

**TAIMIKONHOIDON VAIKUTUS METSIKÖN  
KEHITYKSEEN JA AINESPUUN TUOTOKSEEN**

Janne Hollanti  
Heikki Savolainen

Opinnäytetyö

Metsätalouden koulutusohjelma  
Metsätalousinsinööri (AMK)

2022

Metsätalouden koulutusohjelma  
Metsätalousinsinööri (AMK)

---

<b>Tekijät</b>	Janne Hollanti, Heikki Savolainen	<b>Vuosi</b>	2022
<b>Ohjaaja</b>	Kari Pasanen		
<b>Toimeksiantaja</b>	Metsäkeskus		
<b>Työn nimi</b>	Taimikonhoidon vaikutus metsikön kehitykseen ja ainespuun tuotokseen		
<b>Sivumäärä</b>	42		

---

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia taimikonhoidon vaikutuksia metsikön kehitykseen ja ainespuun tuottoon. Toimeksiantajana on Metsäkeskus. Tarkoituksena oli tuottaa toimeksiantajalle käyttökelpoista tietoa, jota voidaan käyttää Metsäkeskuksen Aktiivisuutta metsänomistukseen – lisää hiiltä Lapin metsiin -hankkeessa. Hankkeen tavoitteena on saada metsänomistajat kiinnostumaan enemmän metsänhoidosta.

Inventoinnissa mitattiin kuusi kuivahkon kankaan mäntytaimikkoa ja kuusi tuoreen kankaan kuusitaimikkoa. Kaikki taimikot olivat hoitamattomia, ja niiltä mitattiin koealat Metsäkeskuksen systemaattisen koealojen mittausohjeiden mukaan. Kohdetaimikot saatiin Metsäkeskuksen aineistoista, ja ne sijaitsevat Rovaniemen alueella. Koealojen tuloksia lähdettiin simuloimaan Monsu-ohjelmalla. Kaikista kuvioista simuloitiin hoidettu ja hoitamaton metsikkö. Hoitamaton metsikkö kasvatettiin ensiharvennusikäiseksi, ja siihen tehtiin ennakkoraivaus. Hoidettuun metsikköön tehtiin metsänhoidon suositusten mukainen taimikonhoito, ja metsikkö simuloitiin ensiharvennusikäiseksi. Ensiharvennuksen simuloimme Monsu-ohjelmalla, minkä jälkeen metsiköiden tiedot siirrettiin Hakkuri-ohjelmaan. Hakkurilla hoitamattomiin metsiköihin harvennukset tehtiin alaharvennuksina ja hoidettuihin metsiköihin yläharvennuksina. Hakkurilla jatkoimme simuloimista uudistushakkuuseen saakka. Kaikkien hakkuiden hakkuukertymät kirjattiin Excel-taulukkoon, josta niitä vertailtiin kuviokohtaisesti.

Tutkimuksessa todettiin taimikonhoidon mahdollistavan toimenpiteitä, joilla voidaan kasvattaa tukkipuun määrää kiertoajalla. Tuloksien perusteella hoidetuissa metsiköissä tuoreella kankaalla vuosituotos kasvoi keskimäärin 13 prosenttia ja tukkituotos 40 prosenttia. Kuivahkon kankaan hoidetuissa metsiköissä vuosituotos nousi keskimäärin kuusi prosenttia ja tukkituotos 26 prosenttia. Tuoreella kankaalla havaittiin suuria eroja tukkipuun tuotoksessa, kun parhaillaan se kaksinkertaistui. Lisäksi tuloksista todettiin puuston olevan keskimäärin isompaa ensiharvennuksen jälkeen tuoreella ja kuivahkolla kankaalla metsiköissä, joissa oli simuloitu taimikonhoito. Tämän tutkimuksen avulla nähdään, että taimikonhoidolla on positiivisia vaikutuksia metsikön kehitykseen ja ainespuun tuottamiseen.

Avainsanat

ensiharvennus, simulointi, taimikonhoito

Forestry  
Forestry Engineer

---

<b>Authors</b>	Janne Hollanti Heikki Savolainen	Year	2022
<b>Supervisor</b>	Kari Pasanen		
<b>Commissioned by</b>	Finnish Forest Centre		
<b>Subject of thesis</b>	Effect of tending seedling stand on forest development and timber production		
<b>Number of pages</b>	42		

---

The main aim of the thesis was to study what effects tending of seedling stand has on forest development and timber production. The commissioner of this study was Finnish Forest Centre. The purpose of the study was to provide the commissioner with useful knowledge, that can be used in the Finnish Forest Centre project, Activity for forest ownership- more carbon in Lapland's forests. The aim of the project is to make forest owners more interested in forest management.

In the inventory, six sub-xeric heath pine seedling stands, and six mesic heath spruce seedling stands were measured. All the seedling stands were untended, and test areas were measured according to the Finnish Forest Centre systematic test area measurement guidelines. The subject stands were obtained from Finnish Forest Centre material and are located in the Rovaniemi area. The results from test areas were simulated with Monsu program. Tended and untended versions were simulated from each subject stand. Unmanaged forests were grown until the time of the first thinning and were simulated with clearing before the first thinning. In managed forests the seedling stands were tended according to good forestry guidelines and were grown to the age of first thinning. First thinning was simulated with Monsu program, after which the forest data were transferred to the Hakkuri program. Lower thinning was used in unmanaged forests, and upper thinning in managed forests. With the Hakkuri program, simulations were continued until regeneration felling. The felled volumes were entered to Excel spreadsheet, from which data from each forest compartment can be compared.

The study found that tending of seedling stand allows procedures to increase log yield for forest rotation period. Based on the results, average annual yield increased by 13 percent and log yield by 40 percent in managed mesic heath forests. Average annual yield increased by 6 percent and log yield by 26 percent in managed sub-xeric heath forests. In mesic heath forests, large differences in log yield were observed. In some cases, the yield doubled. In addition, both in the sub-xeric heath and mesic heath forests, the results show that in versions with simulated tending of seedling stands, the forests were larger on average, after first thinning. This study shows that tending of seedling stand has positive effects on forest development and timber production.

Key words                      first thinning, simulation, tending of seedling stand

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	6
2	TAIMIKONHOITO .....	8
2.1	Taimikon varhaisperkaus .....	8
2.2	Taimikonharvennus .....	9
3	METSIEN HAKKUUT .....	11
3.1	Harvennushakkuut .....	11
3.1.1	Ensiharvennus .....	12
3.1.2	Myöhemmät harvennukset .....	12
3.1.3	Alaharvennus .....	13
3.1.4	Yläharvennus .....	13
3.2	Uudistushakkuu .....	14
4	TUTKIMUKSEN TOTEUTS .....	15
4.1	Tutkimuksen menetelmät .....	15
4.2	Taimikkoinventointi .....	15
4.3	Simuloinnit .....	17
5	TULOKSET .....	24
5.1	Tuoreen kankaan kuusikot .....	24
5.1.1	Kuvio 1 .....	24
5.1.2	Kuvio 5 .....	25
5.1.3	Kuvio 6 .....	26
5.1.4	Kuvio 9 .....	27
5.1.5	Kuvio 19 .....	28
5.1.6	Kuvio 33 .....	29
5.2	Kuivahkon kankaan männiköt .....	30
5.2.1	Kuvio 10 .....	30
5.2.2	Kuvio 11 .....	31
5.2.3	Kuvio 14 .....	32
5.2.4	Kuvio 17 .....	33
5.2.5	Kuvio 48 .....	34
5.2.6	Kuvio 85 .....	35
5.3	Tulosten tarkastelu .....	36

6 POHDINTA.....	40
LÄHTEET.....	42

## 1 JOHDANTO

Suomessa on lähes 1,6 miljoonaa hehtaaria nuoria metsiä, joilla hoitotoimenpiteet ovat myöhässä. Taimikonhoidolla on vaikutuksia harvennusten ajankohtaan ja kertymään sekä kiertoajan puuntuotokseen ja pituuteen. Taimikonhoidolla halutaan luoda tasainen taimikko, joka kasvaa hyvin sekä tuottaa tuloja tulevissa hakkuissa. Taimikonhoidon ajankohta sekä voimakkuus vaikuttavat merkittävästi metsikön tukkipuun tuottamiseen ja puiden laadun kehitykseen. (Huuskonen, Hynynen & Valkonen 2014, 60, 72.)

