteensä 33 kappaletta. Vertai-  
lussa analysoitiin tarkemmin jokaisen metsikkökuvion kymmenen kannattavinta  
vaihtoehtoa. Kaikkien vaihtoehtojen metsikkökuviokohtaiset yhteenvedot ovat liit-  
teenä.

Lisäksi jokaisesta käsittelyketjuryhmästä valittiin kannattavin vaihtoehto ja näitä  
kannattavimpia vaihtoehtoja verrattiin keskenään. Samoin verrattiin hakkuuajan-  
kohdan sekä harvennushakkuun ja uudistushakkuun välisen ajan vaikutusta kan-  
nattavuuteen. Näistä molemmista koostettiin metsikkökuviokohtaisesti esimerk-  
kikaavio tarkasteltavaksi. Kaavioissa esitetyt luvut ovat hehtaarikohtaisia hintoja  
(€/ha).

#### 4.1.1 Metsikkökuvio 28

Metsikkökuvio 28 sijaitsee tilakeskuksen välittömässä läheisyydessä rajoittuen  
tonttiin, peltoaukeaan ja valtatiehen. Muistinvaraisen tiedon mukaan metsikkö on  
lannoitettu ainakin kerran, jollei jopa kaksi kertaa historian aikana. Edellinen har-  
vennushakkuu on toteutettu noin neljäkymmentä vuotta sitten. Seuraava käsittely  
on ajankohtainen lähivuosina. Tämän 10,3 hehtaarin kokoisen metsikkökuvion  
puusto on yksinomaan mäntyä, toki muutama maisemakoivu löytyy. Puuston kes-  
kiläpimitta on 19,7 cm, keskipituus 15,1 m, pohjapinta-ala 22,2 m<sup>2</sup>/ha ja puuston  
kokonaismäärä on 164 m<sup>3</sup>/ha. Maalaji on keskikarkeaa kivennäismaata.

Kasvatushakkuun jälkeisillä pohjapinta-aloilla täydennetyt simulointivaihtoehdot  
tälle kuviolle ovat liitteenä (Liite 1). Päätehakkuun jälkeisenä muokkausmenetel-  
mänä on äestys ja viljelymenetelmänä on avohakkuun jälkeen konekylvö. Ver-  
tailu nykyarvon simuloinnissa ja jatkolaskennassa saavutetuista tuloksista on  
kaikkien vaihtoehtojen osalta liitteenä (Liite 2). Laskelma, jossa on eritelty uudis-

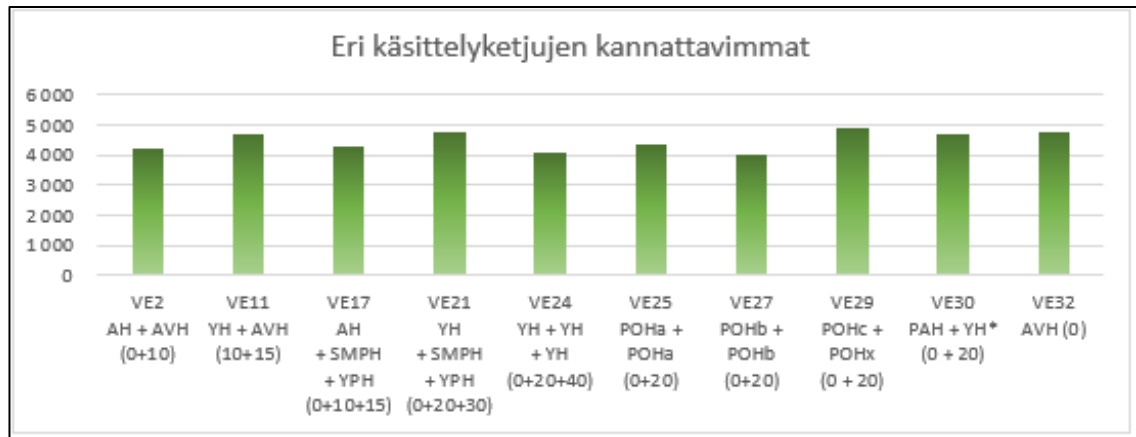
tamiskustannukset, taimikon arvo ja hoitokustannukset on erillisenä liitetaulukona (Liite 3). Kymmenestä parhaan tuloksen antaneesta laskelmasta koostettiin erillinen vertailu, johon sisällytettiin myös vertailukohteeksi lepovaltuus (Kuvio 17).



Kuvio 17. Vertailun kymmenen kannattavinta vaihtoehtoa verrattuna lepovaltuuteen

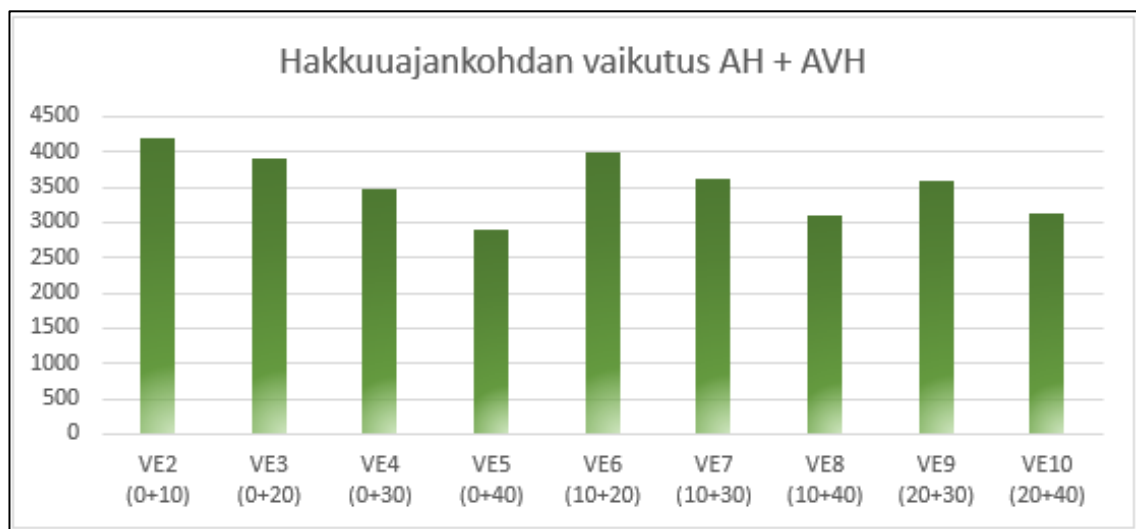
Kymmenen kärjessä lista sisältää poimintahakkuita (VE25, VE29), pienaukko-hakkuun (VE 30), avohakkuita (VE32, VE33), yläharvennus - avohakkuu käsittelyketjuja (VE11, VE12, VE14) sekä yläharvennus – siemenpuuhakkuu - ylispuuhakkuu käsittelyketjuja (VE21, VE22). Vaihtoehto 1 (VE1) on lepo. Merkille pantavaa on, että alaharvennukseen pohjautuvia käsittelyketjuja ei kymmenen kannattavimman joukossa ole yhtään. Lisäksi viisi kärjessä olevaa vaihtoehtoa ovat kaikki eri käsittelytapaa tai käsittelytapaketjua. (Kuvio 17.)

Eri käsittelyketjujen kannattavimmista vaihtoehdoista koostettiin oma vertailu (Kuvio 18). Viiden kärki on eri käsittelyketjujen vertailussa sama kuin TOP 10 – listalla olevat viisi kannattavinta. Loput viisi eri variaatiota ovat nykyarvoltaan suhteellisen lähellä toisiaan. Vertailun kannattavin oli voimakkain poimintahakkuuketju VE29. Paras jaksollisen kasvatuksen käsittelyketju (VE32) ja paras pienaukko-hakkuuketju (VE31) jäivät kannattavuudessa 3 – 4 prosenttia vertailun kannattavimmasta poimintahakkuuketjusta.



Kuvio 18. Eri käsittelyketjujen kannattavimmat

Käsittelyiden ajankohdan vaikutusvertailussa tällä metsikkökuviolla parhaimman tuloksen antoi aikaisin käsittely hakkuutavasta riippumatta. Samoin harvennus-  
hakkuun ja päätehakuun välisen ajan vertailussa parhaimman tuloksen antoi ly-  
hin aika näiden toimenpiteiden välillä. Seuraavassa kuviossa on ajankohtavertai-  
lun esimerkkinä alaharvennus - avohakkuu käsittelyketju (Kuvio 19).



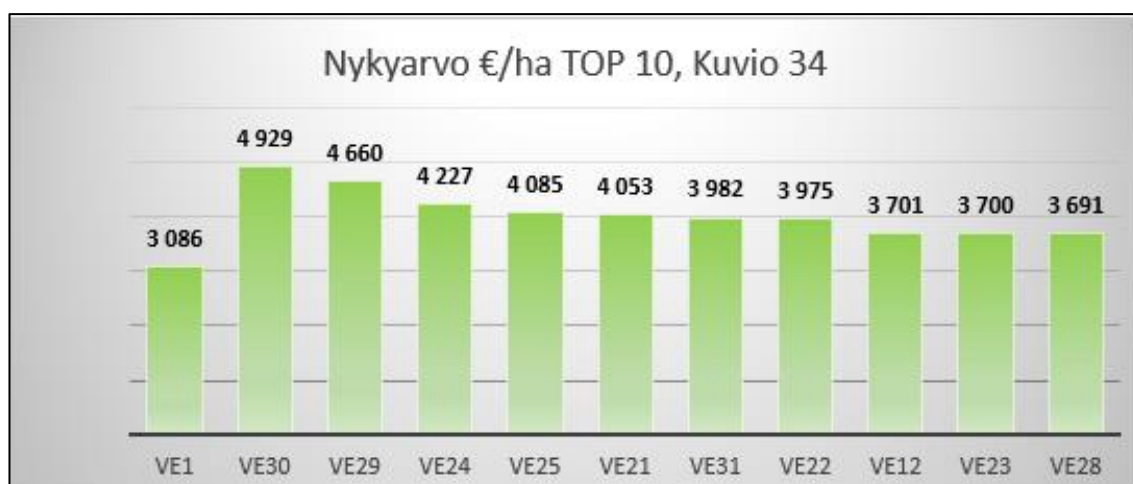
Kuvio 19. Hakkuuajankohdan vaikutus kannattavuuteen

#### 4.1.2 Metsikkökuvio 34

Metsikkökuvio 34 sijaitsee tilakeskuksesta noin 250 metriä kaakkoon rajoittuen länsipäädystään peltoaukeaan ja on samaa metsikkökokonaisuutta kuin metsik-  
kökuvio 28. Muistinvaraisen tiedon mukaan metsikkö on lannoitettu ainakin ker-

ran, jollei jopa kaksi kertaa historian aikana. Edellinen harvennushakkuu on toteutettu noin 40 vuotta sitten. Seuraava käsittely on ajankohtainen lähivuosina. Tämän 0,9 hehtaarin kokoisen metsikkökuvion puusto on havupuuvältaista sekametsää. Männyn ja kuusen keskiläpimitta on 19,0 senttimetriä ja hieskoivun 15,0 senttimetriä. Männyn keskipituus on 14,0 metriä, kuusen 13,0 metriä ja koivun 12,0 metriä. Puuston pohjapinta-ala on 24 m<sup>2</sup> hehtaarilla jakautuen 8/14/2 puulajien kesken. Puuston kokonaistilavuus on 153 m<sup>3</sup> hehtaarilla. Maalaji on hienojakoista kivennäismaata.

Kasvatushakkuun jälkeisillä pohjapinta-aloilla täydennetyt simulointivaihtoehdot tälle kuviolle ovat liitteenä (Liite 4). Päätehakkuun jälkeisenä muokkausmenetelmänä on mätästys ja viljelymenetelmänä on avohakkuun jälkeen männyn paakutaimien istutus käsin. Vertailu nykyarvon simuloinnissa ja jatkolaskennassa saavutetuista tuloksista on kaikkien vaihtoehtojen osalta liitteenä (Liite 5). Laskelma, jossa on eritelty uudistamiskustannukset, taimikon arvo ja hoitokustannukset on erillisenä liitetaulukkona (Liite 6). Kymmenestä parhaan tuloksen antaneesta laskelmasta koostettiin erillinen vertailu, johon sisällytettiin myös vertailukohteeksi lepovaltoehto (Kuvio 20).

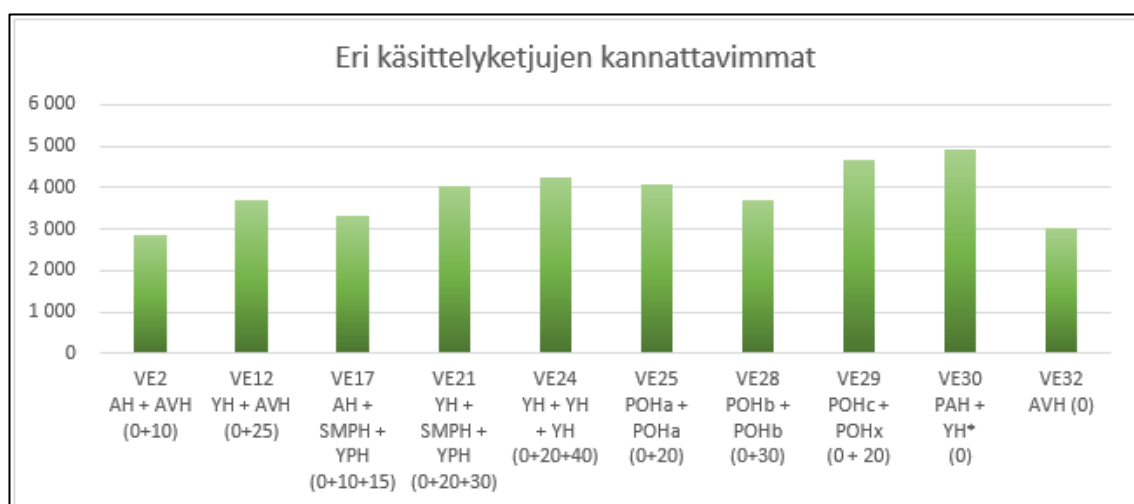


Kuvio 20. Vertailun kymmenen kannattavinta vaihtoehtoa verrattuna lepovaltoehtoon

Kymmenen kannattavimman lista sisältää pienaukkohakkuita (VE 30, VE31), poimintahakkuita (VE25, VE28, VE29), toistuvia yläharvennuksia (VE24), yläharvennus – siemenpuuhakkuu - ylispuuhakkuu käsittelyketjuja (VE21, VE22, VE23)

sekä yläharvennus – avohakkuu käsittelyketjun (VE12). Vaihtoehto 1 (VE1) on lepo. Tällä metsikkökuviolla neljä kannattavinta käsittelyketjua ovat peitteisen metsätalouden käsittelymenetelmiä ja kymmenestä kannattavimmasta näitä on yhteensä kuusi. Alaharvennukseen pohjautuvia vaihtoehtoja kymmenen kannattavimman joukossa ei ole yhtään. Kärjessä taloudellinen ero on huomattava, ta- soittuen myöhemmin. (Kuvio 20.)

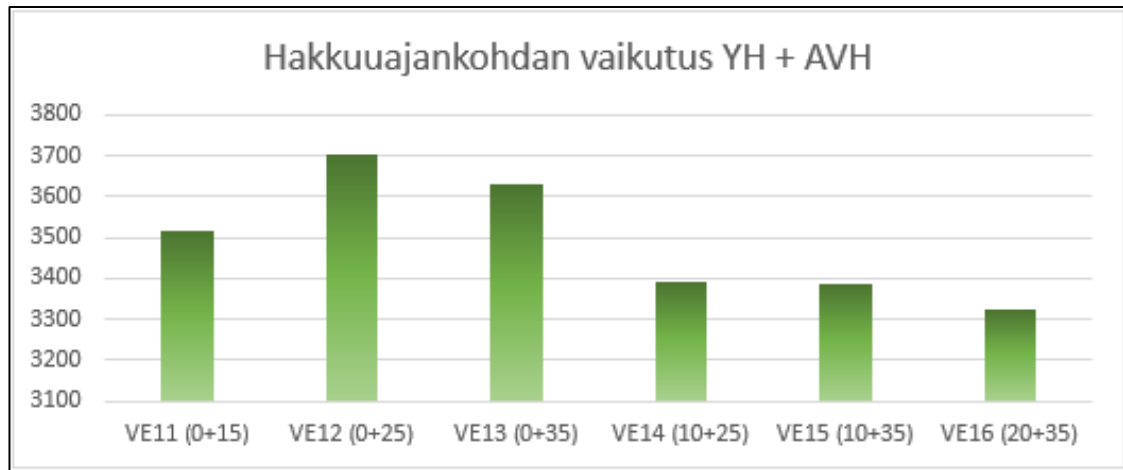
Eri käsittelyketjujen kannattavimmista vaihtoehdoista koostettiin oma vertailu (Kuvio 21). Tällä metsikkökuviolla erot eri käsittelyketjujen kannattavimpien välillä ovat selkeämmät kuin metsikkökuviolla 28. Selittäviä tekijöitä ovat maanmuok- kaus- ja viljelymenetelmät (mätästys ja istutus). Vertailun kannattavin oli pienaukkohakkuuketju VE30. Paras poimintahakkuuketju VE29 jäi kannattavuudessa yli viisi prosenttia ja paras jaksollisen kasvatuksen käsittelyketju VE21 vajaa 18 prosenttia heikompaan tulokseen kuin vertailun kannattavin pienaukkohakkuuden käsittelyketju.



Kuvio 21. Eri käsittelyketjujen kannattavimmat

Käsittelyiden ajankohdan vaikutusvertailussa tulos noudatteli metsikkökuvion 28 tapaan kaavaa, jossa aikainen harvennus ja lyhin aikaväli harvennuksesta pää- tehakkuuseen on kannattavin. Tosin tältä metsikkökuviolta löytyi poikkeus tuohon kaavaan. Nimittäin käsittelyketjussa yläharvennus – avohakkuu parhaimman tu- loksen antoi aikaisin harvennus, mutta tuottoisin aikaväli yläharvennuksesta pää- tehakkuuseen ei ollutkaan lyhin aika vaan toiseksi lyhin (Kuvio 22).





Kuvio 22. Hakkuajankohdan vaikutus

#### 4.1.3 Metsikkökuvio 47

Metsikkökuvio 47 sijaitsee noin 500 metriä tilakeskuksesta itäkaakkoon. Seuraava käsittely on ajankohtainen noin kymmenen vuoden kuluttua. Tämän 3,6 hehtaarin kokoisen metsikkökuvion puusto on havupuuvältaista sekametsää. Männyn keskiläpimitta on 16,9 senttimetriä, kuusen 17,4 senttimetriä ja hieskoivun 14,7 senttimetriä. Männyn keskipituus on 11,7 metriä, kuusen 12,4 metriä ja koivun 10,4 metriä. Puuston pohjapinta-ala on 20,5 m<sup>2</sup> hehtaarilla jakautuen 4,5/12,5/3,5 puulajien kesken. Puuston kokonaistilavuus on 119 m<sup>3</sup> hehtaarilla. Maalaji on hienojakoista kivennäismaata.

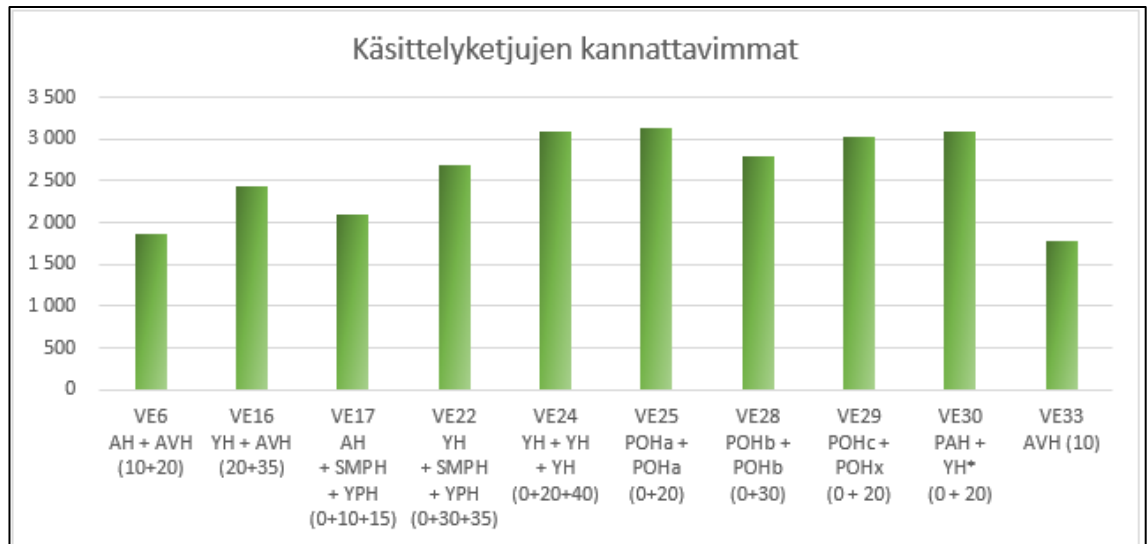
Kasvatushakkuun jälkeisillä pohjapinta-aloilla täydennetyt simulointivaihtoehdot tälle kuviolle ovat liitteenä (Liite 7). Päätehakkuun jälkeisenä muokkausmenetelmänä on mätästys ja avohakkuun jälkeen viljelymenetelmänä on männyn paakutaimien istutus käsin. Vertailu nykyarvon simuloinnissa ja jatkolaskennassa saavutetuista tuloksista on kaikkien vaihtoehtojen osalta liitteenä (Liite 8). Laskelma, jossa on eritelty uudistamiskustannukset, taimikon arvo ja hoitokustannukset on esitetty erillisenä liitetaulukkona (Liite 9). Kymmenestä parhaan tuloksen antaneesta laskelmasta koostettiin erillinen vertailu, johon sisällytettiin myös vertailukohteeksi lepovaihtoehto (Kuvio 23).



Kuvio 23. Vertailun kymmenen kannattavinta vaihtoehtoa verrattuna lepovaltioon

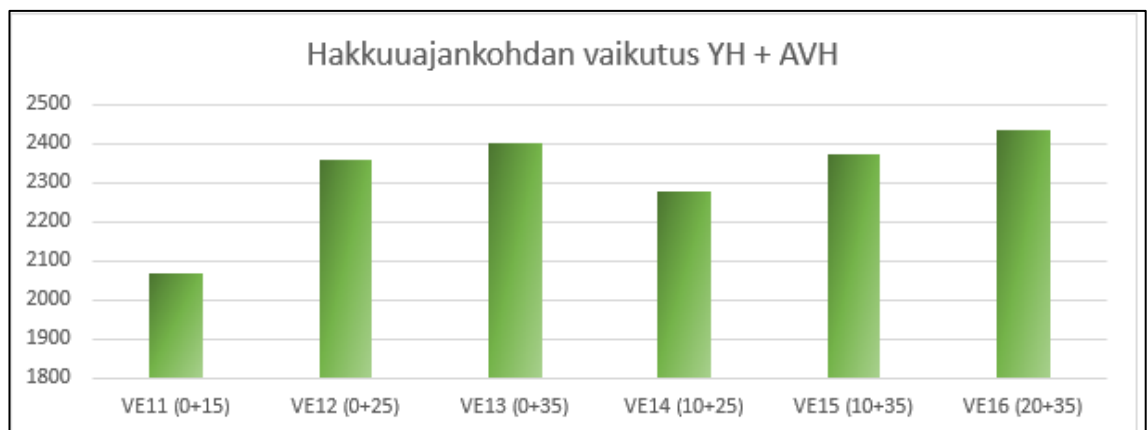
Kymmenen kannattavimman lista sisältää pienaukkohakkuita (VE 30, VE31), poimintahakkuita (VE25, VE26, VE28, VE29), toistuvia yläharvennuksia (VE24) sekä yläharvennus – siemenpuuhakkuu - ylispuuhakkuu käsittelyketjuja (VE21, VE22, VE23). Vaihtoehto 1 (VE1) on lepo. Tällä metsikkökuviolla seitsemän kannattavinta käsittelyketjua ovat peitteisen metsätalouden käsittelymenetelmiä, loput kolme yläharvennuksen ja siemenpuuhakkuun yhdistelmiä. Kymmenen kannattavimman käsittelyketjun joukossa ei ole ainuttakaan avohakkuuseen päättyvää tai alaharvennuksella alkavaa käsittelyketjua. (Kuvio 23.)

Metsikkökuvion 47 eri käsittelyketjujen kannattavimmista versioista koostettiin oma vertailu (Kuvio 24). Peitteisen metsänkäsittelyn menetelmät hallitsevat käsittelyketjujen vertailussa. Selittäviä tekijöitä ovat maanmuokkaus- ja viljelymenetelmä (mätästys ja istutus). Vertailun kannattavimmat olivat tasaväkin tuloksin poimintahakkuuketju VE25 ja paras pienaukkohakkuuketju VE30. Paras jaksollisen kasvatuksen käsittelyketju VE22 jäi 14 prosenttia heikompaan tulokseen kuin parhaat poiminta- ja pienaukkohakkuukäsittelyketjut.



Kuvio 24. Eri käsittelyketjujen kannattavimmat

Käsittelyiden ajankohdan vaikutusvertailussa tuli vaihtelua. Alaharvennuksen ja avohakkuun käsittelyketju oli pitkälti aikaisempien metsikkökuvioiden kaltainen ajoituksien osalta. Yläharvennuksen ja avohakkuun yhdistelmän osalta tilanne oli päinvastainen. Myöhäisin harvennushakkuu sekä pisin harvennuksen ja päätehakkuun väli tuotti parhaan tuloksen, esimerkkinä yläharvennus - avohakkuu käsittelyketju (Kuvio 25). Alaharvennukseen pohjautuvat siemenpuuhakkuu - ylispuuhakkuu käsittelyketjut antoivat vertailussa hyvin tasaiset tulokset, samoin yläharvennus – siemenpuuhakkuu - ylispuuhakkuu käsittelyketjut. Poimintahakkuiden kannattavuudessa oli vaihtelua hakkuiden välisen ajan mukaan suuntaan tai toiseen hakkuuversiosta riippuen. Pienaukkohakkuussa kannattavuudessa ei ajoituksen suhteen ollut juurikaan eroa, suorassa avohakkuussa taas myöhempi hakkuuajankohta oli kannattavampi.



Kuvio 25. Hakkuuajankohdan vaikutus

#### 4.1.4 Metsikkökuvio 49

Metsikkökuvio 49 sijaitsee noin 700 metriä tilakeskuksesta itään. Seuraava käsittely on ajankohtainen noin kymmenen vuoden kuluttua. Tämän 1,2 hehtaarin kokoisen metsikkökuvion puusto on mäntyvaltaista, seassa hieman kuusta. Männyn keskiläpimitta on 18,0 senttimetriä ja kuusen 16,0 senttimetriä. Männyn keskipituus on 13,0 metriä ja kuusen 11,0 metriä. Puuston pohjapinta-ala on 16,0 m<sup>2</sup> hehtaarilla jakautuen 13/3 puulajien kesken. Puuston kokonaistilavuus on 101 m<sup>3</sup> hehtaarilla. Maalaji on keskikarkeaa kivennäismaata.

Kasvatushakkuun jälkeisillä pohjapinta-aloilla täydennetyt simulointivaihtoehdot tälle kuviolle ovat liitteenä (Liite 10). Päätehakkuun jälkeisenä muokkausmenetelmänä on äestys ja viljelymenetelmänä on avohakkuun jälkeen männyn konekylvö. Vertailu nykyarvon simuloinnissa ja jatkolaskennassa saavutetuista tuloksista on kaikkien vaihtoehtojen osalta liitteenä (Liite 11). Laskelma, jossa on eritelty uudistamiskustannukset, taimikon arvo ja hoitokustannukset on erillisenä liitetaulukkona (Liite 12). Kymmenestä parhaan tuloksen antaneesta laskelmasta koostettiin erillinen vertailu, johon sisällytettiin myös vertailukohteeksi lepovaltahoito (Kuvio 26).

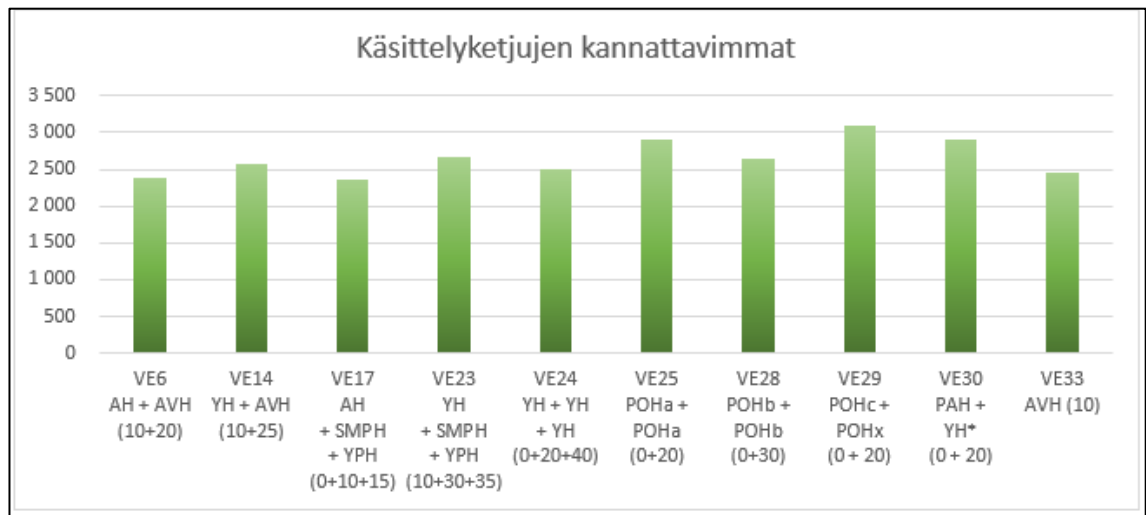


Kuvio 26. Vertailun kymmenen kannattavinta vaihtoehtoa verrattuna lepovaltahoitoon

Kymmenen kannattavimman lista sisältää poimintahakkuita (VE25, VE26, VE27, VE28, VE29), pienaukkohakkuun (VE 30), yläharvennus – siemenpuuhakkuu -

ylispuuhakkuu käsittelyketjuja (VE21, VE23) sekä yläharvennus - avohakkuu käsittelyketjuja (VE14, VE16). Vaihtoehto 1 (VE1) on lepo. Tällä metsikkökuviolla kymmenen kannattavimman käsittelyketjun joukossa on kuusi peitteisen metsätalouden käsittelyketjua, joista kolme on vertailun kannattavinta. Lisäksi kymmenen joukossa on neljä jaksollisen kasvatuksen käsittelyketjua. Kymmenen kannattavimman käsittelyketjun joukossa on kaksi avohakkuuseen päättyvää, mutta ei ainuttakaan alaharvennuksella alkavaa käsittelyketjua. (Kuvio 26.)