Metsätalouteen ja -teollisuuteen taimikoiden hoitamattomuudella voi olla merkittäviä haittavaikutuksia. Laadukas tukkipuu on merkittävässä asemassa hiilen varastoitumisessa pitkäkestoisiin puutuotteisiin. Taimikoiden hoitamatta jättämisellä on siten negatiivisia vaikutuksia hiilensidontaan. (Lehtonen ym. 2021, 57.)

Opinnäytetyömme tarkoituksena on tehdä tutkimus osana Metsäkeskuksen Aktiivisuutta metsänomistukseen – lisää hiiltä lapin metsiin -hanketta. Hankkeen toteuttajana toimii Suomen Metsäkeskus ja osatoteuttajana Maanmittauslaitos. Hankkeella halutaan aktivoida passiivisia metsänomistajaryhmiä toimenpiteisiin, jotka parantavat metsien kasvua ja sitä kautta metsien hiilensidontakykyä. Nämä toimenpiteet ovat erilaisia omistusjärjestelyjä, joiden avulla metsien hoitoon liittyvät päätökset helpottuvat. (Metsäkeskus 2022.)

Saimme opinnäytetyömme aiheen syyskuun alussa 2021. Kyselimme mahdollisia aiheita koululta ja mielenkiintomme herätti Metsäkeskuksen toimeksianto. Valitsimme sen, koska aihe vaikutti ajankohtaiselta ja hyödylliseltä. Opinnäytetyömme vaati myös maastotyöskentelyä, joka toi monipuolisuutta työskentelyyn. Lisäksi meillä on aiempaa kokemusta taimikonhoidosta, mikä vahvisti haluamme tehdä opinnäytetyö aiheesta.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää, mitä vaikutuksia taimikonhoidolla on metsikköön koko kiertoajalle. Tavoitteena on tutkia vaikutuksia hakkuukertymiin ja tukkipuun tuottamiseen. Hiilensidontaa tarkastellaan puuston kasvun ja tukkipuun osuuden kautta. Tutkimuksessa simuloidaan inventoituja tuoreen ja kuivahkon kankaan taimikoita.

Aihe on mielenkiintoinen, sillä tuloksilla voidaan vaikuttaa metsänomistajien suhtautumiseen taimikonhoitoon. Taimikonhoitoon ja sen käyttöön liittyvää päätöksentekoa voidaan helpottaa tuoreella tutkimuksella. Hiilensidonnan potentiaali on aiheena ollut esillä viime vuosina, tämä tekee aiheesta ajankohtaisen. Toimeksiantajan tavoitteena on testata ja kehittää menetelmiä, joilla aktiivisen metsätalouden harjoittamisen edellytyksiä parannetaan.

## 2 TAIMIKONHOITO

Taimikonhoidolla mahdollistetaan kasvatettaville puulajeille parhaat kasvuolosuhteet, jolloin nopeutetaan taimien kasvua ja turvataan metsänuudistus. Taimikonhoitotöihin kuuluvat täydennysistutus, heinän torjunta, varhaisperkaus ja taimikonharvennus. Valittava hoitotoimenpide riippuu pääasiassa taimikon tiheydestä, iästä sekä laadusta. (Äijälä, Koistinen, Sved, Vanhatalo & Väisänen 2014, 85–88.)

Taimikon varhaishoidon ja varhaisperkauksen avulla varmistetaan kasvatettavien taimien kasvutila ja resurssit hävittämällä pintakasvillisuuden ja muun puuston luomaa kilpailua. Myöhemmässä taimikonhoidossa harvennetaan puustoa niin, että kasvamaan jätetään laadukkaimmat ja taloudellisesti arvokkaimmat puulajit. Puuston tiheys jätetään sille sopivaan kasvatustiheyteen. (Saksa, Miina & Uotila 2016, 8–9.)

Mäntyjen, kuusten ja koivujen kasvatuksen tavoitteena on järeä ja hyvänlaatuisen puusto. Laadun vaikutus tuotteen lopulliseen arvoon on suuri. Taimikonhoidon tavoitteena on puuston nopea kehitys ja runkojen hyvä laatu. Lisäksi taimikonhoitovaiheessa tehdään monimuotoisuuden osalta merkittäviä päätöksiä. Taimikonhoidossa jätetään kasvamaan soveliaalle kasvupaikalle koivujen lisäksi pihlajia, raitoja sekä haapoja. (Kuru 2011, 88–89.)

### 2.1 Taimikon varhaisperkaus

Varhaisperkauksen ajankohta riippuu vesakon ja taimikon pituudesta ja tiheydestä. Runsas vesakko aiheuttaa kilpailua taimikossa ja pahimmillaan vaurioittaa havupuiden latvoja. Varhaisperkaus suoritetaan yleensä silloin, kun vesakko alkaa häiritsemään kasvatettavia taimia. Varhaisperkausta ei kannata viivästyttää, sillä myöhästynyt perkaus on työläämpää ja vesakko ehtii vaikuttamaan taimien kasvuun. Varhaisperkauksessa on myös otettava huomioon, että lehtipuiden taimet kasvavat havupuiden taimia nopeammin. Varhaisperkauksessa poistetaan kilpailevaa lehtipuustoa siten, että kasvatettavat taimet saavat tilaa. Lehtipuustoa voidaan kuitenkin jättää kasvamaan aukko kohtiin ja monimuotoisuuden lisäämiseksi. (Äijälä ym. 2014, 85–87.)



Mikäli taimikko on uudistettu mäntyä kylvämällä, voidaan varhaisperkauksen yhteydessä harventaa myös kylvötuppaat. Tavallisesti männyn taimikossa tavoitellaan 4000–5000 männyn sekä lehtipuiden tainta hehtaarilla varhaisperkauksen jälkeen. Haavat tulee kuitenkin poistaa kokonaan, jotta versoruostesieni ei pääse leviämään männyn taimikossa. Kuusen ja koivun taimikoissa varhaisperkauksessa poistetaan kasvua haittaava puusto. (Äijälä ym. 2014, 87.)

## 2.2 Taimikonharvennus

Taimikonharvennuksella lisätään puuston järeytymistä, parannetaan kasvuolosuhteita ja tavoitellaan arvokkaampaa puustoa hakkuissa. Harvennuksella alennetaan hirvi- ja lumituhoriskejä, ja taimikon laatua parannetaan poistamalla huonolaatuisia puita (Kuvio 1). Puulajisuhteita säädellään esimerkiksi vähentämällä lehtipuiden määrää taimikossa. Taimikonharvennus helpottaa myös puunkorjuuta tulevaisuudessa. (Äijälä ym. 2014, 88.)



Kuvio 1. Hoitamaton havupuutaimikko (Äijälä ym. 2014,91)

Mäntytaimikoissa harvennus on ajankohtainen yleensä 5–7 metrin mittaisena, mutta Pohjois-Suomessa jo 3–5 metrin pituudessa. Mäntytaimikot suositellaan

harventamaan 3–4 metrin pituisina, jos niiden runkoluku on yli 6000 runkoa hehtaarilla. Taimet ovat ohittaneet pahimman hirvituhoriskin vaiheen 3–4 metrin pituisina, mutta mikäli harvennusta lykätään, voi taimikko kärsiä lumituhoista. Mäntytaimikossa hehtaarille jätetään 2000–2200 tainta, johon suositellaan jätettäväksi kuitenkin alle kymmenen prosentin lehtipuusekoitus. Pohjois-Suomessa kuusentaimit harvennetaan 2–3 metrin keskipituudessa. Muualla maassa harvennusajankohdaksi suositellaan 3–4 metrin keskipituutta. Kuusentaimit jätetään 1800–2000 tainta hehtaarille, joista korkeintaan 20 prosenttia suositellaan olevan lehtipuuta. Sopivalla lehtipuusekoituksella voidaan täyttää aukkoista taimikkoa ja tuoda vaihtelua metsikköön. Lehtipuusekoitus lisää myös luonnon monimuotoisuutta. (Äijälä ym. 2014,90–91.)

### 3 METSIEN HAKKUUT

#### 3.1 Harvennushakkuut

Harvennukseksi kutsutaan toimenpidettä, jossa taimikkovaiheen ohi kasvaneesta metsiköstä poistetaan puita. Harvennuksilla on samalla metsänhoidollisia sekä taloudellisia vaikutuksia. Harvennus on toimenpide, jolla vaikutetaan metsän kehitykseen ja jonka avulla pystytään turvaamaan taloudellinen, ekologinen ja sosiaalinen metsän käyttö. (Hynynen 2011, 105.)

Harvennusten toteutus tasapainottelee harvennuksen ajoituksen, kannattavuuden ja voimakkuuden välillä. Ajoituksella ja voimakkuudella vaikutetaan harvennushakkuiden kasvamaan jäävään puustoon sekä hakkuukertymään. Harvennuksen voimistaminen ja viivästäminen lisäävät puunkorjuun kannattavuutta ja puukertymää. (Huuskonen ym. 2014, 68.)

Harvennushakkuut parantavat metsän kannattavuutta tuottamalla harvennuksen yhteydessä tuloja sekä niiden vaikutukset ulottuvat seuraaviin hakkuisiin. Hakkuiden puulajivalinalla turvataan monimuotoisuutta jättämällä lahoppuit sekä säästöpuiksi sopivia puita metsään. (Huuskonen ym. 2014, 69.)

Metsikön aineispuun tuotosta voidaan lisätä harvennushakkuilla keskittämällä kasvu valittuihin puuyksilöihin. Lisää kasvutilaa saaneet puut järeytyvät ja parantavat paksuuskasvuun, jolloin aineispuuta saadaan enemmän. Metsikön kokonaistuotosta eli biomassaa, ei voida harvennushakkuilla lisätä, vaan eniten kokonaistuotosta saadaan harventamattomassa metsässä. (Huuskonen ym. 2014, 69.)

Mikäli harvennushakkuita ei tehdä, kasvaa tiheys suureksi ja kaikille puille ei riitä kasvutilaa. Heikompaan asemaan jääneet puut alkavat kuolla, jolloin luonnon poistuman osuus puuston kokonaistuotoksesta saattaa olla jopa kolmannes. Harvennushakkuissa otetaan talteen valtaosa tulevasta luonnonpoistumasta ja myydään se aineispuuna ennen puiden luontaista kuolemista. (Huuskonen ym. 2014, 69.)

Koneketjun työskentely on hankalaa metsiköissä, joissa taimikonhoito on jäänyt puutteelliseksi. Luontoisesti syntynyt tiheä alikasvos haittaa näkyvyyttä ja koneiden hakkuulaitteella ei ole riittävästi tilaa liikkua. Tiheä alikasvos hidastaa merkittävästi työskentelyä ja lisää puustovaurioiden riskiä. Ennakkoraivauksessa poistetaan alikasvosta, jotta puunkorjuu helpottuisi. Ennakkoraivauksessa ainespuuksi kelpaamatonta alikasvosta poistetaan ainespuiden ympäriltä noin metrin säteeltä. Jos alikasvos ei haittaa puunkorjuuta, sitä ei tarvitse raivata. Tiheille harvennuskohteille on suositeltavaa tehdä ennakkoraivaus noin 1–3 vuotta ennen harvennusta, tällöin raivattu puusto ehtii painua maahan, jossa se ei haittaa korjuuta. Ennakkoraivausta ei ole välttämätöntä tehdä, mikäli harvennuskohteelle on tehty riittävä taimikonharvennus, tai sinne ei ole ehtinyt syntyä uutta alikasvosta. (Äijälä ym. 2014, 150–151.)

### 3.1.1 Ensiharvennus

Nuoren metsän ensimmäinen kasvatushakkuu on ensiharvennus, josta saadaan myyntikelpoista puuta. Ensiharvennus on metsänhoidollisesti tärkein harvennushakkuu. Taloudellisesti tulojen osuus on noin kymmenen prosenttia koko kiertoajan puunmyyntituloista. Ensiharvennus on metsää hoitava toimenpide ja sen tärkein tavoite on turvata kasvatettavan puuston elinvoimaisuus. (Huuskonen ym. 2014, 81.)

Taloudellisesti ensiharvennus on sijoitus tulevaisuuden tuottojen lisäämiseksi. Tavoite ensiharvennuksella on nopeuttaa puustoa järeytymään tukkipuumittoihin ja keskittää kasvu hyvälaatuisiin ja arvokkaisiin puihin, jolloin myöhempien hakuiden tulot suurenevät. Taimikkovaiheessa ajallaan tehdyt hoitotoimenpiteet lisäävät ensiharvennuksen kannattavuutta. (Huuskonen ym. 2014, 81.)

### 3.1.2 Myöhemmät harvennukset

Harvennusten lukumäärä määrittyy harvennusten voimakkuuksien ja ajoitusten perusteella. Lisäksi harvennusten määrään vaikuttaa poistettavien puiden valinnat ja kiertoajan pituus. Myöhemmissä harvennuksissa painottuu toimenpiteen kannattavuus suhteessa metsänhoidollisiin tekijöihin. (Huuskonen ym. 2014, 82.)

Hakkuutulujen merkitys on ensiharvennusta paljon suurempi, koska harvennuskertymään sisältyy taloudellisesti arvokasta tukkipuuta. Myöhempien harvennusten harvennustapa ja ajankohta voidaan toteuttaa ensiharvennusta joustavammin metsänomistajan markkinatilanteen, tuotto-odotusten tai tavoitteiden mukaan. (Huuskonen ym. 2014, 82.)

### 3.1.3 Alaharvennus

Alaharvennuksessa poistettavat puut ovat metsikön pienimpiä. Kasvamaan jätetään terveet ja parhaiden kasvaneet pää- ja lisävaltapuut. Lisäksi huonolaatuiset, mutkaiset ja haaraiset puut poistetaan. Huonolaatuinen tai muuta puustoa pienempi puu jätetään kasvamaan, jos sen poistamisesta syntyisi metsikköön selvä aukko. (Niemistö 2005, 73.)

Alaharvennuksessa kasvamaan jäävät puut ovat elinvoimaisimmat, joten tuleva kasvu keskitetään kasvukyvyltään ja kasvuolosuhteiltaan parhaimpiin puihin. Metsikön keskiläpimitta suurenee alaharvennuksen myötä, kun pienempiä puita poistetaan. Hakkuukertymä koostuu metsikön pienemmistä puista ja siksi poistettavien puiden keskitilavuus on pienempi kuin kaikkien metsikön puiden tilavuus harvennusta ennen. Harvennustapana alaharvennus sopii lähes aina ja se onkin yleisin harvennustapa Suomessa. Seuraavan harvennuksen kertymä järeytyy alaharvennuksen ansiosta ja keskeisenä tavoitteena on aikaistaa päätehakkuuta tai kasvattaa päätehakkuujäreyttä. (Huuskonen ym. 2014, 79.)

### 3.1.4 Yläharvennus

Yläharvennuksella halutaan parantaa hakkuun välitöntä kannattavuutta isomilla hakkuutuloilla kuin alaharvennuksessa. Yläharvennuksessa poistetaan pienempien puiden lisäksi myös metsikön suurimpia valtapuita isomman harvennuskertymän saamiseksi. Pääasiassa hyväkasvuiset ja hyväkuntoiset lisävaltapuut jätetään kasvamaan. Yläharvennus soveltuu hoidettuihin kuusikoihin ja männiköihin, kun taas se ei sovellu hoitamattomiin ja ylitiheinä kasvaneisiin metsiin. Lisäksi yläharvennusta ei suositella karuille kasvupaikoille, koska se pidentäisi kieroaikaa liikaa. (Huuskonen ym. 2014, 79.)