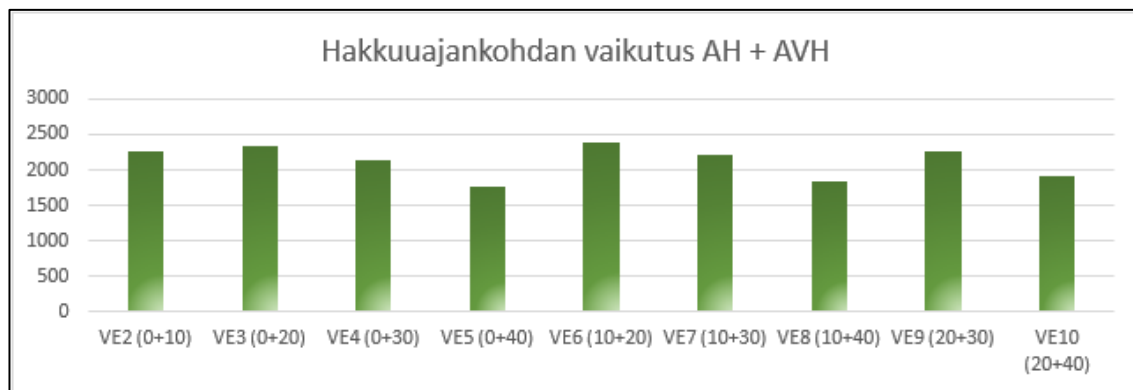
Käsittelyketjujen kannattavimmista vaihtoehdoista koostettiin oma vertailu (Kuvio 27). Metsikkökuviolla 49 erot eri käsittelyketjujen kannattavimpien välillä ovat pienehköt kärkikolmikkaa lukuun ottamatta. Uudistamismenetelmänä oletetut äestys ja konekylvö ovat kohtuullisen kustannustehokkaita. Vertailun kannattavin oli poimintahakkuuketju VE29. Paras pienaukkohakkuuketju VE30 jäi kannattavuudessa vajaa seitsemän prosenttia ja paras jaksollisen kasvatuksen käsittelyketju VE23 yli 14 prosenttia heikompaan tulokseen kuin vertailun kannattavin poimintahakkuiden käsittelyketju.



Kuvio 27. Eri käsittelyketjujen kannattavimmat

Käsittelyiden ajankohdan vaikutusvertailussa on havaittavissa kymmenen vuoden kasvatuksesta olevan hyötyä ennen harvennushakkuuta ainakin ala- / ja yläharvennuksen ja avohakkuun käsittelyketjussa, yhdessä poimintahakkuun käsittelyketjussa sekä suorassa avohakkuussa. Muissa käsittelyketjuissa aikaisin kä-

sittely tuotti parhaan kannattavuuden. Kasvatushakkuun ja päätehakkuun välistä ajoista lyhin aika oli kannattavin kaikissa käsittelyketjuissa. Esimerkkinä seuraavassa kuviossa on alaharvennus - avohakkuu käsittelyketju (Kuvio 28.)



Kuvio 28. Hakkuuajankohdan vaikutus

#### 4.1.5 Metsikkökuvio 103

Metsikkökuvio 103 sijaitsee Pyöriäisvaaran palstassa tilakeskuksesta länteen. Teitä pitkin matkaa tilakeskuksesta Pyöriäisvaaraan kertyy noin 28 kilometriä, josta 24 kilometriä metsäautotietä. Metsäautotieltä kuviolle on matkaa noin 600 metriä. Tätä kuviota on hoidettu jaksollisen kasvatuksen periaatteiden mukaisesti. Seuraava käsittely on ajankohtainen noin 10 – 15 vuoden kuluttua. Tämän 16,2 hehtaarin kokoisen metsikkökuvion puusto on lähes yksiomaan mäntyä, jossa hieman eri kuvion osissa kuusta ja hieskoivua. Männyn keskiläpimitta on 19,2 senttimetriä, kuusen 17,5 senttimetriä ja hieskoivun 19,0 senttimetriä. Männyn keskipituus on 13,7 metriä, kuusen 11,0 metriä ja hieskoivun 13,0 metriä. Puuston pohjapinta-ala on 17,3 m<sup>2</sup> hehtaarilla jakautuen 16,6/0,4/0,3 puulajien kesken. Puuston kokonaistilavuus on 117 m<sup>3</sup> hehtaarilla. Maalaji on keskikarkeaa kivennäismaata.

Kasvatushakkuun jälkeisillä pohjapinta-aloilla täydennetyt simulointivaihtoehdot tälle kuviolle ovat liitteenä (Liite 13). Päätehakkuun jälkeisenä muokkausmenetelmänä on äestys ja viljelymenetelmänä on avohakkuun jälkeen männyn konekylvö. Vertailu nykyarvon simuloinnissa ja jatkolaskennassa saavutetuista tuloksista on kaikkien vaihtoehtojen osalta liitteenä (Liite 14). Laskelma, jossa on eritelty uudistamiskustannukset, taimikon arvo ja hoitokustannukset, on erillisenä

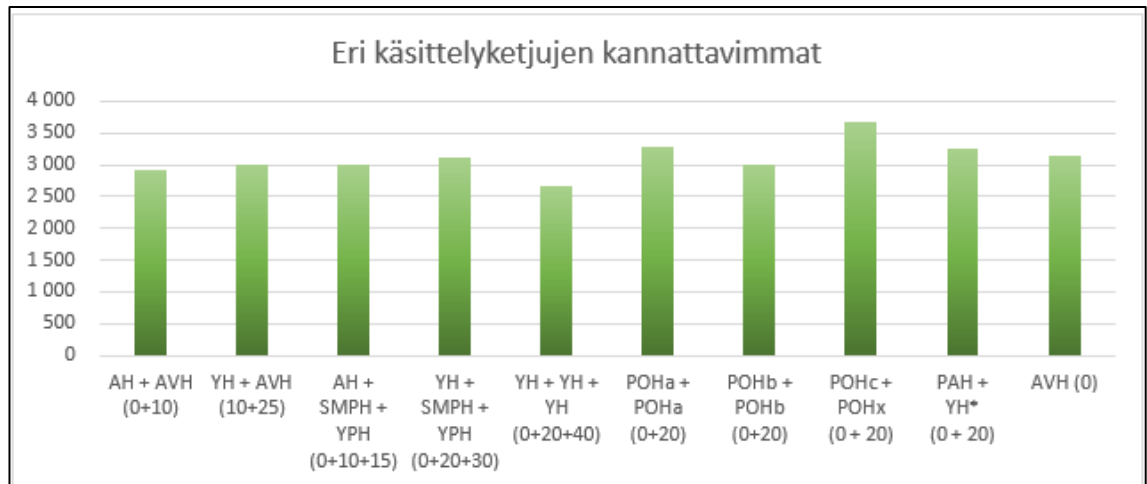
liitetaulukkona (Liite 15). Kymmenestä parhaan tuloksen antaneesta laskelmasta koostettiin erillinen vertailu, johon sisällytettiin myös vertailukohteeksi lepovaltahohto (Kuvio 29).



Kuvio 29. Vertailun kymmenen kannattavinta vaihtoehtoa verrattuna lepovaltahohtoon

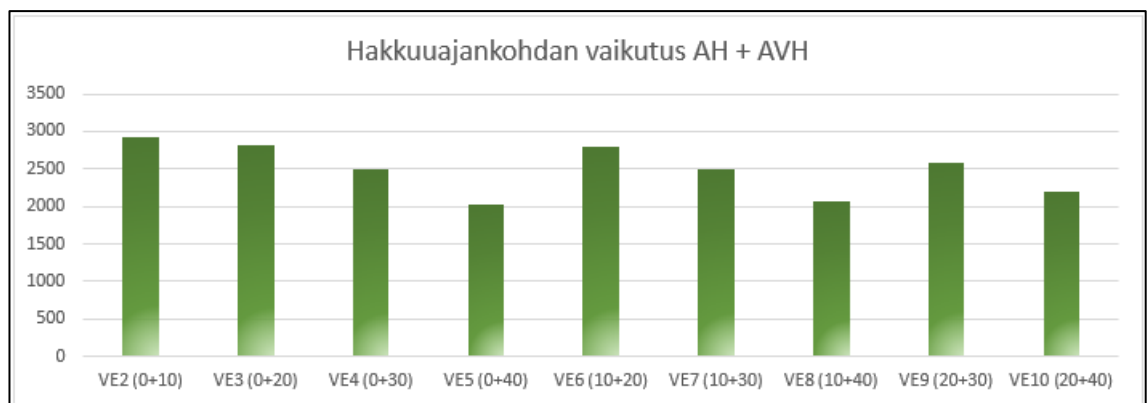
Kymmenen kannattavimman lista sisältää poimintahakkuita (VE25, VE26, VE29), pienaukkohakkuita (VE 30), suoraa avohakkuita (VE32, VE33), yläharvennus – siemenpuuhakkuu - ylispuuhakkuu käsittelyketjuja (VE21, VE23), alaharvennus – siemenpuuhakkuu - ylispuuhakkuu käsittelyketjun (VE17) sekä yläharvennus – avohakkuu käsittelyketjun. Vaihtoehto 1 (VE1) on lepo. Tällä metsikkökuviolla kymmenen kannattavimman käsittelyketjun joukossa on neljä peitteisen metsätalouden käsittelyketjua ja kuusi jaksollisen kasvatuksen käsittelyketjua. Kannattavimpana erottuu voimakkaan poimintahakkuun käsittelyketju VE29. (Kuvio 29.)

Käsittelyketjujen kannattavimmista vaihtoehdoista koostettiin oma vertailu (Kuvio 30). Metsikkökuviolla 103 yksi käsittelyketju erottuu muista. Sijoilla 2 – 10 olevien vaihtoehtojen keskinäiset erot ovat varsin pienehköt. Uudistamismenetelminä oletetut äestys ja konekylvö ovat kohtuullisen kustannustehokkaita. Vertailun kannattavin oli poimintahakkuuketju VE29. Paras pienaukkohakkuuketju VE30 jäi kannattavuudessa 11 prosenttia ja paras jaksollisen kasvatuksen käsittelyketju VE21 yli 15 prosenttia heikompaan tulokseen kuin vertailun kannattavin poimintahakkuiden käsittelyketju.



Kuvio 30. Eri käsittelyketjujen kannattavimmat

Käsittelyiden ajankohdan vaikutusvertailussa aikaisin käsittely ja lyhin aika harvennushakkuun ja päätehakkuun välillä oli kannattavin hakkuutavasta riippumatta. Ajankohtavertailun esimerkkinä seuraavassa kuviossa on alaharvennus-avohakkuu käsittelyketju (Kuvio 31).



Kuvio 31. Hakkuuajankohdan vaikutus

#### 4.1.6 Kannattavuusvertailun yhteenveto

Tuloksia on analysoitu kokonaisuuksina, ei niinkään yksittäisinä käsittelytapavaihtoehtoina. Tutkimuksen tarkoitus on tuoda esiin eri vaihtoehtoja, niin hyviä kuin vähemmän hyviä. Yksittäisten käsittelytapavaihtoehtojen osalta valittu hakkuun voimakkuus ja/tai ajankohta ei välttämättä ole kaikkien vaihtoehtojen osalta optimaalinen. Eroja on vielä metsikkökuvioittain.



Kokonaiskannattavuuden muodostaa hakkuutulojen, jäävän puuston, taimikon ja maapohjan nykyarvojen summa, josta on vähennetty uudistamis- ja taimikonhoitokustannusten nykyarvojen summa. Kannattavuuden kokonaiskuvan hahmottamiseksi on syytä tarkastella saavutettuja tuloksia. Ensimmäiseksi etsittiin käsitteilyketjut, joille kannattavuuslaskelmat antoivat parhaimmat tulokset. Kymmenen metsikkökuvioittain parasta käsittelyketjua on listattu seuraavaan taulukkoon (Taulukko 9).

Taulukko 9. Sijoitus kannattavuusvertailussa

Sijoitus kannattavuusvertailussa										
Kuvio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
28	VE29	VE32	VE21	VE30	VE11	VE12	VE33	VE22	VE25	VE14
34	VE30	VE29	VE24	VE25	VE21	VE31	VE22	VE12	VE23	VE28
47	VE25	VE30	VE24	VE31	VE29	VE28	VE26	VE22	VE21	VE23
49	VE29	VE25	VE30	VE23	VE26	VE28	VE21	VE27	VE14	VE16
103	VE29	VE25	VE30	VE32	VE33	VE21	VE23	VE26	VE17	VE14

Parhaiten kannattavuusvertailussa menestyi vaihtoehto 29 (VE29). Tämä vaihtoehto on heti toteutettavan poimintahakkuun voimakkaimman vaihtoehdon c (POHc) ja 20 vuoden kuluttua kuviokohtaisesti mukautetun poimintahakkuun (POHx) yhdistelmä. Harvennusvoimakkuudeltaan VE29 on koko vertailun voimakkain. Jäävän puuston pohjapinta-ala harvennusten jälkeen on useimmiten alle kymmenen m<sup>2</sup> hehtaarilla, ollen alhaisimmillaan lakirajalla (PPA 6) kuvion 103 myöhemmän hakkuun jälkeen.

Kannattavuusvertailussa menestyi hyvin myös vaihtoehto 30 (VE30). Tämä vaihtoehto on pienaukkohakkuu heti toteutettuna. Aukkoa tehtiin lain sallima 30 prosenttia pinta-alasta ja välialueet harvennettiin yläharvennuksena pohjapinta-alaan 17 m<sup>2</sup> hehtaarilla. Näin päädyttiin koko kuviolla pohjapinta-alaan 12 m<sup>2</sup> hehtaarilla ja kuvion jäävän puuston kokonaistiheys säilyi reilusti lakirajan yläpuolella. Metsikkökuviolla 49 puuston pienen lähtöpohjapinta-alan vuoksi aukkoa simuloitiin vain 25 prosenttia pinta-alasta ja välialueet jätettiin harventamatta. Metsikkökuviolla 103 lähtöpohjapinta-ala oli harvennuksen jälkeisessä tavoitteessa, joten välialueita ei tällä kuviolla harvennettu pienaukkohakkuun yhteydessä. Toisena käsittelynä VE30:ssä simuloitiin välialueiden yläharvennus (YH\*) 20 vuoden kuluttua nykyhetkestä.

Kaikki kuviot huomioiden kolmanneksi parhaimman tuloksen antoi vaihtoehto 25 (VE25) eli poimintahakkuuvaihtoehto a (POHa). Vaihtoehdossa toteutettiin a vaihtoehdon mukainen poimintahakkuu heti ja toinen 20 vuoden kuluttua.

Kaikki kolme parhaimmin menestynyttä käsittelyvaihtoehtoa ovat peitteisen metsätalouden käsittelytapoja. Kymmenen parhaan vaihtoehdon listalla peitteisen metsätalouden käsittelytapavaihtoehdot hallitsevat muutenkin kärkisijoja (Taulukko 10). Taloudellisesti erot eivät välttämättä ole suuret.

Taulukko 10. Peitteinen metsätalous ja jaksollinen kasvatus

Kuvio/Sija	Peitteinen metsätalous				Jaksollinen kasvatus					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
28	VE29	VE32	VE21	VE30	VE11	VE12	VE33	VE22	VE25	VE14
34	VE30	VE29	VE24	VE25	VE21	VE31	VE22	VE12	VE23	VE28
47	VE25	VE30	VE24	VE31	VE29	VE28	VE26	VE22	VE21	VE23
49	VE29	VE25	VE30	VE23	VE26	VE28	VE21	VE27	VE14	VE16
103	VE29	VE25	VE30	VE32	VE33	VE21	VE23	VE26	VE17	VE14

Seuraavassa vertailussa verrattiin jaksollisen kasvatuksen käsittelyketjuina käytettäviä ala- ja yläharvennuksiin pohjautuvia käsittelyketjuja. Kymmenen kannattavimman listalle selvinneistä jaksollisen kasvatuksen käsittelyketjuista valtaosa oli yläharvennuksen pohjautuvia kasvatusketjuja. Alaharvennuksen pohjautuvia käsittelyketjuja oli vain yksi metsikkökuviolla 103. (Taulukko 11.)

Taulukko 11. Yläharvennuksen ja alaharvennuksen perustuvat käsittelyketjut

Kuvio/Sija	Peitteinen metsätalous				Jaksollinen kasvatus						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
28	VE29	VE32	VE21	VE30	VE11	VE12	VE33	VE22	VE25	VE14	
34	VE30	VE29	VE24	VE25	VE21	VE31	VE22	VE12	VE23	VE28	
47	VE25	VE30	VE24	VE31	VE29	VE28	VE26	VE22	VE21	VE23	
49	VE29	VE25	VE30	VE23	VE26	VE28	VE21	VE27	VE14	VE16	
103	VE29	VE25	VE30	VE32	VE33	VE21	VE23	VE26	VE17	VE14	
		Yläharvennuksen perustuva käsittelyketju									
		Alaharvennuksen perustuva käsittelyketju									

Jaksollisen kasvatuksen päätehakkuvaihtoehtoina olivat avohakkuu ja siemenpuuhakkuu. Kymmenen parhaan joukkoon selvinneissä jaksollisen kasvatuksen käsittelyketjuissa siemenpuuhakkuvaihtoehtoja oli 13 kappaletta. Avohakkuvaihtoehtoja oli hieman vähemmän eli 11 kappaletta. Metsikkökuviointain eroja

kyllä tuli. Hienojakoisen maalajin kuvioilla 34 ja 47 paakkutaimien istutus heikentää avohakkuuvaihtoehtojen kannattavuutta siemenpuuhakkuuvaihtoehtoihin nähden. (Taulukko 12.)

Taulukko 12. Avohakkuu tai siemenpuuhakkuu päätehakkuuna

Peitteinen metsätalous										
Kuvio/Sija	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
28	VE29	VE32	VE21	VE30	VE11	VE12	VE33	VE22	VE25	VE14
34	VE30	VE29	VE24	VE25	VE21	VE31	VE22	VE12	VE23	VE28
47	VE25	VE30	VE24	VE31	VE29	VE28	VE26	VE22	VE21	VE23
49	VE29	VE25	VE30	VE23	VE26	VE28	VE21	VE27	VE14	VE16
103	VE29	VE25	VE30	VE32	VE33	VE21	VE23	VE26	VE17	VE14
		Päätehakkuuna avohakkuu								
		Päätehakkuuna siemenpuuhakkuu								

Peitteisen metsätalouden menetelminä pienaukkohakkuu ja poimintahakkuu olivat kannattavimpia tässä vertailussa. Poimintahakkuun ja pienaukkohakkuun keskinäiseen eroon vaikuttaa enemmän vertailuun valittu hakkuun voimakkuus kuin hakkuutapa. Seuraavassa taulukossa esitetään näiden käsittelytapojen sijoittuminen käsittelyketjujen TOP 10 -vertailussa (Taulukko 13).

Taulukko 13. Pienaukkohakkuu ja poimintahakkuu

Peitteinen metsätalous						Jaksollinen kasvatust				
Kuvio/Sija	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
28	VE29	VE32	VE21	VE30	VE11	VE12	VE33	VE22	VE25	VE14
34	VE30	VE29	VE24	VE25	VE21	VE31	VE22	VE12	VE23	VE28
47	VE25	VE30	VE24	VE31	VE29	VE28	VE26	VE22	VE21	VE23
49	VE29	VE25	VE30	VE23	VE26	VE28	VE21	VE27	VE14	VE16
103	VE29	VE25	VE30	VE32	VE33	VE21	VE23	VE26	VE17	VE14
		Poimintahakkuu								
		Pienaukkohakkuu								

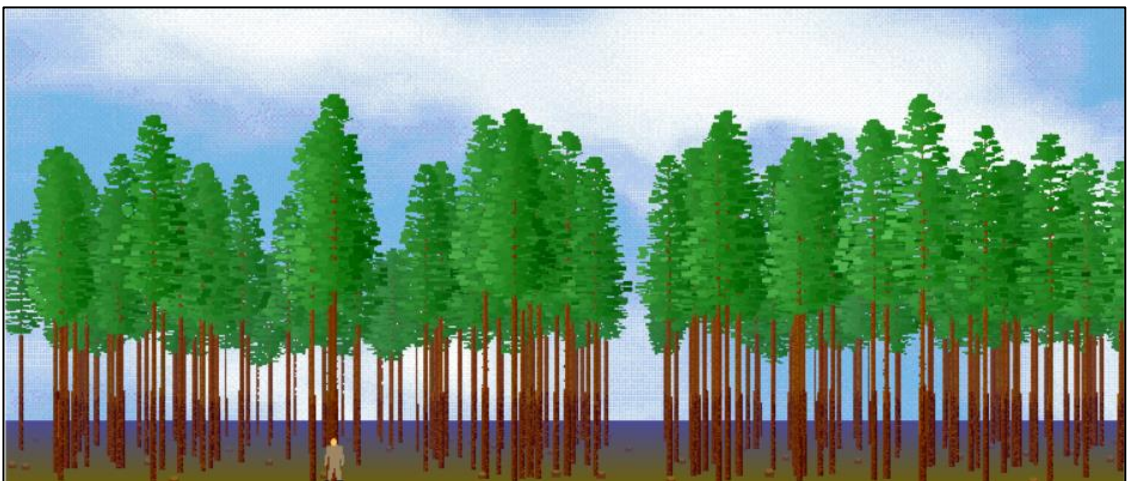
#### 4.2 Maisemavaikutusten arviointi

Metsien eri käsittelytavat vaikuttavat metsämaisemaan eri tavalla. Jaksollisen kasvatuksen harvennushakkuut ja peitteisen metsätalouden hakkuut pitävät metsän peitteisenä, eikä suuria muutoksia ainakaan kaukomaisemaan synny. Lähi-maisemassa tilanne on herkempi ja vaikutuksia voi syntyä lievemmistäkin käsittelytavoista. Simuloitavien metsikkökuvioiden joukossa oli yksi, jolla on erityistä merkitystä maisemaan. Kyseessä on tilakeskuksen ja valtatie välittömässä läheisyydessä sijaitseva metsikkökuvio 28 (Kuvio 32).



Kuvio 32. Haukivaaran tilakeskus kuvattuna valtatieltä päin, taustalla kuvio 28

Sijainnistaan johtuen tämä metsikkökuvio on päivittäin tilalla asuvien tai oleskelevien lähimaisemana. Valtatien läheisyys tekee siitä taas osan kaukomaisemaa. Tälle metsikkökuvioille simuloitavia hakkuita tarkasteltiin Hakkuri-sovelluksesta saatavien havainnekuvien pohjalta. Aluksi ensimmäisen yläharvennuksen jälkeinen tila, jossa jäävän puuston pohjapinta-ala on 16 m<sup>2</sup> hehtaarilla (Kuvio 33).

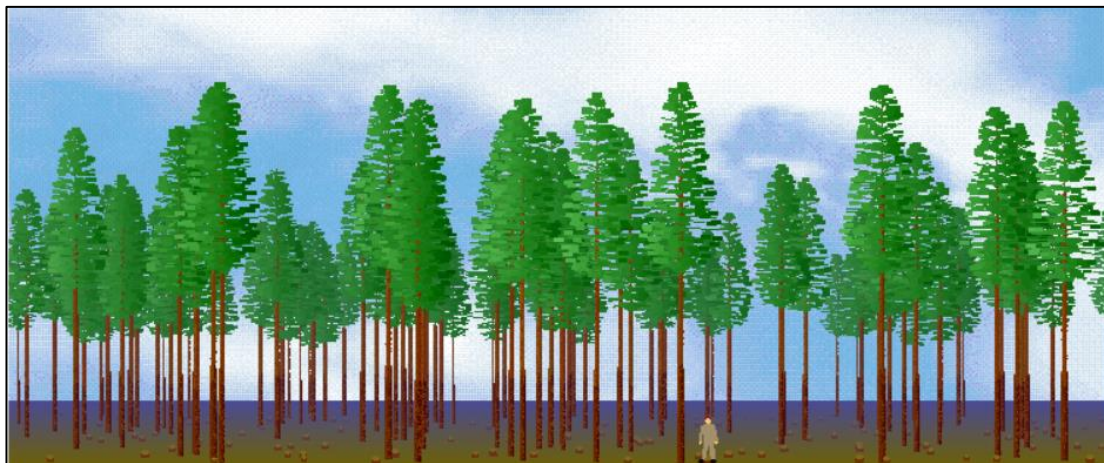


Kuvio 33. Metsikkökuvio 28 yläharvennuksen jälkeen (VE21 ensimmäinen käsittely)

Seuraavassa kuviossa voimakkaimman poimintahakkuun jälkeinen tila, jossa jäävän puuston pohjapinta-ala on 10 m<sup>2</sup> hehtaarilla hakkuun jälkeen (Kuvio 34).

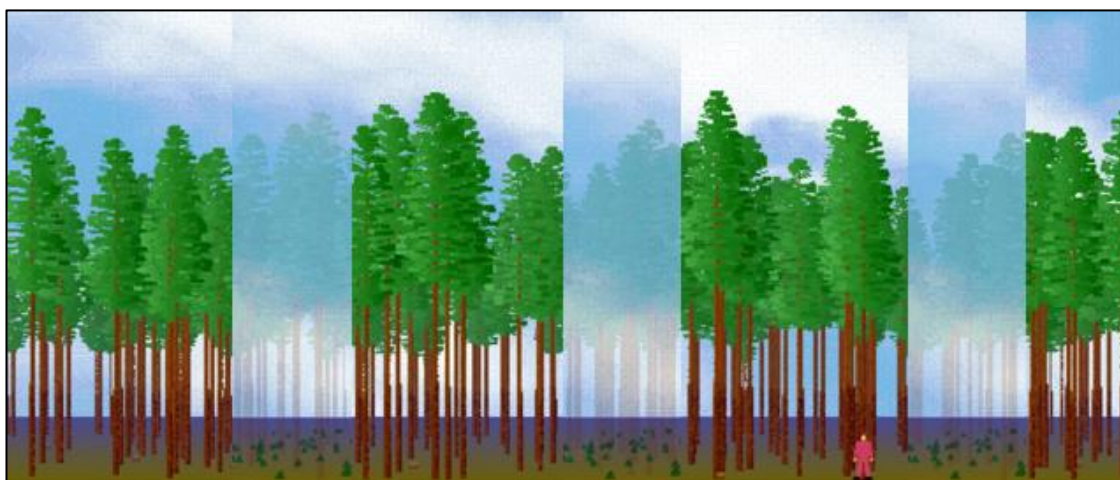


Molemmissa käsittelyissä metsä säilyy peitteisenä ja kaukomaisemaan vaikutus on vähäinen. Lähimaisemassa voimakkaan poimintahakkuun jälkeinen tila on avarampi kuin yläharvennuksen jälkeinen tila.



Kuvio 34. Metsikkökuvio 28 voimakkaamman poimintahakkuun (POHc) jälkeen (VE29)

Pienaukkohakkuulla valmennetaan metsikköä uuden puusukupolven kasvun käynnistämiseen luontaisesti osalla metsikköä. Maisemallisesti tämä hakkuutapa muistuttaa poimintahakkuuta tai jaksollisen kasvatuksen harvennushakkuuta, täydennettynä nimensä mukaisesti pienillä aukoilla. Tämän hakkuutavan maiseman havainnekuva kasattiin kahdesta eri kuvasta (Kuvio 35).



Kuvio 35. Pienaukkohakkuu (VE30)

Eniten maisemaa muuttaa jaksollisen kasvatuksen uudistushakkuut eli siemenpuuhakkuu ja etenkin avohakkuu. Maisemat avartuvat molemmissa tapauksissa

välittömästi hakkuun aikana ja maisema säilyy avarana pitkään. Uudistusalan rai-  
vaus ja maanmuokkaus vielä tehostavat avaruuden tuntua. Seuraavassa havain-  
nekuva siemenpuuhakkuusta, jossa uutta alikasvosta/taimiainesta on jo syntynyt.  
(Kuvio 36).



Kuvio 36. Siemenpuuhakkuu metsikkökuviolla 28

Avohakkuussa kaikki puusto, säästöryhmiä ja jättöpuita lukuun ottamatta, poiste-  
taan metsiköstä. Havainnekuvasssa ei säästöryhmiä ja jättöpuita ole huomioitu  
(Kuvio 37).



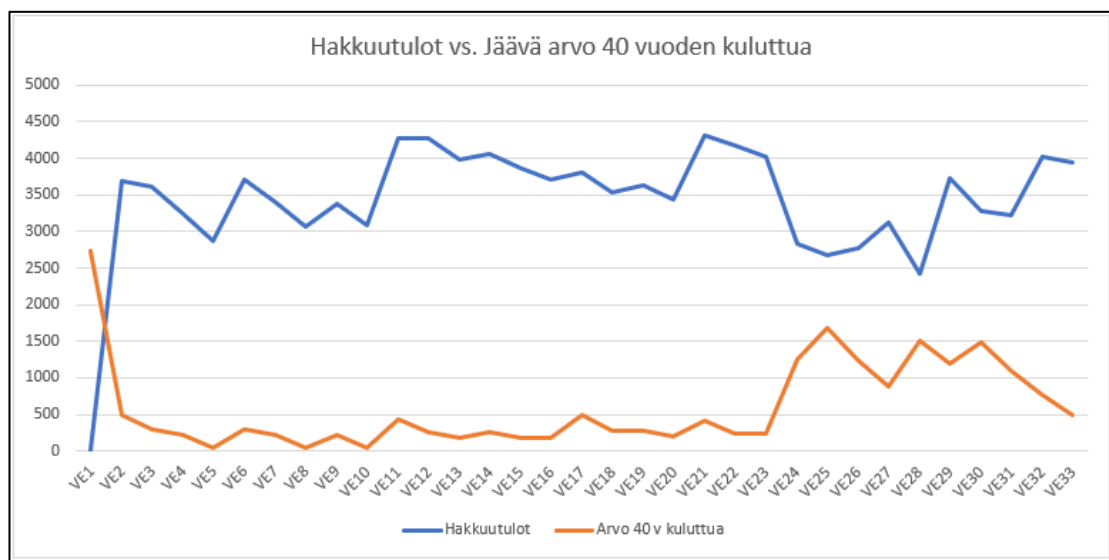
Kuvio 37. Avohakkuu

Edellä on esitetty pääpiirteittäin eri käsittelytapojen maisemalliset vaikutukset. Maisemavaikutusten pehmentämiseksi on olemassa keinoja, joista käsittelyalu-  
een rajaus on yksi tärkeimmistä. Rajauksella pystytään huomioimaan esimerkiksi  
kaukomaisema korkeuseroiltaan suurilla hakkuukohteilla tai vaikutukset lähimai-  
seman peittävyteen aremmilla alueilla (esimerkiksi kesämökkialue).