Yläharvennuksen jälkeen puuston keskiläpimitta jää pienemmäksi kuin alaharvennuksen jälkeen. Lisäksi yläharvennus pienentää päätehakkuusta saatavia tuloja sekä lisää metsikön kiertoaikaa 10–15 vuotta, mikäli metsä kasvatetaan samaan päätehakkuujäreyteen kuin alaharvennettu metsä. Yläharvennuksen toteuttaminen vaatii tarkkaavaisuutta niin jätettävien puiden valinnassa kuin riittävän puustopääoman säilyttämisessä, sillä järeiden puiden poistaminen nostaa harvennuksen voimakkuutta. (Huuskonen ym. 2014, 79–80.)

### 3.2 Uudistushakkuu

Uudistushakkuissa metsästä korjataan vanhaa hidaskasvuista puustoa, jotta tilalle saadaan uusi puusukupolvi. Metsälaki ei rajoita milloin metsään voidaan tehdä uudistushakkuu. Yleensä tasaikäisrakenteinen metsä määritellään uudistuskypsäksi silloin, kun kasvattaminen tai harventaminen ei ole enää kannattavaa. Uudistushakkuumenetelmä valitaan metsänomistajan tavoitteiden sekä metsän kasvupaikan perusteella. Menetelmiä ovat avohakkuu, siemenpuuhakkuu, kaistalehakkuu ja suojuspuuhakkuu. (Äijälä ym. 2014, 62–63, 127.)

Metsänuudistus vaikuttaa maisemaan, metsästä saataviin aineettomiin ja aineellisiin hyötyihin sekä muuhun ympäristöön. Vaikutuksen voimakkuus vaihtelee uudistushakkuutavasta riippuen. Uudistushakkuun vaikutuksia voidaan lieventää esimerkiksi luontokohteiden suojavyöhykkeillä, rajaamalla hakkuualaa ja säästöpuuryhmien sijoittamisella. Metsälaki asettaa velvoitteen metsänuudistamiselle uudistushakkuun jälkeen. Tämä tarkoittaa sitä, että uudistusalalla tulee olla tietty määrä kasvatuskelpoisia, yli 50 senttimetrin mittaisia taimia tiettyyn määräraikaan mennessä. (Äijälä ym. 2014, 62–63, 127.)

## 4 TUTKIMUKSEN TOTEUTS

### 4.1 Tutkimuksen menetelmät

Tässä opinnäytetyössä tutkimuksen kohteena on kuusi tuoreen kankaan kuusi-taimikkoa sekä kuusi kuivahkon kankaan mäntytaimikkoa. Näille taimikoille ei ole tehty taimikonhoitoa. Työn antoi tutkittavaksi Metsäkeskus, joka haluaa selvittää miten taimikon hoitamatta jättäminen vaikuttaa aineispuun tuottamiseen, metsikön kehitykseen.

Työn tavoitteena on tuottaa Metsäkeskukselle luotettavaa tietoa, jolla voidaan selvittää taimikonhoidon vaikutukset Lapissa. Tutkimuksen maastotyöt kohdistuivat taimikkoinventointiin, jossa kerättiin tarvittavat tiedot taimikosta. Hakkuri- ja Monsu-ohjelmalla tehtiin tutkimukseen tarvittavat simuloinnit, joissa kuviot simuloitiin taimikkovaiheesta kiertoajan loppuun.

### 4.2 Taimikkoinventointi

Mitattavat taimikot saatiin Metsäkeskukselta. Taimikot oli valittu tutkimukseen Metsäkeskuksen metsävaratietokannasta. Taimikoiden kelpoisuus tähän opinnäytetyöhön oli arvioitu kaukokartoitusaineiston ja maastokäynnin perusteella (Kuvio 2). Kaikki taimikot sijaitsevat Rovaniemen alueella, ja taimikkoinventoinnit suoritettiin marraskuuhun 2021 mennessä.



Kuvio 2. Esimerkki inventoitavasta taimikosta

Taimikkoinventoinnissa keräsimme taimikoiden puustotiedot. Koealat olivat ympärakoealoja ja niiden säde oli 3,99 metriä, jolloin runkolukukertoimena toimi 200. Lämpimitan mittaamiseen käytimme mittasaksia ja pituuden mittaamiseen koealakeppiä, johon olimme merkanneet mitta-asteikon. Puiden iän määrittelimme oksakiehkuroiden ja metsävaratiedon avulla.

Koealojen määrittämiseen käytimme Metsäkeskuksen systemaattisen koealojen mittausohjeita. Systemaattisessa koealojen mittaamisessa ensimmäiseksi määritetään mitattavan kuvion pisimmän halkaisijan tuottama keskilinja. Koeala-väli määräytyy sen mukaan, kuinka iso on kuvion pinta-ala (Taulukko 1). Kuviolta otettavien koealojen määrä on aina vähintään viisi kappaletta. Vähimmäismäärä tulee käytettäväksi vain pienimmillä alueilla. Koealoja pitää mitata aina keskilinjän loppuun asti. Koealamittauksia otetaan lisää, jos mittaajan silmävaraisen arvion perusteella alueen keskilinja ei anna luotettavaa keskiarvoa alueen tiedoista. Näin ollen keskilinjalta valitaan yksi koeala, josta otetaan toinen koealalinja keskilinjaan nähden kohtisuoraan. Lisäksi näistä linjan koealoista otetaan yksi, jonka kohdalta mitataan koealalinja, joka on keskilinjän suuntainen. (Järvenpää 2021.)



Taulukko 1. Koealaväli kuvion koon mukaan (Järvenpää 2021)

Kuvion koko, ha	Linja- ja koealaväli, m
<1,0	25
1,0–2,0	30
2,1–3,0	35
3,1–4,0	40
4,1–6,0	45
>6,0	50

Luotettavat puustotiedot saatiin kerättyä kaikilta kuviolta. Tiedot käsiteltiin Microsoft Excel -taulukkolaskentaohjelmalla (Taulukko 2). Keskiarvot laskettiin inventoiduista koealoista ja tuloksien avulla aloitettiin simuloinnit.

Taulukko 2. Koealatuloksia Excel -taulukossa

Kuvio 33	Puu	Runkoluku koeala	Läpimitta cm	Pituus m			
Kuusi							Runkoluku/ha
	Ka.	Mä	0,16	2	1,5	Mä	32
		Ku	11,2	1,2	1,4	Ku	2233
		Ko	76,5	2,2	3,2	Ko	15300

#### 4.3 Simuloinnit

Tutkimuksessa simulointiin käytettiin Monsu- ja Hakkuri-ohjelmia. Monsu on ohjelmisto, joka on tarkoitettu monitavoitteiseen metsäsuunnitteluun. Suunnitelmaa ohjataan tapauskohtaisesti tavoitteista riippuen. Monsussa kuviolle simuloidaan käsittelyvaihtoehtoja, joiden jälkeen suunnitelma optimoidaan metsänomistajan tavoitteiden mukaisesti. Tavoitteisiin voivat sisältyä puuntuotannon, monikäytön tai ekologiset piirteet. (JFPC 2021.)

Monsu-ohjelmiston päätoimintoja ovat kuviotietojen hallinta, metsän nykytilaa kuvaavien tietojen laskenta, metsäsuunnitelman laadinta ja metsän visualisointi.

Monsu käyttää laskelmien lähtötietona kuviokohtaisen arvioinnin metsävaratietoja, eli se perustuu silmävaraiseen alueelliseen arviointiin. Maastosta inventoitujen tietojen pohjalta jokaiselle metsikkökuviolle perustetaan yksittäisiä puista muodostuva kuvauspuusto, johon kaikki laskelmat perustuvat. Monsu luo maastotiedot automaattisesti kasvumallien avulla siihen vuoteen, johon laskelmat halutaan simuloida. Ohjelmisto laskee metsikköön taloudellista kiireellisyyttä sekä hakkuujärjestystä kuvaavia tunnuksia, Monsu laskee tunnuksista monipuolisen valikoiman. Tunnuksien avulla saadaan tukea metsän taloudellisesti viisaalle käsittelylle, vaikka ei olisi vielä laadittu varsinaista suunnitelmaa. (JFPC 2021.)