### 4.3 Vaihtoehtoja metsänomistajalle

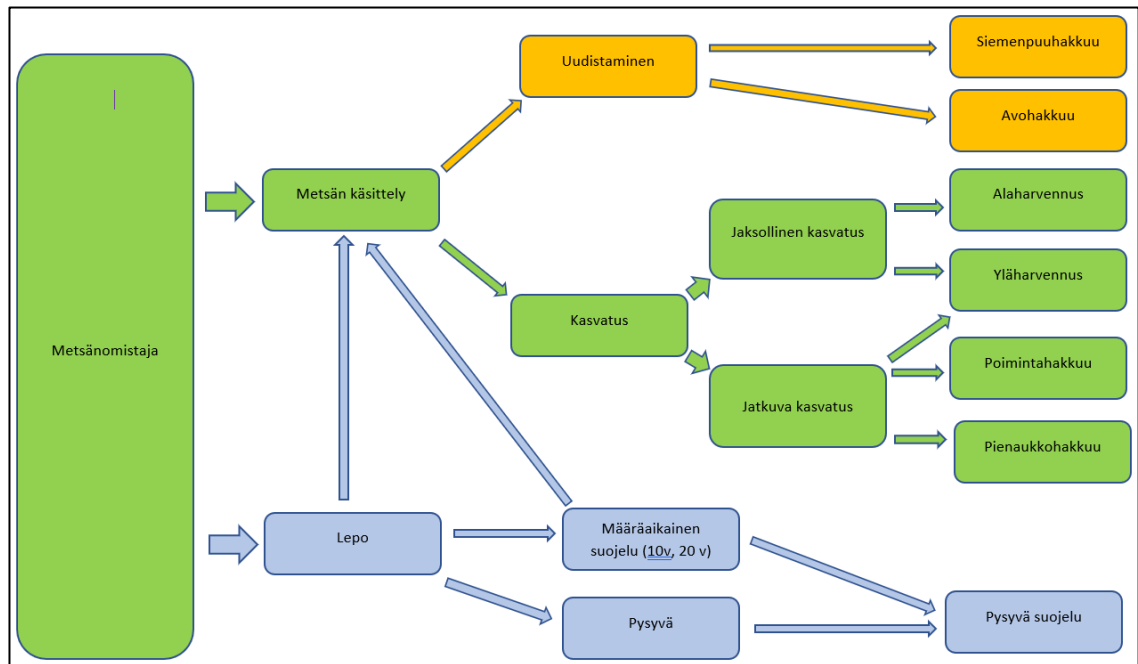
Käsittelyvaihtoehtojen soveltuvuutta metsänomistajille arvioitaessa metsänomistajien lähtötietona käytettiin Suomalainen metsänomistaja 2020 -tutkimuksessa esiin nostettuja metsänomistajatyyppejä. Tyyppejä on viisi ja ne ovat: Monitavoitteiset, virkistyskäyttäjät, metsässä työtä tekevät, turvaa ja tuloja arvostavat sekä epätietoiset (Karppinen ym. 2020, 18).

Monitavoitteisille metsänomistajille sopivat tarvittaessa kaikki vaihtoehdot sopivasti yhteensovitettona, siten että kaikki tavoitteet tulee huomioitua. Virkistyskäyttäjälle sopii parhaiten peitteisen metsänkäsittelyn vaihtoehdot tai jopa lepo. Metsässä työtä tekevälle sopivimpia menetelmiä ovat jaksollisen metsänkasvatuksen menetelmät uudistusalan raivauksineen, metsänviljelytoineen ja taimikonhoitoinen. Tuloa ja turvaa arvostavien osalta merkitystä on sillä, arvostaako enemmän tuloa vai turvaa. Nykyarvolaskennan pohjalta peitteisen metsätalouden menetelmät olivat kannattavimpia. Jos taas arvostaa hakkuutuloja, niin jaksollisen kasvatuksen yläharvennukseen perustuvat menetelmät tuottavat hakkuutuloja enemmän muihin vertailun menetelmiin nähden. Jos arvostaa enemmän jäljellä olevan metsän arvoa, niin peitteisen metsätalouden menetelmät säilyttävät puupääomaa tasaisemmin. Vertailukaaviossa metsikkökuvion 28 hakkuutulot ja jäävä arvo 40 vuoden kuluttua on laskettu nykyarvoon (Kuvio 38). Hakkuutuloista on vähennetty uudistamis- ja taimikonhoitokustannukset.



Kuvio 38. Hakkuutulot verrattuna jäävään arvoon käsittelyvaihtoehtoin

Noin joka kymmenes metsänomistaja on epätietoinen mitä metsäomaisuudellaan tekisi (Karppinen ym. 2020, 41). Heidän osaltaan tärkeää on selvittää heidän tavoitteensa metsänomistuksen suhteen. Jos he ovat luopumassa metsäomaisuudesta, niin silloin on syytä keskittyä eri luopumisvaihtoehtoihin. Jos he haluavat säilyttää metsäomistuksensa, niin tavoitteita ja käsittelyvaihtoehtoja voi käydä läpi vaikka oheisen prosessikaavion avulla (Kuvio 39).



Kuvio 39. Prosessikaavio käsittelyvaihtoehtojen selvittämisestä

Suurimpia kysymyksiä käsittelyvaihtoehtojen selvittämisessä ovat metsänomistajan tahtotila käsittelyn ja levon suhteen sekä jaksollisen ja peitteisen metsätalouden suhteen. Ideana prosessikaaviossa on, että vaihtoehtoja vähentämällä edetään kohti metsänomistajaa miellyttävää lopputulosta (Kuvio 39).



## 5 POHDINTA

Tässä työssä vertailtiin eri käsittelytapoja ja käsittelytapaketjuja varttuneissa kasvatusmetsissä. Tarkoituksena oli tuoda esille erilaisia vaihtoehtoja tukemaan metsänomistajan päätöksentekoa valintoja tehdessään. Opinnäytetyölle asetettiin kolme tutkimuskysymystä:

- 1) Käsittelytapojen taloudellinen kannattavuus
- 2) Käsittelytapojen vaikutus maisemaan ja
- 3) Käsittelytapojen sopivuus eri tavoiteryhmien metsänomistajille.

Kaikkiin näihin kysymyksiin löytyi vastauksia ja niitä on käsitelty tulokset -osiossa. Tulokset olivat mielenkiintoisia. Yhteenvedona tuloksista todettakoon, että peitteisen metsätalouden käsittelytapaketjut menestyivät hyvin kannattavuusvertailussa ja ovat myös maisemallisesti armeliaita. Voi myös todeta, että suurella todennäköisyydellä jokaiselle metsänomistajalle löytyy sopiva metsänkäsittelytapa, jos vain tahtotilaa löytyy. Näitä eri variaatioita tulee metsänomistajille aktiivisesti markkinoida.

Simulointi tulevaisuuteen sisältää aina epävarmuustekijöitä. Toteutuuko puuston kasvu simulaatiomallin olettamalla tavalla tai miten toteutuu puutavaran hinta, hintasuhde ja korjuukustannukset. Hintatekijöihin vaikuttaa lisäksi paikallinen olosuhde, saavutettavuus, leimikon koko ja niin edelleen. Pitkissä simulaatioissa myös ilmastonmuutoksella on oma osuutensa. Nämä pitää huomioida tulosten tulkinnassa. Taloudellista kannattavuutta laskettaessa hahmotetaan suuntaviivat eikä takerruta yksittäisiin euroihin tai tuloksiin.

Metsiköille on toteutettavissa satoja ellei jopa tuhansia erilaisia käsittelytapojen ja käsittelytapaketjujen versioita. Tähän työhön valittiin 33 käsittelytavaltaan ja/tai käsittelyajankohdaltaan erilaista käsittelyketjua, jotka simuloitiin viidelle eri kivaikon kankaan metsikkökuviolle. Vertailussa oli jaksollisen kasvatuksen ja peitteisen metsätalouden menetelmiä, alaharvennukseen ja yläharvennukseen pohjautuvia vaihtoehtoja sekä päätehakkuna siemenpuuhakkuuseen tai avohakkuuseen päättyviä vaihtoehtoja. Hakkuutavan lisäksi hakkuuajankohdan vaikutus verrattiin.

Lopullisen päätöksen metsänkäsittelyratkaisuista tekee metsänomistaja. Tässä työssä käsiteltyjen taloudellisten ja maisemallisten argumenttien lisäksi päätökseen vaikuttaa muun muassa metsänomistajan elämäntilanne. Sen vaikutus voi ylittää kaikki metsätalouden ja maisemanhoidon hyvin lasketut ja suunnitellut perusteet. Metsänomistaja voi säästellä metsiensä hakkuita pahan päivän varalle, jolloin metsän annetaan kasvaa. Poikkeuksellisen suuri rahantarve voi yllättää metsänomistajan, tuolloin metsäomaisuutta voi joutua realisoimaan rankalla kädellä ennenaikaisesti. Yksi useimpia metsänomistajia kohtaava tilanne on sukupolvenvaihdos joko hallittuna ennakkoon tehtynä tai vähemmän hallittuna esimerkiksi perinnön kautta. Tämäkin usein aiheuttaa tilanteen, jossa rahoitusta tarvitaan. Onneksi metsä taipuu moneksi, sen tämäkin opinnäytetyö osoittaa. Vaikka hakkuutulot otetaan metsästä etupainotteisesti, niin metsä jatkaa uusien taimien muodossa kasvuaan ja siten myös tuottoaan.

Hakkuri-sovellus toimi hyvin, teknisiä ongelmia simuloinnin aikana ei ollut. Sovellus on kevyt ja helppokäyttöinen ja sopii kuviokohtaiseen simulointiin. Ymmärrän sovelluksen kehittämis- ja ylläpitoresurssit ja odotukseni sovellukselta olivat sen mukaiset. Muutamia työn aikana esiin tulleita kehitysehdotuksia haluaisin kuitenkin ylläpitäjille lähettää. Ensimmäkin kasvatettavan puulajin valinta ei onnistunut. Selkeimmin tämä tuli esiin kuivahkon kankaan siemenpuuhakkuiden simuloinnissa, joissa jäljelle jääväksi puustoksi sovellus jätti osin tai jopa kokonaan kuusta, vaikka siemenpuukelpoisia mäntyjäkin olisi ollut tarjolla.

Toinen havainnoimani asia liittyi jatkuvan kasvatuksen hakkuiden simuloinnin liukusäätimillä toteutettuun harvennusvoimakkuuden säätöön. Se ei välttämättä ollut paras mahdollinen työkalu harvennuksen jälkeisen pohjapinta-alan hallintaan. Palaaminen myöhemmin, jo kertaalleen tehtyyn simulointiin oli haastavaa, kun yritettiin päästä alkuperäistä simulointia vastaavaan pohjapinta-alaan. Kehitysehdotuksena tähän on numeronäyttö jokaisen liukusäätimen rinnalle, jolloin poistuma voidaan asettaa uusintasimuloinneissa samalla tavalla kuin ensimmäisellä kerralla. Vaihtoehtoisesti voisi lisätä jäävän puuston pohjapinta-alan näytön. Jaksollisen kasvatuksen harvennushakkuissa jäävän puuston pohjapinta-ala valittiin suoraan numeraalisena ja näin harvennusmallien mukaisesti simuloitu harvennus antaa hallitun lopputuloksen.

Kolmantena kehitysehdotuksena on undo-mahdollisuus eli ainakin viimeisimmän toimenpiteen peruutus. Tätä niin sanottua "eiku"-nappulaa olisin omassa työssäni tarvinnut useamman kerran.

Tässä tutkimuksessa käytettiin pääosin suositusten mukaisia harvennusvoimakkuuksia. Kannattavuuslaskennassa esille nousi hakkuun voimakkuuden vaikutus. Voimakkain kasvatushakkuuketju oli myös tämän tutkimuksen kannattavuusvertailun kannattavin. Mielestäni hakkuiden voimakkuuden vaikutus kannattavuuteen olisi hyvä tutkimusaihe omaksi opinnäytetyökseen.

Alkuvaiheen ajatuksena tässä tutkimuksessa oli myös tehdä vertailevia simulointeja toisella tai vaikka useammallakin sovelluksella ja vertailla simulointien tuloksia ja sovelluksia keskenään. Työn edetessä ja laajetessa oli kuitenkin tämä vertailu rajattava tutkimuksen ulkopuolelle. Tässäkin on hyvä aihe seuraaville opiskelijoille opinnäytetyötään varten.

Hakkuutavoista ja hakkuiden voimakkuuksista nousi esiin myös muutamia ajatuksia. Poimintahakkuu ja yläharvennus ovat hakkuutapoina lähellä toisiaan. Onko kysymys todellisesta hakkuutapaerosta vai terminologiakikkailusta? Tätä asiaa pohti myös Annika Kangas blogissaan.

Hakkuiden lain sallimista voimakkuuksista tein myös havainnon. Tutkimuksen kohteena olevan tilan kuivahkon kankaan metsikkökuvioilla pohjapinta-alan lakirajana on tasaikäiskasvatuksessa kahdeksan (8) m<sup>2</sup> ja eri-ikäiskasvatuksessa kuusi (6) m<sup>2</sup> hehtaarilla. Johdatteleeko tämä voimakkaita hakkuuta tavoittelevia metsänomistajia siirtymään eri-ikäiskasvatukseen?

Metsänhoidon suosituksissa suositellut harvennusvoimakkuudet ovat lakirajoja lievemmiä. On mahdollista, että julkisen metsäneuvonnan tahot eivät halua osallistua suosituksia voimakkaampiin, mutta lakirajat täyttyviin harvennuksiin. Näissä tapauksissa apu on haettava kaupallisilta toimijoilta tai vastattava toteutuksesta itse.

Tämä tutkimus on ollut erittäin mielenkiintoinen, ajan hallinnan vuoksi aihetta on täytynyt rajata. Kiinnostus tämän tutkimuksen tekemiseen on omakohtainen ja oma-aloitteinen. Tämä tutkimus on jatkoa Haukivaaran tilalle tekemälleni metsä-

suunnitelmalle ja auttaa meitä metsänomistajina pohtimaan varttuneiden kasvatusemetsien käsittelyä lähitulevaisuudessa. Uskon tästä olevan apua muillekin metsänomistajille ja toivon jopa metsäammattilaisten omalta osaltaan kiinnostuvan tuloksista.

## 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 5.3.2021 <https://jukuri.luke.fi/handle/10024/546476>.

Hotanen, J-P., Nousiainen, H., Mäkipää, R., Reinikainen, A. & Tonteri, T. 2013. Metsätyypit – opas kasvupaikkojen luokitteluun. Porvoo: Metsäkustannus Oy ja Metsäntutkimuslaitos.

Huuskonen, S. & Ahtikoski, A. 2014. Metsänkasvatuksen kannattavuus. Teoksessa S. Huuskonen, J. Hynynen & S. Valkonen (toim.) Metsänkasvatus – menetelmät ja kannattavuus. Porvoo: Metsäkustannus Oy ja Metsäntutkimuslaitos 33 – 44.

Huuskonen, S., Kojola, S., Niemistö, P., Saarinen, M., Hökkä, H. & Hynynen, J. 2014. Tasaikäisen metsän kasvatus. Teoksessa S. Huuskonen, J. Hynynen & S. Valkonen (toim.) Metsänkasvatus – menetelmät ja kannattavuus. Porvoo: Metsäkustannus Oy ja Metsäntutkimuslaitos, 45 – 98.