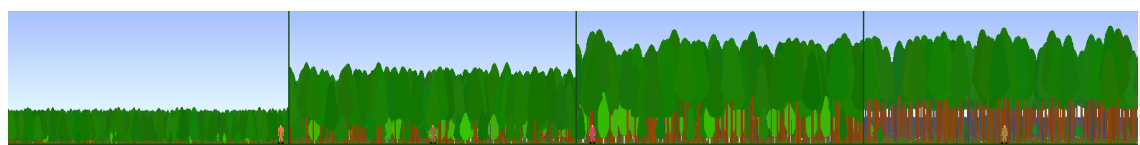
Hakkuri on ohjelma, joka simuloi metsikön kasvua Timo Pukkalan kehittämiin metsikön kasvumalleihin pohjautuen. Hakkurilla pystyy vertailemaan erilaisia metsänkäsittelyvaihtoehtoja metsikkökohtaisesti. Pohjatiedoksi Hakkuriin kirjaetaan puulajikohtaiset pohjanpinta-alat, pituudet, läpimitat ja puuston laatu. Hakkuri arvioi metsälle lähtöpuuston sekä luo puustosta graafisen kuvan. Lisäksi ohjelma tuottaa tiedot puuston tilavuuksista puulajikohtaisesti ja kertoo puutavara-lajisuhteet. Lisäksi ohjelma näyttää metsikön tilavuuskasvun, nykyarvon ja arvokasvuprosentin. Puustoa voidaan kasvattaa ohjelmalla viiden vuoden jaksoissa. Hakkuri antaa vihjeitä puuston käsittelyyn valitsemalla tuottovaatimuksella. Simuloinnissa voidaan määrittää toimenpiteinä avohakkuu tai harvennus. Voimakkuutta voidaan säätää pohjanpinta-alan mukaan, jolloin asetetaan toimenpiteen jälkeinen pohjapinta-ala halutun suuruiseksi. Toimenpidettä voidaan vapaasti säätää ylä- ja alaharvennuksen välillä. (Pukkala 2020.)

Saatuamme luotettavat koealatulokset aloitimme taimikoiden simuloinnit. Monsu-ohjelmalla simuloimme yhteensä 24 simulointia tutkimuskohteena oleville tuoreen ja kuivahkon kankaan 12 taimikoille. Simuloimme kuvioille kaksi metsikköä, hoitamattoman ja hoidetun metsikön. Hoidetussa metsikössä simuloitiin taimikonhoito ja ensiharvennus. Hoitamattomalle metsikölle simuloitiin ennakkoraivaus ja ensiharvennus.

Taimikonharvennus ajankohdan ja tiheyden määrittäminen tehtiin Hyvän metsänhoidon suosituksien mukaisesti. Kuivahkon kankaan männiköiden harvennustiheytenä oli 2200 tainta hehtaarilla, josta kymmenen prosenttia oli lehtipuuta. Kuivahkon kankaan mäntytaimikot harvennettiin keskimäärin 3–5 metrin pituudessa.

Tuoreen kankaan kuusikoiden harvennustiheys oli 2000 tainta hehtaarilla, joista 20 prosenttia oli lehtipuuta. Kuusitaimikot tuoreella kankaalla harvennettiin keskimäärin 2–3 metrin pituudessa. Kahdella tuoreen kankaan kuviolla kuusikko oli kärsinyt lehtipuustosta, ja koivikko oli valloittanut kasvualaa niin pahasti, ettei näillä kuvioilla voinut käyttää samaa harvennustiheyttä kuin muilla kuvioilla.

Ensiharvennus Monsulla simuloitiin, kun ainespuuta kertyi harvennuksessa vähintään 30 kuutiota hehtaarilta (Kuvio 3). Sopivat kasvatuskasvien pituudet määritettiin kaikille simuloitaville metsiköille. Harvennuskertymät listattiin puutavara-lajeittain Excel-taulukon ja jäävän puuston tiedot siirrettiin Hakkuri-ohjelmaan, jolla jatkettiin simuloimista.



Tila	1	Kuvio	85	2021	Tila	1	Kuvio	85	2036	Tila	1	Kuvio	85	2051	Tila	1	Kuvio	85	2053
Kuivahko Kangasmaa					Kuivahko Kangasmaa					Kuivahko Kangasmaa					Kuivahko Kangasmaa				
Ikä				10.0 v	Ikä				24.7 v	Ikä				39.8 v	Ikä				42.0 v
Valtapituus				3.5 m	Valtapituus				8.0 m	Valtapituus				11.1 m	Valtapituus				11.5 m
Läpimitta				3.1 cm	Läpimitta				7.7 cm	Läpimitta				11.1 cm	Läpimitta				13.1 cm
Ainespuu				0 m3/ha	Ainespuu				0 m3/ha	Ainespuu				101 m3/ha	Ainespuu				61 m3/ha
Tukkipuu				0 m3/ha	Tukkipuu				0 m3/ha	Tukkipuu				0 m3/ha	Tukkipuu				0 m3/ha
PP-ala				2.4 m2/ha	PP-ala				16.2 m2/ha	PP-ala				30.4 m2/ha	PP-ala				12.5 m2/ha
Runkoluku				6520 kpl/ha	Runkoluku				4799 kpl/ha	Runkoluku				3974 kpl/ha	Runkoluku				1015 kpl/ha
Lahopuu				2 m3/ha	Lahopuu				3 m3/ha	Lahopuu				6 m3/ha	Lahopuu				7 m3/ha
Arvokasvu				0.0 %	Arvokasvu				0.0 %	Arvokasvu				9.3 %	Arvokasvu				7.4 %

Tila	1	Kuvio	85	1.0 ha
Vaihtoehto	1	/	4	
Hiilitase	1,915	tn/ha/v		
Nykyarvo 3%	1190	e/ha		
Kausi	2021-2035			
	Ei käsitellä			
Kausi	2036-2050			
	Ei käsitellä			
Kausi	2051-2052			
	Hakkuualan ennakkoraivaus			
	Alaharvennus			
	Tukki	0	m3/ha	
	Pientukki	0	m3/ha	
	Kuitu	50	m3/ha	

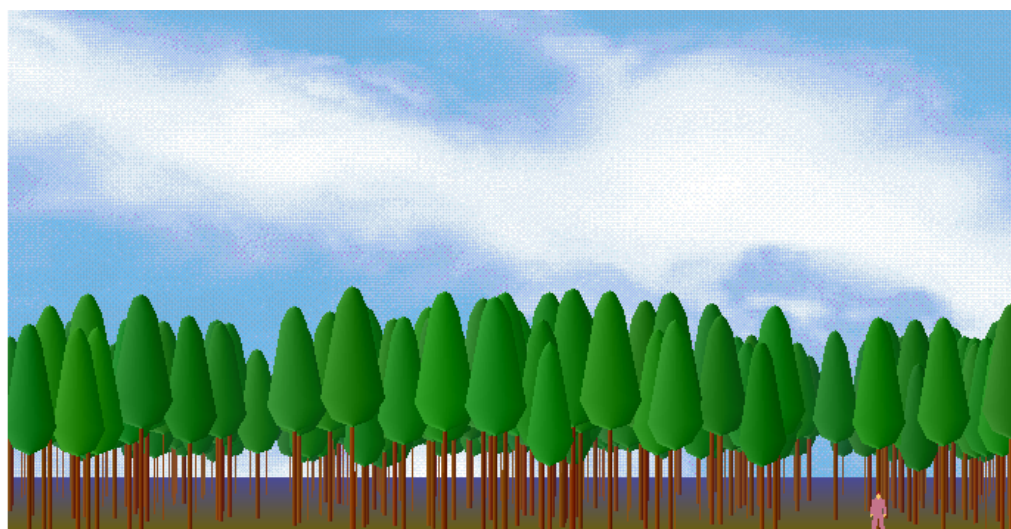
### Kuvio 3. Simulointia Monsu-ohjelmalla

Hakkuri-ohjelmalla metsikön kasvua voi simuloida viiden vuoden jaksoissa. Hakkuri-ohjelma soveltuu varttuneemman metsän kasvatukseen ja hakkuukertymien arvioimiseen (Kuvio 4). Ensiharvennuksen jälkeiset puustotiedot syötettiin Hakkuri-ohjelmaan, jolla simulointia jatkettiin ensiharvennuksesta kiertoajan loppuun.

Monsu näyttää puustotunnukset eri tavalla kuin Hakkuri, joten jouduimme puustotunnusten siirtovaiheessa muuttamaan pituudet valtapituudesta keskipituudeksi sekä arvioimaan koivulle läpimitan. Keskustelimme asiasta opinnäytetyön toimeksiantajan sekä opinnäytetyön ohjaajan kanssa ja päädyimme seuraavaanlaiseen menettelyyn. Kuusten ja mäntyjen valtapituudesta vähensimme yhden

metrin, jolloin saimme Hakkuriin niiden keskipituuden. Koivulle vähensimme metsikön valtapituudesta kaksi metriä, jolloin saimme koivun keskipituuden. Kuusten ja mäntyjen keskiläpimittana käytimme Monsun ilmoittamaa metsikön keskiläpimitta. Koivulla vähensimme metsikön keskiläpimitasta kaksi senttimetriä, jolloin saimme koivulle keskiläpimitan. Tällä menettelyllä saimme simuloitujen metsiköiden kokonaistilavuudet vastaamaan toisiaan molemmissa ohjelmissa.

Hakkurilla toteutimme toisen harvennuksen sekä päätehakkuun. Hakkurilla metsikköä kasvatettiin viiden vuoden jaksaina, joten harvennuksen ja päätehakkuun ajankohta voitiin valita viiden vuoden tarkkuudella. Hakkuuajankohtien määrittämiseen käytimme arvokasvuprosenttia sekä Tapion maastotaulukoita. Simuloimme Hakkurilla yhteensä 24 simulointia.



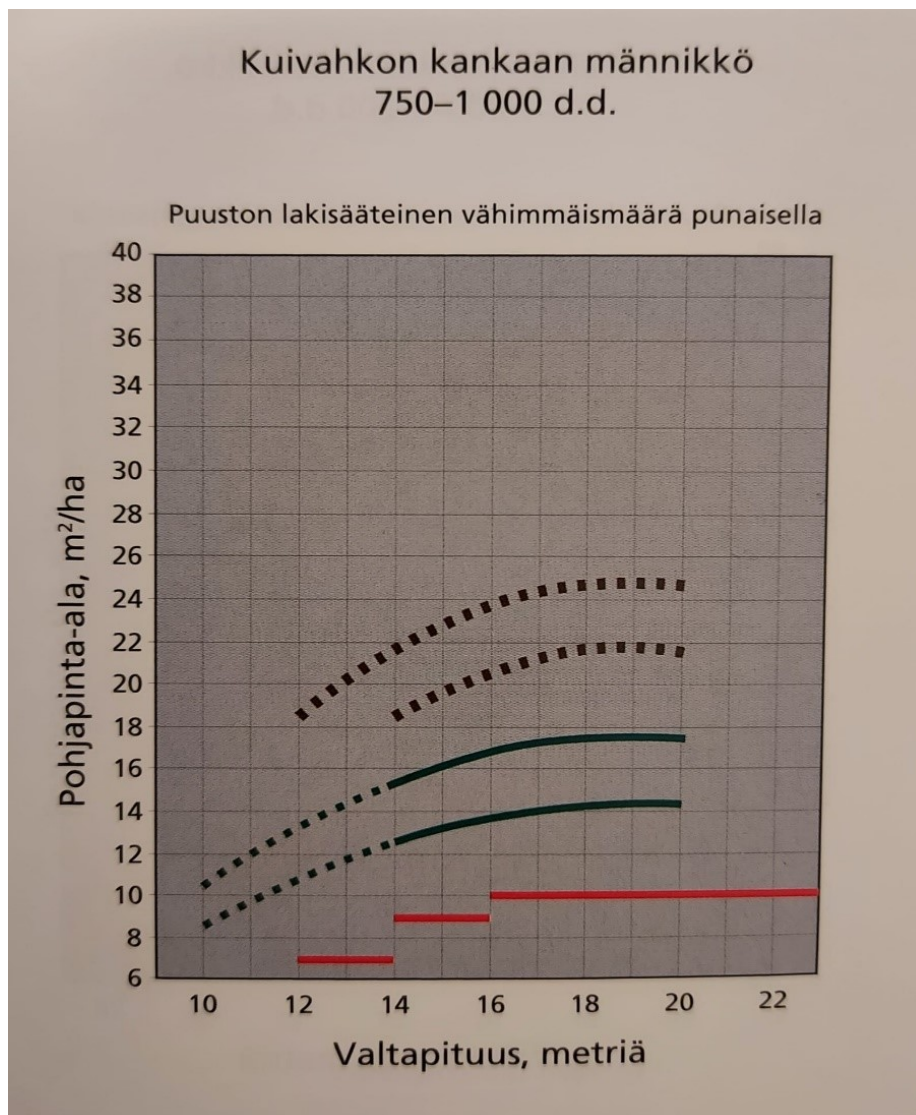
Vuosi 2022							
Puulaji	Tukki m3/ha	Pikku m3/ha	Kuitu m3/ha	PPA m2/ha	RuLu kpl/ha	Läpim cm	Pituus m
Mänty	0	0	63	12.5	988	13.1	10.5
Yhteensä	0	0	63	12.5	988	13.1	10.5
Tilavuuskasvu 5 vuoden aikana			3.9 m3/ha vuodessa				
Arvokasvu 5 vuoden aikana			76 €/ha vuodessa				
Arvokasvuprosentti			8.0 % (Kantoarvo 946 €/ha)				
Nykyarvo 3 %:n korolla			3060 €/ha				
Nykyarvo 5 %:n korolla			1812 €/ha				

Kuvio 4. Kuvion lähtöpuusto Hakkuri-ohjelmassa

Metsänhoidon suositukset toimivat metsänomistajien, yrittäjien, työntekijöiden, sekä metsäasiantuntijoiden metsänhoidon käsikirjana. Se on käsikirja, joka auttaa metsään liittyvissä päätöksenteossa, töiden suunnittelussa ja tuottamisessa.