Hänninen, H., Valonen, M. & Haltia, E. 2020. Metsänomistajat palveluiden käyttäjinä: Metsänomistaja 2020-tutkimuksen tuloksia. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 63/2020. Helsinki: Luonnonvarakeskus. Viitattu 5.3.2021 <https://jukuri.luke.fi/handle/10024/546239>.

Juutinen, A., Ahtikoski, A. & Rämö, J. 2020. Puuntuotannon kannattavuuteen vaikuttavat tekijät jatkuvapeitteisessä metsänkasvatuksessa. Metsätieteen aikakauskirja 2020-10313. Viitattu 17.12.2020 [https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/545828/Juutinen\\_et\\_al\\_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/545828/Juutinen_et_al_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

Kangas, A. 2019. Metsänkasvatus on taitolaji – hakkuutapojen vastakkainasettelu ei kanna pitkälle. Blogiartikkeli 28.10.2019. Viitattu 25.3.2021 <https://www.luke.fi/blogi/metsankasvatus-on-taitolaji-hakkuutapojen-vastakkainasettelu-ei-kanna-pitkalle/>

Karjalainen, A. 2021. Metsäyhtymä Karjalainen Veli-Pekka ja Vilho Antero. Omistajan haastattelu 24.1.2021.

Karjalainen, V-P. 2020. Metsäsuunnitelma vuosille 2020–2030, Haukivaara. Henkilökohtainen arkisto.

Karppinen, H., Hänninen, H. & Horne, P. 2020. Suomalainen metsänomistaja 2020. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 30/2020. Helsinki: Luonnonvarakeskus. Viitattu 15.12.2020 <https://jukuri.luke.fi/handle/10024/545837>.

Luonnonvarakeskus 2020. Metsävarat. VMI-ryhmä, Luke. 8.10.2018/MLin. Viitattu 11.1.2021 <https://www.luke.fi/tietoa-luonnonvaroista/metsa/metsavarat-ja-metsasuunnittelu/metsavarat/>.

Maa- ja metsätalousministeriö 2020. Metsälaki. Viitattu 15.1.2021 <https://mmm.fi/metsat/metsatalous/metsatalouden-kestavyys/metsalaki>.

Mehtätalo, L. 2002. Valtakunnalliset puukohtaiset tukkivähennysmallit männylle, kuuselle, koivulle ja haavalle. Metsätieteen aikakauskirja 4/2002: 575 – 591. Viitattu 15.3.2021 <https://metsatieteenaikakauskirja.fi/pdf/article6196.pdf>.

Metsälaki 12.12.1996/1093.

Norokorpi, Y. 2020. Jatkuvan kasvatuksen historia ja tulevaisuus Lapissa. Verkoluento, Lapin ammattikorkeakoulu 3.11.2020. Viitattu 13.1.2021 <https://connect.eoppimispalvelut.fi/pz1tmpkk2mxn/>.

Pukkala, T. 2013. Jokametsän kasvumallit laajentavat suunnittelun mahdollisuuksia. Teoksessa E. Lähde & T. Pukkala, (toim.) Alikasvoksesta ylispuuksi. Helsinki: Joen Forest Program Consulting, 9 – 26.

Pukkala, T. 2018. Jokametsän hakkuuohjeet. Teoksessa Y. Norokorpi & T. Pukkala, T. (toim.) Jatkuvaa kasvatusta jokametsään. Helsinki: Joen Forest Program Consulting, 9 – 20.

Pukkala, T. 2020. Hakkuri – ohjelma versio 5.0.

Pukkala, T., Lähde, E. & Laiho, O. 2013. Species interactions in the dynamics of even- and uneven-aged boreal forests. *Journal of Sustainable Forestry*. 371 – 403. Viitattu 15.2.2021 [https://www.researchgate.net/profile/Timo\\_Pukkala/publication/262872809\\_Species\\_Interactions\\_in\\_the\\_Dynamics\\_of\\_Even-\\_and\\_Uneven-Aged\\_Boreal\\_Forests/links/589dc8d9a6fdccf5e96a4ff1/Species-Interactions-in-the-Dynamics-of-Even-and-Uneven-Aged-Boreal-Forests.pdf?origin=publication\\_detail](https://www.researchgate.net/profile/Timo_Pukkala/publication/262872809_Species_Interactions_in_the_Dynamics_of_Even-_and_Uneven-Aged_Boreal_Forests/links/589dc8d9a6fdccf5e96a4ff1/Species-Interactions-in-the-Dynamics-of-Even-and-Uneven-Aged-Boreal-Forests.pdf?origin=publication_detail).

Suomen Metsäkeskus 2020. Metsään.fi-palvelu. Viitattu 8.1.2021 [https://asiointi.metsaan.fi/group/metsanomistaja\\_private/metsatila/-/metsatilat-laaja/kiinteisto/113085190](https://asiointi.metsaan.fi/group/metsanomistaja_private/metsatila/-/metsatilat-laaja/kiinteisto/113085190).

Sved, J. & Koistinen, A. (toim.) 2019. Metsänhoidon suositukset kannattavaan metsätalouteen, työopas. Tapion julkaisuja. Viitattu 16.2.2021 [https://tapio.fi/wp-content/uploads/2020/09/Metsanhoidon\\_suosituks\\_kannattavaan\\_metsatalouteen\\_TAPIO\\_2019.pdf](https://tapio.fi/wp-content/uploads/2020/09/Metsanhoidon_suosituks_kannattavaan_metsatalouteen_TAPIO_2019.pdf).

Tapio Palvelut Oy 2020. Tapion summa-arvomenetelmän taulukot.

Valkonen, S. 2014. Eirakenteisen metsän kasvatus. Teoksessa S. Huuskonen, J. Hynynen & S. Valkonen (toim.) Metsänkasvatus – menetelmät ja kannattavuus. Porvoo: Metsäkustannus Oy ja Metsäntutkimuslaitos, 99 – 116.

Valkonen, S. 2020. Metsän jatkuvasta kasvatuksesta. Tallinna: Metsäkustannus Oy ja Luonnonvarakeskus.

Valtioneuvoston asetus metsien kestävästä hoidosta ja käytöstä 30.12.2013/1308.

Ympäristöministeriö, Maa- ja metsätalousministeriö, ELY-keskukset, Suomen Metsäkeskus, Suomen Ympäristökeskus, Metsähallitus & Luonnonvarakeskus 2020. Suojelisitko metsäsi Metso ohjelmassa? Viitattu 15.1.2021 <https://www.metsonpolku.fi/fi-FI/Metsanomistajalle>.

Äijälä, O., Koistinen, A., Sved, J., Vanhatalo, K. & Väisänen, P. (toim.) 2019. Metsänhoidon suositukset. Tapion julkaisuja. Viitattu 15.12.2020 [https://tuhtametsasta.fi/wp-content/uploads/2019/10/Metsanhoidon\\_suosituksset\\_Tapio\\_2019.pdf](https://tuhtametsasta.fi/wp-content/uploads/2019/10/Metsanhoidon_suosituksset_Tapio_2019.pdf) .

## LIITTEET

- Liite 1. Metsikkökuvio 28, Simulointivaihtoehdot ja pohjapinta-alat
- Liite 2. Metsikkökuvio 28, Nykyarvo 3 % kaikki käsittelyketjut
- Liite 3. Metsikkökuvio 28, Nykyarvolaskelma
- Liite 4. Metsikkökuvio 34, Simulointivaihtoehdot ja pohjapinta-alat
- Liite 5. Metsikkökuvio 34, Nykyarvo 3 % kaikki käsittelyketjut
- Liite 6. Metsikkökuvio 34, Nykyarvolaskelma
- Liite 7. Metsikkökuvio 47, Simulointivaihtoehdot ja pohjapinta-alat
- Liite 8. Metsikkökuvio 47, Nykyarvo 3 % kaikki käsittelyketjut
- Liite 9. Metsikkökuvio 47, Nykyarvolaskelma
- Liite 10. Metsikkökuvio 49, Simulointivaihtoehdot ja pohjapinta-alat
- Liite 11. Metsikkökuvio 49, Nykyarvo 3 % kaikki käsittelyketjut
- Liite 12. Metsikkökuvio 49, Nykyarvolaskelma
- Liite 13. Metsikkökuvio 103, Simulointivaihtoehdot ja pohjapinta-alat
- Liite 14. Metsikkökuvio 103, Nykyarvo 3 % kaikki käsittelyketjut
- Liite 15. Metsikkökuvio 103, Nykyarvolaskelma



## Liite 1. Metsikkökuvio 28, Simulointivaihtoehdot ja pohjapinta-alat

VE	Aika vuosia								
	0	5	10	15	20	25	30	35	40
1	Lepo/kasvatus								
2	AH16		AVH						
3	AH16				AVH				
4	AH16						AVH		
5	AH16								AVH
6			AH17		AVH				
7			AH17				AVH		
8			AH17						AVH
9					AH17		AVH		
10					AH17				AVH
11	YH16			AVH					
12	YH16					AVH			
13	YH16							AVH	
14			YH17			AVH			
15			YH17					AVH	
16					YH17			AVH	
17	AH16		SMPH2	YPH					
18	AH16				SMPH2	YPH			
19			AH17		SMPH2	YPH			
20			AH17				SMPH2	YPH	
21	YH16				SMPH2		YPH		
22	YH16						SMPH2	YPH	
23			YH17				SMPH2	YPH	
24	YH16				YH17				YH17
25	POHa16				POHa12				
26	POHa16						POHa12		
27	POHb16				POHb14				POHb14
28	POHb16						POHb15		
29	POHc10				POHx8				
30	PAH12				YH14*				
31			PAH12				YH14*		
32	AVH								
33			AVH						

AH = alaharvennus

AVH = avohakkuu

YH = yläharvennus

SMPH = siemenpuuhakkuu

PAH = Pienaukkohakkuu

YPH = ylispuuhakkuu,ylispuiden poisto \* vain välialueet

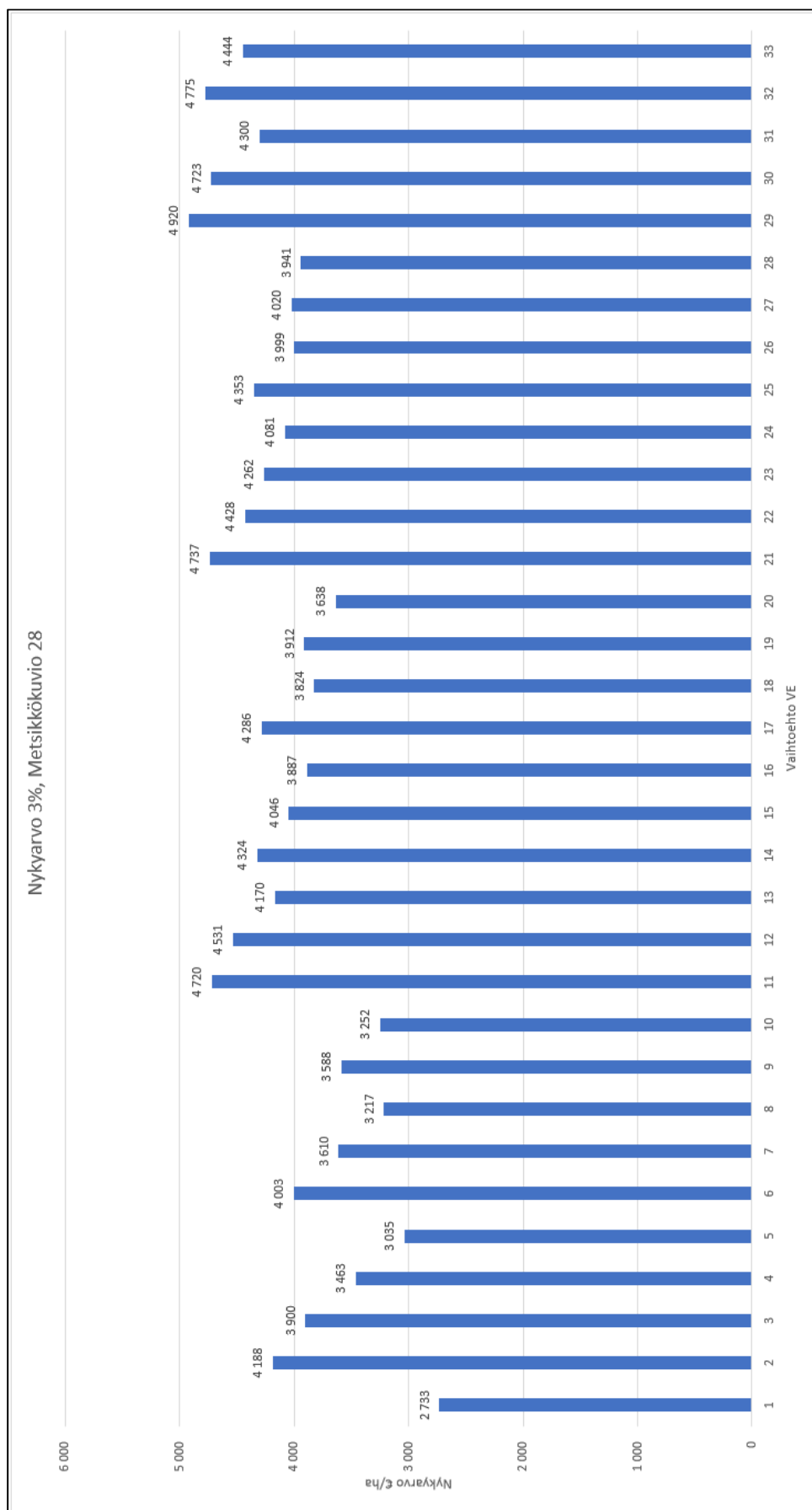
POHa = Poimintahakkuu (versio a)

POHb = Poimintahakkuu (versio b)

POHc = Poimintahakkuu (versio c)

POHx = Poimintahakkuu (muu versio)

## Liite 2 Metsikkökuvio 28, Nykyarvo 3 % kaikki käsittelyketjut



## Liite 3 Metsikkökuvio 28, Nykyarvolaskelma

KUVIO 28	Nykyarvo 3% ilman jälkitöitä	Uudistamiskulut	Taimikon arvo	Taimikonhoito	Nykyarvo 3% netto
Vaihtoehto	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha
VE1	2 733	0 €	0	0	2 733
VE2	4 378	414 €	414	190	4 188
VE3	3 975	308 €	233	0	3 900
VE4	3 523	229 €	169	0	3 463
VE5	3 081	170 €	124	0	3 035
VE6	4 078	308 €	233	0	4 003
VE7	3 670	229 €	169	0	3 610
VE8	3 263	170 €	124	0	3 217
VE9	3 648	229 €	169	0	3 588
VE10	3 298	170 €	124	0	3 252
VE11	4 870	357 €	371	163	4 720
VE12	4 595	266 €	202	0	4 531
VE13	4 223	198 €	144	0	4 170
VE14	4 388	266 €	202	0	4 324
VE15	4 099	198 €	144	0	4 046
VE16	3 870	128 €	144	0	3 887
VE17	4 329	267 €	414	190	4 286
VE18	3 931	199 €	233	141	3 824
VE19	4 019	199 €	233	141	3 912
VE20	3 617	148 €	169	0	3 638
VE21	4 706	199 €	371	141	4 737
VE22	4 373	148 €	202	0	4 428
VE23	4 207	148 €	202	0	4 262
VE24	4 081	0 €	0	0	4 081
VE25	4 353	0 €	0	0	4 353
VE26	3 999	0 €	0	0	3 999
VE27	4 020	0 €	0	0	4 020
VE28	3 941	0 €	0	0	3 941
VE29	4 920	0 €	0	0	4 920
VE30	4 604	0 €	195	76	4 723
VE31	4 233	0 €	124	57	4 300
VE32	4 936	556 €	650	255	4 775
VE33	4 634	414 €	414	190	4 444

Simuloinnin pohjalta on laskettu nykyarvo, johon on lisätty taimikon arvo 40 vuoden kuluttua nykyhetkestä ja vähennetty uudistamis- ja taimikonhoitokustannukset.

## Liite 4 Metsikkökuvio 34, Simulointivaihtoehdot ja pohjapinta-alat

VE	Aika vuosia								
	0	5	10	15	20	25	30	35	40
1	Lepo/kasvatus								
2	AH15		AVH						
3	AH15				AVH				
4	AH15						AVH		
5	AH15								AVH
6			AH16		AVH				
7			AH16				AVH		
8			AH16						AVH
9					AH16		AVH		
10					AH16				AVH
11	YH15			AVH					
12	YH15					AVH			
13	YH15							AVH	
14			YH16			AVH			
15			YH16					AVH	
16					YH16			AVH	
17	AH15		SMPH2	YPH					
18	AH15				SMPH2	YPH			
19			AH16		SMPH2	YPH			
20			AH16				SMPH2	YPH	
21	YH15				SMPH2		YPH		
22	YH15						SMPH2	YPH	
23			YH16				SMPH2	YPH	
24	YH15				YH16				YH17
25	POHa18				POHa15				
26	POHa18						POHa15		
27	POHb18				POHb16				POHb14
28	POHb18						POHb18		
29	POHc12				POHx11				
30	PAH12				YH14*				
31			PAH12				YH14*		
32	AVH								
33			AVH						

AH = alaharvennus

AVH = avohakkuu

YH = yläharvennus

SMPH = siemenpuuhakkuu

PAH = Pienaukkohakkuu

YPH = ylispuuhakkuu,ylispuiden poisto

POHa = Poimintahakkuu (versio a)

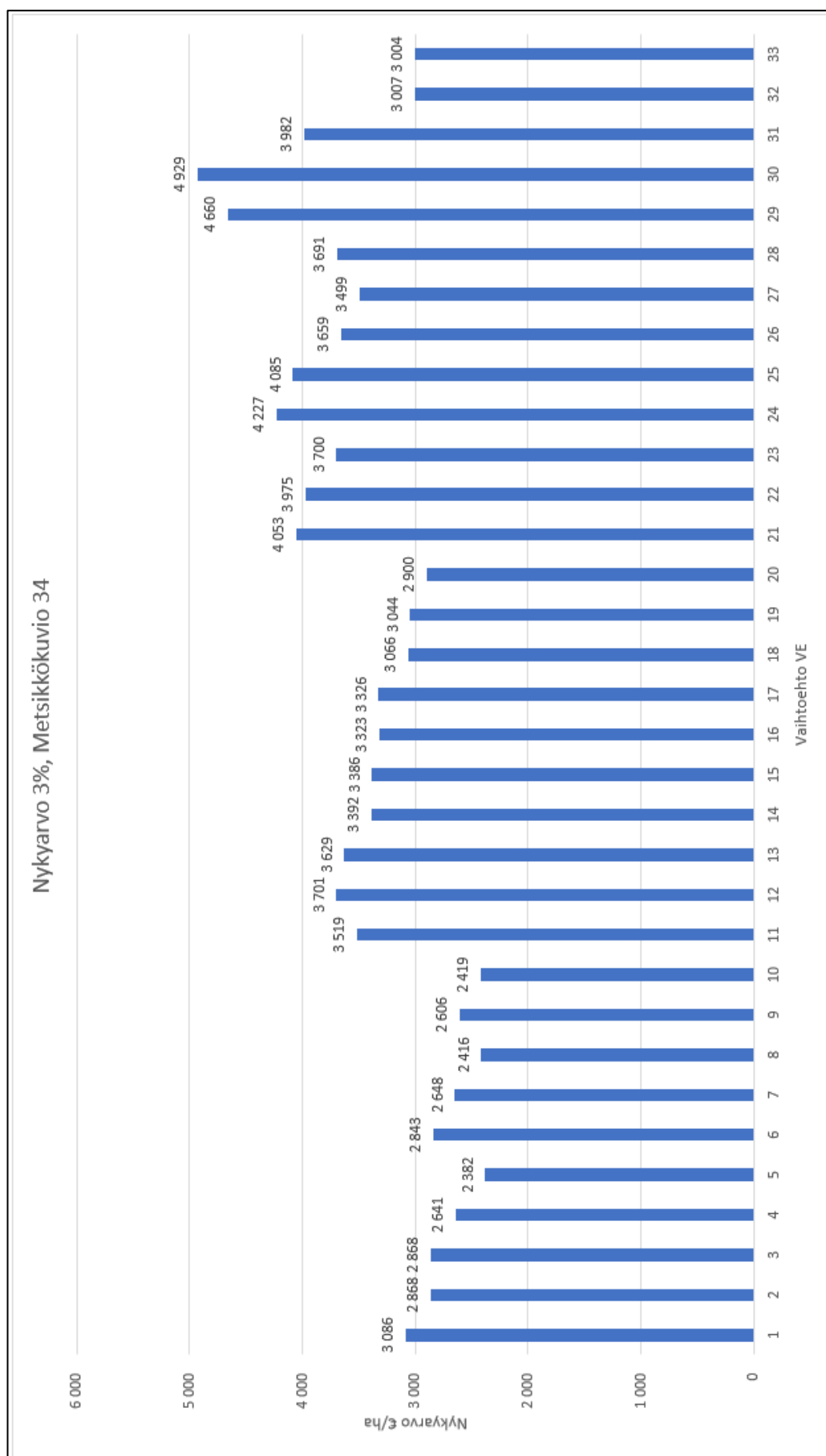
POHb = Poimintahakkuu (versio b)

POHc = Poimintahakkuu (versio c)

POHx = Poimintahakkuu (muu versio)

\* vain välialueet

## Liite 5 Metsikkökuvio 34, Nykyarvo 3 % kaikki käsittelyketjut



## Liite 6 Metsikkökuvio 34, Nykyarvolaskelma

Kuvio 34	Nykyarvo 3% ilman jälkitöitä	Uudistamiskulut	Taimikon arvo	Taimikonhoito	Nykyarvo 3% netto
Vaihtoehto	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha
VE1	3 086	0	0	0	3 086
VE2	3 578	935	414	190	2 868
VE3	3 331	695	233	0	2 868
VE4	2 990	517	169	0	2 641
VE5	2 643	385	124	0	2 382
VE6	3 306	695	233	0	2 843
VE7	2 997	517	169	0	2 648
VE8	2 677	385	124	0	2 416
VE9	2 955	517	169	0	2 606
VE10	2 680	385	124	0	2 419
VE11	4 118	806	371	163	3 519
VE12	4 099	600	202	0	3 701
VE13	3 931	446	144	0	3 629
VE14	3 790	600	202	0	3 392
VE15	3 688	446	144	0	3 386
VE16	3 362	183	144	0	3 323
VE17	3 485	383	414	190	3 326
VE18	3 260	285	233	141	3 066
VE19	3 238	285	233	141	3 044
VE20	2 943	212	169	0	2 900
VE21	4 108	285	371	141	4 053
VE22	3 985	212	202	0	3 975
VE23	3 710	212	202	0	3 700
VE24	4 227	0	0	0	4 227
VE25	4 085	0	0	0	4 085
VE26	3 659	0	0	0	3 659
VE27	3 499	0	0	0	3 499
VE28	3 691	0	0	0	3 691
VE29	4 660	0	0	0	4 660
VE30	4 810	0	195	76	4 929
VE31	3 915	0	124	57	3 982
VE32	3 868	1 256	650	255	3 007
VE33	3 714	935	414	190	3 004

Simuloinnin pohjalta on laskettu nykyarvo, johon on lisätty taimikon arvo 40 vuoden kuluttua nykyhetkestä ja vähennetty uudistamis- ja taimikonhoitokustannukset.

## Liite 7 Metsikkökuvio 47, Simulointivaihtoehdot ja pohjapinta-alat

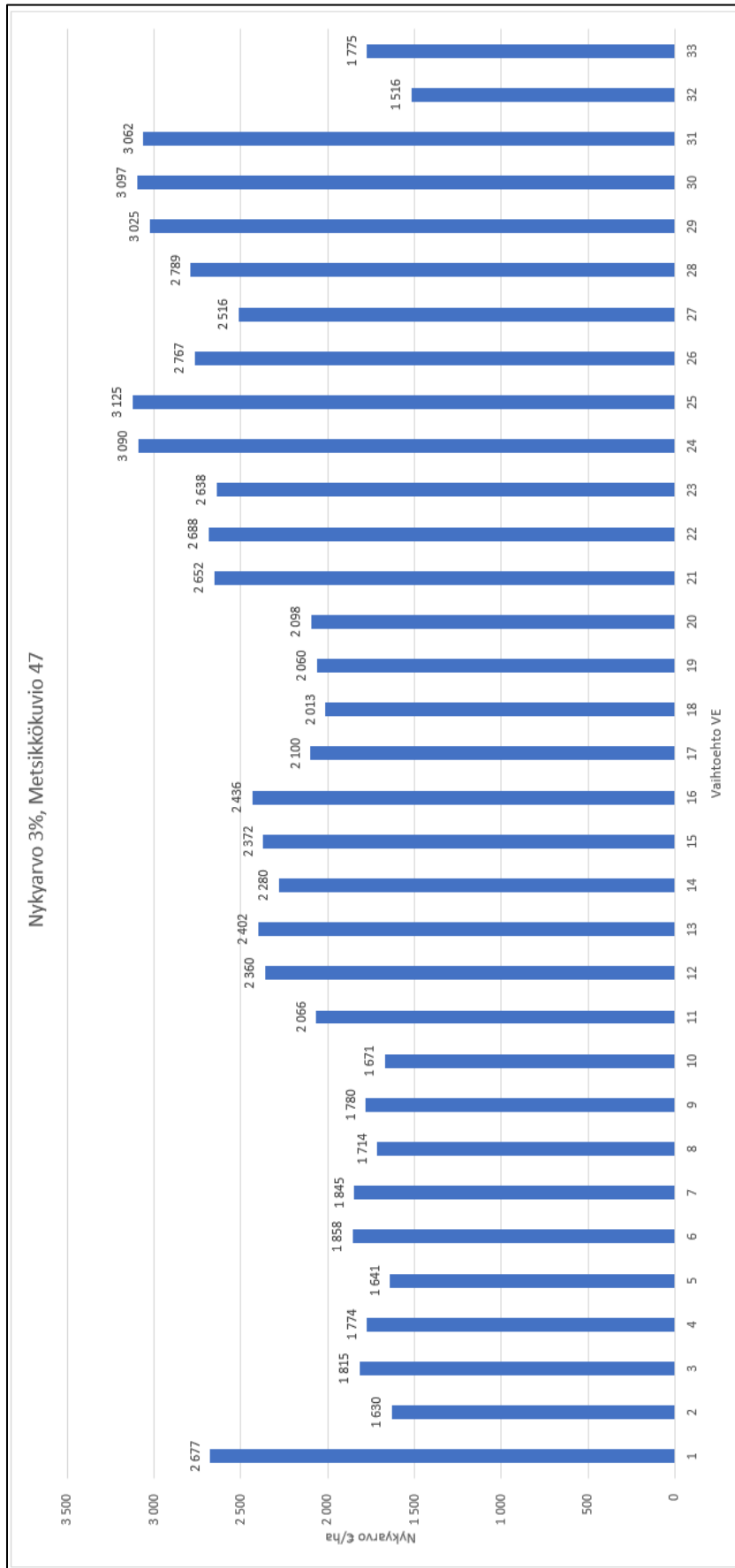
VE	Aika vuosia								
	0	5	10	15	20	25	30	35	40
1	Lepo/kasvatus								
2	AH14		AVH						
3	AH14				AVH				
4	AH14						AVH		
5	AH14								AVH
6			AH15		AVH				
7			AH15				AVH		
8			AH15						AVH
9					AH16		AVH		
10					AH16				AVH
11	YH14			AVH					
12	YH14					AVH			
13	YH14							AVH	
14			YH15			AVH			
15			YH15					AVH	
16					YH16			AVH	
17	AH14		SMPH2	YPH					
18	AH14				SMPH2	YPH			
19			AH15		SMPH2	YPH			
20			AH15				SMPH2	YPH	
21	YH14				SMPH2		YPH		
22	YH14						SMPH2	YPH	
23			YH15				SMPH2	YPH	
24	YH14				YH15				YH16
25	POHa17				POHa16				
26	POHa17						POHa17		
27	POHb17				POHb17				POHb15
28	POHb17						POHb18		
29	POHc12				POHx10				
30	PAH12				YH14*				
31			PAH12				YH14*		
32	AVH								
33			AVH						

AH = alaharvennus  
 AVH = avohakkuu  
 YH = yläharvennus  
 SMPH = siemenpuuhakkuu  
 PAH = Pienaukkohakkuu

YPH = ylispuuhakkuu, ylispuiden poisto  
 POHa = Poimintahakkuu (versio a)  
 POHb = Poimintahakkuu (versio b)  
 POHc = Poimintahakkuu (versio c)  
 POHx = Poimintahakkuu (muu versio)

\* vain välialueet

## Liite 8 Metsikkökuvio 47, Nykyarvo 3 % kaikki käsittelyketjut





## Liite 9 Metsikkökuvio 47, Nykyarvolaskelma

Kuvio 47	Nykyarvo 3% ilman jälkitöitä	Uudistamiskulut	Taimikon arvo	Taimikonhoito	Nykyarvo 3% netto
Vaihtoehto	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha
VE1	2 677	0 €	0	0	2 677
VE2	2 340	935 €	414	190	1 630
VE3	2 278	695 €	233	0	1 815
VE4	2 123	517 €	169	0	1 774
VE5	1 902	385 €	124	0	1 641
VE6	2 321	695 €	233	0	1 858
VE7	2 194	517 €	169	0	1 845
VE8	1 975	385 €	124	0	1 714
VE9	2 129	517 €	169	0	1 780
VE10	1 932	385 €	124	0	1 671
VE11	2 665	806 €	371	163	2 066
VE12	2 758	600 €	202	0	2 360
VE13	2 704	446 €	144	0	2 402
VE14	2 678	600 €	202	0	2 280
VE15	2 674	446 €	144	0	2 372
VE16	2 475	183 €	144	0	2 436
VE17	2 259	383 €	414	190	2 100
VE18	2 207	285 €	233	141	2 013
VE19	2 254	285 €	233	141	2 060
VE20	2 141	212 €	169	0	2 098
VE21	2 707	285 €	371	141	2 652
VE22	2 698	212 €	202	0	2 688
VE23	2 648	212 €	202	0	2 638
VE24	3 090	0 €	0	0	3 090
VE25	3 125	0 €	0	0	3 125
VE26	2 767	0 €	0	0	2 767
VE27	2 516	0 €	0	0	2 516
VE28	2 789	0 €	0	0	2 789
VE29	3 025	0 €	0	0	3 025
VE30	2 978	0 €	195	76	3 097
VE31	2 995	0 €	124	57	3 062
VE32	2 377	1 256 €	650	255	1 516
VE33	2 485	935 €	414	190	1 775

Simuloinnin pohjalta on laskettu nykyarvo, johon on lisätty taimikon arvo 40 vuoden kuluttua nykyhetkestä ja vähennetty uudistamis- ja taimikonhoitokustannukset.