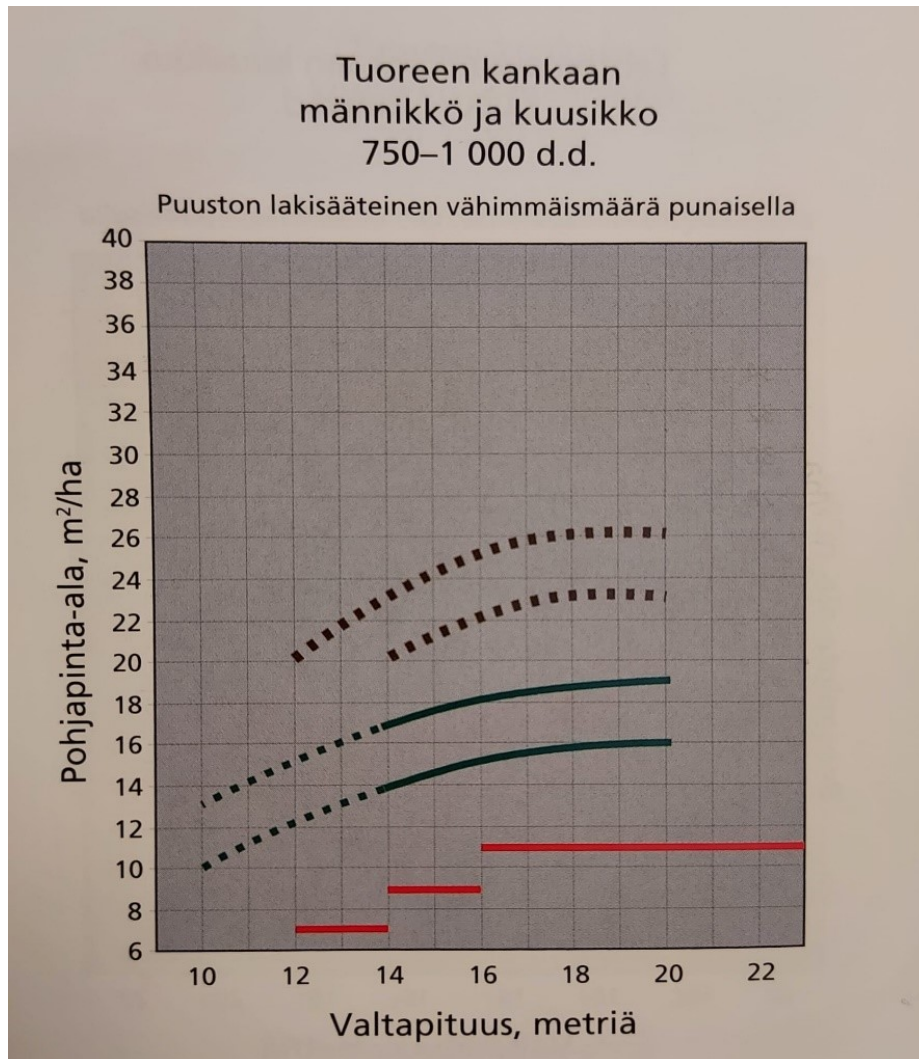
Suosituksset ovat ohjeistus toimivista menetelmistä, joista metsänomistaja voi valita tavoitteidensa mukaisen käsitellä metsäänsä. Metsänhoidon suositukset tarjoavat informaatiota kestävänsä metsänhoidon perustasta ja menetelmistä. Toimenpiteet voidaan tapauskohtaisesti valita tavoitteiden mukaan. Käsikirja on valmistettu laajalla yhteistyöllä metsä-, ympäristö- ja energia-alan ammattilaisten kanssa. Mukana yhteistyössä oli 27 organisaatiota ja kymmenittäin asiantuntijoita. (Äijälä ym. 2014, 11–13.)

Tapion maastotaulukot sisältävät metsänhoidon suositusten mukaiset harvennusmallitaulukot. Kuivahkolle kankaalle (Kuvio 5) ja tuoreelle kankaalle käytetään eri harvennusmallitaulukkoja.



Kuvio 5. Kuivahkon kankaan harvennusmalli (Äijälä ym. 2014, 248)

Harvennusmallitaulukoita käytettiin harvennusajankohdan ja harvennuksen voimakkuuden määrittämisessä. Päätös perustuu metsikön valtapituuteen, pohjapinta-alan määrään ja kasvupaikkatyyppiin (Kuvio 6). Päätehakkuun määrittämiseen käytettiin metsänhoidon suositusten suosittamaa keskiläpimittaa Pohjois-Suomessa, joka on männylle 22–26 senttimetriä ja kuuselle 22–25 senttimetriä. Lisäksi arvokasvuprosentin ollessa 2,5 prosenttia tai vähemmän, näimme uudistamisen ajankohtaiseksi.



Kuvio 6. Tuoreen kankaan harvennusmalli (Äijälä ym. 2014, 248)

Suurimmassa osassa simuloituihin käsittelyketjuihin sisältyi ensiharvennus, toinen harvennus ja päätehakkuu. Yhdellä tuoreen kankaan kuusikolla oli kannattavampaa tehdä kolmas harvennus ennen päätehakkuuta. Yläharvennus tehtiin toisena harvennuksena metsiköihin, joihin oli simuloitu taimikonhoito. Yläharvennus valittiin toimenpiteeksi, koska se sopii hoidettuihin kuusikoihin ja männiköihin.

Yläharvennusta käytettiin hoidetuilla kuvioilla, jotta kiertoaikana kertyisi mahdollisimman paljon tukkipuuta. Tukkipuu on taloudellisesti arvokasta, ja se on tärkeä puutavaralaji hiilensidonnan kannalta.

Puu on rakennusmateriaalina ainoa, joka pohjautuu uusiutuvaan luonnonvaraan. Puu sitoo ilmakehästä hiilidioksidia yhteyttämisen avulla. Sitoutunut hiili jää tuotteeseen koko käyttöajaksi. Rakentamiseen käytetty puukuutiometri säästää keskimäärin kaksi hiilidioksiditonnia. (Janatuinen 2018, 437–438.)

Kaikki ensiharvennukset tehtiin alaharvennuksena. Yläharvennusta ei tehty hoitamattomiin metsiköihin, koska se ei sovellu ylitiheinä kasvaneisiin metsiin. Hoitamattomissa metsiköissä kaikki harvennukset olivat alaharvennuksia. Alaharvennusta käytettiin toimenpiteenä, koska se sopii kaikenikäisiin ja eri puulajien tasarakenteisiin metsiköihin. Kaikista toimenpiteistä kirjattiin kertymät ja kiertoajan pituudet ylös Excel-taulukkoihin tulosten havainnollistamiseksi.

## 5 TULOKSET

### 5.1 Tuoreen kankaan kuusikot

#### 5.1.1 Kuvio 1

Kuviolla 1 hoitamattoman metsikön kiertoaika oli 104 vuotta. Ensiharvennuksen jälkeen keskiläpimitta oli 11,7 senttimetriä ja valtapituus 11,9 metriä. Yhteensä koko kiertoajalta hoitamattomasta metsiköstä kertyi kuusikuitua 42 m<sup>3</sup>, kuusipikkutukkia 5 m<sup>3</sup>, kuusitukkia 59 m<sup>3</sup>, koivukuitua 195 m<sup>3</sup> hehtaarilta.

Hoidetun metsikön kiertoaika oli 104 vuotta. Taimikonhoidossa jätimme mäntyä 100 tainta, kuusta 700 tainta ja koivua 1000 tainta hehtaarille. Hoidetun metsikön keskiläpimitta ensiharvennuksen jälkeen oli 14,6 senttimetriä ja valtapituus 13,4 metriä. Yhteensä koko kiertoajalta hoidetusta metsiköstä kertyi kuusikuitua 68 m<sup>3</sup>, kuusipikkutukkia 14 m<sup>3</sup>, kuusitukkia 89 m<sup>3</sup> ja koivukuitua 146 m<sup>3</sup> hehtaarilta (Taulukko 3).



Taulukko 3. Kuvion 1 lähtöpuusto ja hakkuukertymät

Kuvion 1 lähtöpuusto 2021 (0,61 ha)	Puulaji	Läpimitta cm	Pituus m	Runkoluku/ha			
	Mänty		1,1	1,1	200		
Tuore kangas	Kuusi		1,9	1,5	800		
	Koivu		2,8	3,3	9900		
Taimikonhoidon jälkeen	Puulaji	Runkoluku/ha					
Vuosi 2027	Mänty	100					
	Kuusi	700					
	Koivu	1000					
Hoitamaton kuvio 1						Hoidettu kuvio 1	
1 Harvennus (ala)	Kertymä	m3/ha				1 Harvennus (ala)	Kertymä
Ikä 54v.	Kuusikuitu	7				Ikä 54v.	Kuusikuitu
	Kuusipikkutukki	0					Kuusipikkutukki
	Kuusitukki	0					Kuusitukki
	Koivukuitu	50					Koivukuitu
	Yhteensä	57					Yhteensä
2 Harvennus (ala)	Kertymä	m3/ha				2 Harvennus (ylä)	Kertymä
Ikä 69v.	Kuusikuitu	10				Ikä 74v.	Kuusikuitu
	Kuusipikkutukki	2					Kuusipikkutukki
	Kuusitukki	1					Kuusitukki
	Koivukuitu	28					Koivukuitu
	Yhteensä						Yhteensä
Päättehakkuu	Kertymä	m3/ha				Päättehakkuu	Kertymä
Ikä 104v.	Kuusikuitu	25				Ikä 104v.	Kuusikuitu
	Kuusipikkutukki	3					Kuusipikkutukki
	Kuusitukki	58					Kuusitukki
	Koivukuitu	117					Koivukuitu
	Yhteensä	203					Yhteensä
Yhteensä	Kuusikuitu	42				Yhteensä	Kuusikuitu
	Kuusipikkutukki	5					Kuusipikkutukki
	Kuusitukki	59					Kuusitukki
	Koivukuitu	195					Koivukuitu
	Yhteensä	301					Yhteensä
	Vuosituotos m3/ha	2,9					Vuosituotos m3/ha
	Tukkituotos m3/ha	0,6					Tukkituotos m3/ha

## 5.1.2 Kuvio 5

Kuviolla 5 hoitamattoman metsikön kiertoaika oli sata vuotta. Ensiharvennuksen jälkeen keskiläpimitta oli 13,3 senttimetriä ja valtapituus 13,2 metriä. Yhteensä koko kiertoajalta kertyi kuusikuitua 162 m<sup>3</sup>, kuusipikkutukkia 17 m<sup>3</sup> ja kuusitukkia 128 m<sup>3</sup> hehtaarilta. Koivukuitua ei kertynyt, sillä se ei täyttänyt kuitupuun mittoja ja poistui ennakkoraivauksessa.