## Liite 10 Metsikkökuvio 49, Simulointivaihtoehdot ja pohjapinta-alat

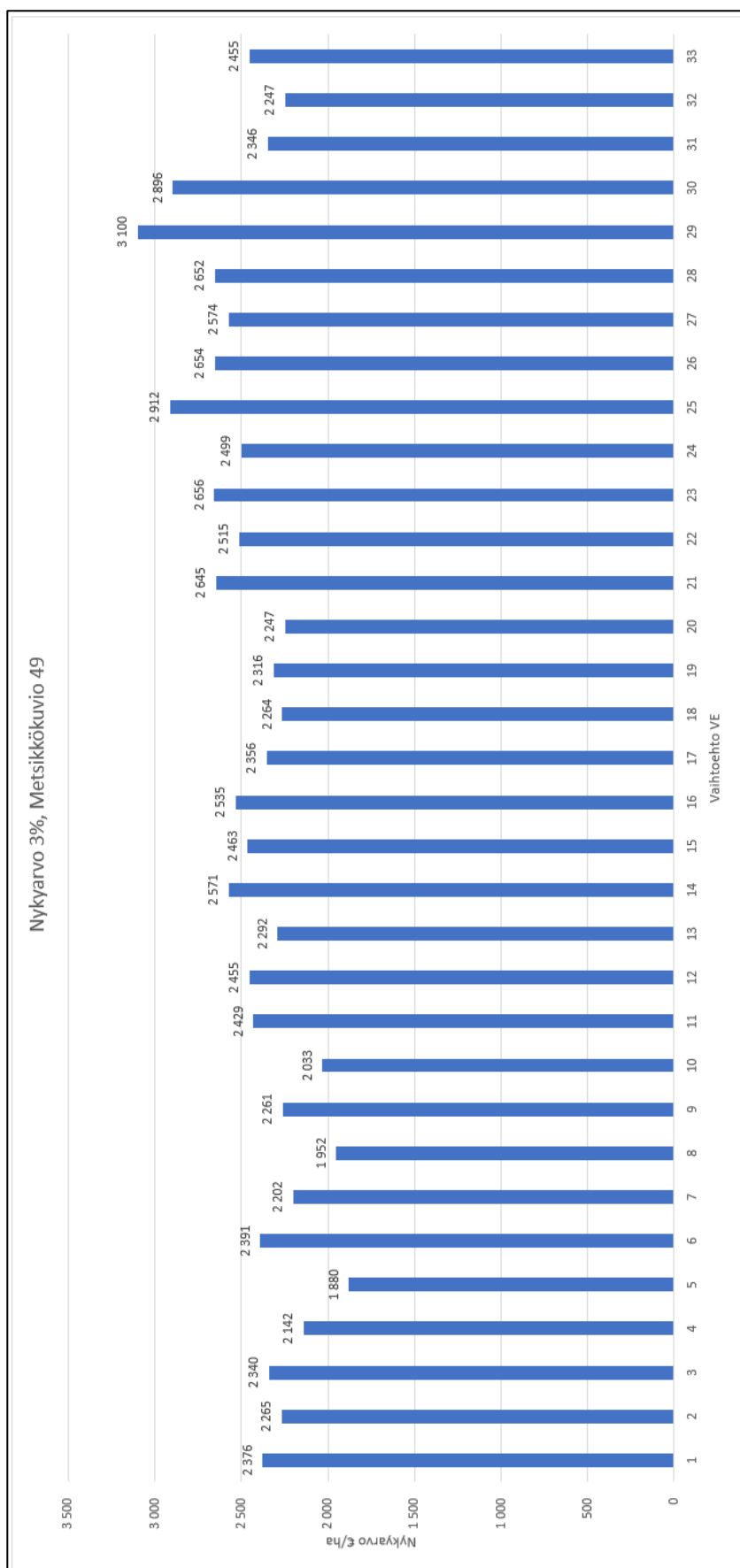
VE	Aika vuosia								
	0	5	10	15	20	25	30	35	40
1	Lepo/kasvatus								
2	AH13		AVH						
3	AH13				AVH				
4	AH13						AVH		
5	AH13								AVH
6			AH15		AVH				
7			AH15				AVH		
8			AH15						AVH
9					AH16		AVH		
10					AH16				AVH
11	YH14			AVH					
12	YH14					AVH			
13	YH14							AVH	
14			YH15			AVH			
15			YH15					AVH	
16					YH16			AVH	
17	AH13		SMPH2	YPH					
18	AH13				SMPH2	YPH			
19			AH15		SMPH2	YPH			
20			AH15				SMPH2	YPH	
21	YH14				SMPH2		YPH		
22	YH14						SMPH2	YPH	
23			YH15				SMPH2	YPH	
24	YH14				YH16				YH16
25	POHa13				POHa13				
26	POHa13						POHa12		
27	POHb13				POHb13				POHb12
28	POHb13						POHb14		
29	POHc8				POHx8				
30	PAH12				YH14*				
31			PAH12				YH14*		
32	AVH								
33			AVH						

AH = alaharvennus  
 AVH = avohakkuu  
 YH = yläharvennus  
 SMPH = siemenpuuhakkuu  
 PAH = Pienaukkohakkuu

YPH = ylispuuhakkuu, ylispuiden poisto  
 POHa = Poimintahakkuu (versio a)  
 POHb = Poimintahakkuu (versio b)  
 POHc = Poimintahakkuu (versio c)  
 POHx = Poimintahakkuu (muu versio)

\* vain välialueet

## Liite 11 Metsikkökuvio 49, Nykyarvo 3 % kaikki käsittelyketjut



## Liite 12 Metsikkökuvio 49, Nykyarvolaskelma

Kuvio 49	Nykyarvo 3% ilman jälkitöitä	Uudistamiskulut	Taimikon arvo	Taimikonhoito	Nykyarvo 3% netto
Vaihtoehto	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha
VE1	2 376	0 €	0	0	2 376
VE2	2 455	414 €	414	190	2 265
VE3	2 415	308 €	233	0	2 340
VE4	2 202	229 €	169	0	2 142
VE5	1 926	170 €	124	0	1 880
VE6	2 466	308 €	233	0	2 391
VE7	2 262	229 €	169	0	2 202
VE8	1 998	170 €	124	0	1 952
VE9	2 321	229 €	169	0	2 261
VE10	2 079	170 €	124	0	2 033
VE11	2 579	357 €	371	163	2 429
VE12	2 519	266 €	202	0	2 455
VE13	2 345	198 €	144	0	2 292
VE14	2 635	266 €	202	0	2 571
VE15	2 516	198 €	144	0	2 463
VE16	2 518	128 €	144	0	2 535
VE17	2 399	267 €	414	190	2 356
VE18	2 371	199 €	233	141	2 264
VE19	2 423	199 €	233	141	2 316
VE20	2 226	148 €	169	0	2 247
VE21	2 614	199 €	371	141	2 645
VE22	2 460	148 €	202	0	2 515
VE23	2 601	148 €	202	0	2 656
VE24	2 499	0 €	0	0	2 499
VE25	2 912	0 €	0	0	2 912
VE26	2 654	0 €	0	0	2 654
VE27	2 574	0 €	0	0	2 574
VE28	2 652	0 €	0	0	2 652
VE29	3 100	0 €	0	0	3 100
VE30	2 797	0 €	162	64	2 896
VE31	2 279	0 €	124	57	2 346
VE32	2 408	556 €	650	255	2 247
VE33	2 645	414 €	414	190	2 455

Simuloinnin pohjalta on laskettu nykyarvo, johon on lisätty taimikon arvo 40 vuoden kuluttua nykyhetkestä ja vähennetty uudistamis- ja taimikonhoitokustannukset.

## Liite 13. Metsikkökuvio 103, Simulointivaihtoehdot ja pohjapinta-alat

VE	Aika vuosia								
	0	5	10	15	20	25	30	35	40
1	Lepo/kasvatus								
2	AH15		AVH						
3	AH15				AVH				
4	AH15						AVH		
5	AH15								AVH
6			AH16		AVH				
7			AH16				AVH		
8			AH16						AVH
9					AH16		AVH		
10					AH16				AVH
11	YH15			AVH					
12	YH15					AVH			
13	YH15							AVH	
14			YH16			AVH			
15			YH16					AVH	
16					YH16			AVH	
17	AH15		SMPH2	YPH					
18	AH15				SMPH2	YPH			
19			AH16		SMPH2	YPH			
20			AH16				SMPH2	YPH	
21	YH15				SMPH2		YPH		
22	YH15						SMPH2	YPH	
23			YH16				SMPH2	YPH	
24	YH15				YH16				YH16
25	POHa13				POHa10				
26	POHa13						POHa10		
27	POHb13				POHb12				POHb10
28	POHb13						POHb13		
29	POHc8				POHx6				
30	PAH12				YH14*				
31			PAH12				YH14*		
32	AVH								
33			AVH						

AH = alaharvennus

AVH = avohakkuu

YH = yläharvennus

SMPH = siemenpuuhakkuu

PAH = Pienaukkohakkuu

YPH = ylispuuhakkuu,ylispuiden poisto

POHa = Poimintahakkuu (versio a)

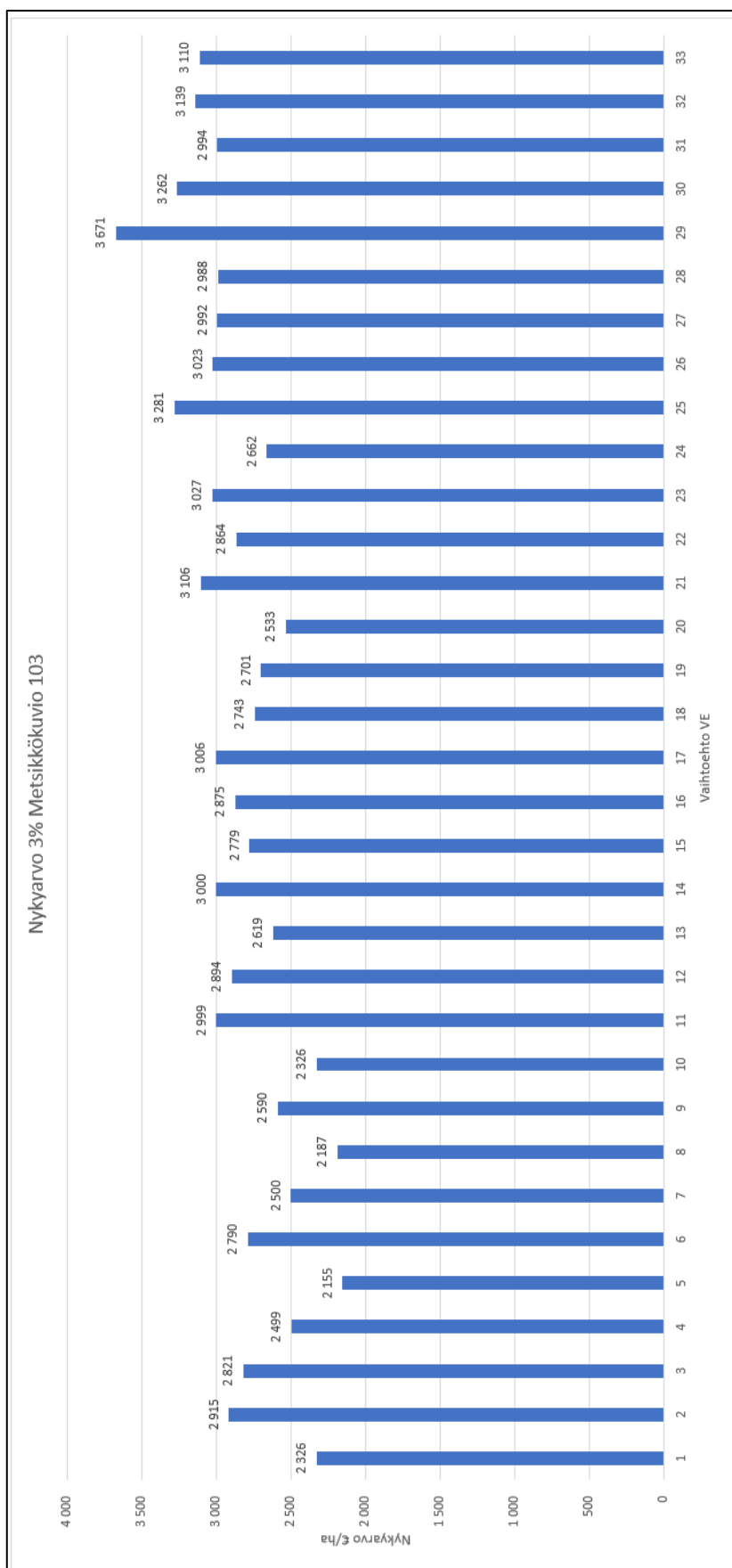
POHb = Poimintahakkuu (versio b)

POHc = Poimintahakkuu (versio c)

POHx = Poimintahakkuu (muu versio)

\* vain välialueet

## Liite 14. Metsikkökuvio 103, Nykyarvo 3 % kaikki käsittelyketjut



## Liite 15. Metsikkökuvio 103, Nykyarvolaskelma

Kuvio 103	Nykyarvo 3% ilman jälkitöitä	Uudistamiskulut	Taimikon arvo	Taimikonhoito	Nykyarvo 3% netto
Vaihtoehto	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha
VE1	2 326	0 €	0	0	2 326
VE2	3 105	414 €	414	190	2 915
VE3	2 896	308 €	233	0	2 821
VE4	2 559	229 €	169	0	2 499
VE5	2 201	170 €	124	0	2 155
VE6	2 865	308 €	233	0	2 790
VE7	2 560	229 €	169	0	2 500
VE8	2 233	170 €	124	0	2 187
VE9	2 650	229 €	169	0	2 590
VE10	2 372	170 €	124	0	2 326
VE11	3 149	357 €	371	163	2 999
VE12	2 958	266 €	202	0	2 894
VE13	2 672	198 €	144	0	2 619
VE14	3 064	266 €	202	0	3 000
VE15	2 832	198 €	144	0	2 779
VE16	2 858	128 €	144	0	2 875
VE17	3 049	267 €	414	190	3 006
VE18	2 850	199 €	233	141	2 743
VE19	2 808	199 €	233	141	2 701
VE20	2 512	148 €	169	0	2 533
VE21	3 075	199 €	371	141	3 106
VE22	2 809	148 €	202	0	2 864
VE23	2 972	148 €	202	0	3 027
VE24	2 662	0 €	0	0	2 662
VE25	3 281	0 €	0	0	3 281
VE26	3 023	0 €	0	0	3 023
VE27	2 992	0 €	0	0	2 992
VE28	2 988	0 €	0	0	2 988
VE29	3 671	0 €	0	0	3 671
VE30	3 143	0 €	195	76	3 262
VE31	2 927	0 €	124	57	2 994
VE32	3 300	556 €	650	255	3 139
VE33	3 300	414 €	414	190	3 110

Simuloinnin pohjalta on laskettu nykyarvo, johon on lisätty taimikon arvo 40 vuoden kuluttua nykyhetkestä ja vähennetty uudistamis- ja taimikonhoitokustannukset.