Hoidetun metsikön kiertoaika oli 105 vuotta. Taimikonhoidon jälkeen kuviolle jäi kuusia 1800 ja koivua 200 hehtaarille. Keskiläpimitta ensiharvennuksen jälkeen oli 15,4 senttimetriä ja valtapituus 14,6 metriä. Yhteensä koko kiertoajalta kertyi kuusikutua 143 m<sup>3</sup>, kuusipikkutukkia 25 m<sup>3</sup>, kuusitukkia 175 m<sup>3</sup> ja koivukuitua 7 m<sup>3</sup> hehtaarilta (Taulukko 4).

Taulukko 4. Kuvion 5 lähtöpuusto ja hakkuukertymät

Kuvion 5 lähtöpuusto 2021 (1,05 ha)	Puulaji	Läpimitta cm	Pituus m	Runkoluku/ha			
	Mänty	1	1,1	1160			
Tuore kangas	Kuusi	1,4	1,7	2760			
	Koivu	1	1,3	14360			
Taimikonhoidon jälkeen	Puulaji	Runkoluku/ha					
Vuosi 2026	Mänty	0					
	Kuusi	1800					
	Koivu	200					
Hoitamaton kuvio 5					Hoidettu kuvio 5		
1 Harvennus (ala)	Kertymä	m3/ha			1 Harvennus (ala)	Kertymä	m3/ha
Ikä 55v.	Kuusikuitu	52			Ikä 55v.	Kuusikuitu	52
	Kuusipikkutukki	0				Kuusipikkutukki	0
	Kuusitukki	0				Kuusitukki	0
	Koivukuitu	0				Koivukuitu	7
	Yhteensä	52				Yhteensä	59
2 Harvennus (ala)	Kertymä	m3/ha			2 Harvennus (ylä)	Kertymä	m3/ha
Ikä 75v.	Kuusikuitu	40			Ikä 75v.	Kuusikuitu	24
	Kuusipikkutukki	7				Kuusipikkutukki	6
	Kuusitukki	7				Kuusitukki	38
	Koivukuitu	0				Koivukuitu	0
	Yhteensä	54				Yhteensä	68
Päättehakkuu	Kertymä	m3/ha			Päättehakkuu	Kertymä	m3/ha
Ikä 100v.	Kuusikuitu	70			Ikä 105v.	Kuusikuitu	67
	Kuusipikkutukki	10				Kuusipikkutukki	19
	Kuusitukki	121				Kuusitukki	137
	Koivukuitu	0				Koivukuitu	0
	Yhteensä	201				Yhteensä	223
Yhteensä	Kuusikuitu	162			Yhteensä	Kuusikuitu	143
	Kuusipikkutukki	17				Kuusipikkutukki	25
	Kuusitukki	128				Kuusitukki	175
	Koivukuitu	0				Koivukuitu	7
	Yhteensä	307				Yhteensä	350
	Vuosituotos m3/ha	3,1				Vuosituotos m3/ha	3,3
	Tukkituotos m3/ha	1,3				Tukkituotos m3/ha	1,7

### 5.1.3 Kuvio 6

Kuviolla 6 hoitamattoman metsikön kiertoaika oli 95 vuotta. Keskiläpimitta ensiharvennuksen jälkeen oli 14,2 senttimetriä ja valtapituus 13,6 metriä. Yhteensä koko kiertoajalta kertyi kuusikuitua 166 m<sup>3</sup>, kuusipikkutukkia 5 m<sup>3</sup> ja kuusitukkia 139 m<sup>3</sup> hehtaarilta.

Hoidetun metsikön kiertoaika oli sata vuotta. Taimikonhoidon jälkeen jäi kuusia 1800 ja koivua 200 hehtaarille. Keskiläpimitta esiharvennuksen jälkeen oli 15 senttimetriä ja valtapituus 14,4 metriä. Yhteensä koko kiertoajalta kertyi kuusikuitua 152 m<sup>3</sup>, kuusipikkutukkia 29 m<sup>3</sup> ja kuusitukkia 167 m<sup>3</sup> hehtaarilta (Taulukko 5).

Taulukko 5. Kuvion 6 lähtöpuusto ja hakkuukertymät

Kuvion 6 lähtöpuusto 2021 (1,95 ha)	Puulaji	Läpimitta cm	Pituus m	Runkoluku/ha			
	Mänty	1,3	1,26	1240			
Tuore kangas	Kuusi	2,2	2,4	2800			
	Koivu	0,56	1,06	13480			
Taimikonhoidon jälkeen Vuosi 2022	Puulaji	Runkoluku/ha					
	Mänty	0					
	Kuusi	1800					
	Koivu	200					
Hoitamaton kuvio 6					Hoidettu kuvio 6		
1 Harvennus (ala) ikä 50v.	Kertymä	m3/ha			1 Harvennus (ala) ikä 50v.	Kertymä	m3/ha
	Kuusikuitu	59				Kuusikuitu	51
	Kuusipikkutukki	0				Kuusipikkutukki	0
	Kuusitukki	0				Kuusitukki	0
	Koivukuitu	0				Koivukuitu	0
	Yhteensä	59				Yhteensä	51
2 Harvennus (ala) ikä 70v.	Kertymä	m3/ha			2 Harvennus (ylä) ikä 65v.	Kertymä	m3/ha
	Kuusikuitu	40				Kuusikuitu	26
	Kuusipikkutukki	5				Kuusipikkutukki	6
	Kuusitukki	8				Kuusitukki	30
	Koivukuitu	0				Koivukuitu	0
	Yhteensä					Yhteensä	62
Päättehakkuu ikä 95v.	Kertymä	m3/ha			Päättehakkuu ikä 100v.	Kertymä	m3/ha
	Kuusikuitu	67				Kuusikuitu	75
	Kuusipikkutukki	0				Kuusipikkutukki	23
	Kuusitukki	131				Kuusitukki	137
	Koivukuitu	0				Koivukuitu	0
	Yhteensä	198				Yhteensä	235
Yhteensä	Kuusikuitu	166			Yhteensä	Kuusikuitu	152
	Kuusipikkutukki	5				Kuusipikkutukki	29
	Kuusitukki	139				Kuusitukki	167
	Koivukuitu	0				Koivukuitu	0
	Yhteensä	310				Yhteensä	348
	Vuosituotos m3/ha	3,3				Vuosituotos m3/ha	3,5
	Tukkituotos m3/ha	1,5				Tukkituotos m3/ha	1,7

#### 5.1.4 Kuvio 9

Kuviolla 9 hoitamattoman metsikön kiertoaika oli 95 vuotta. Keskiläpimitta ensiharvennuksen jälkeen oli 14,6 senttimetriä ja valtapituus 13,1 metriä. Yhteensä koko kiertoajalta kertyi kuusikuitua 114 m<sup>3</sup>, kuusipikkutukkia 14 m<sup>3</sup>, kuusitukkia 114 m<sup>3</sup> ja koivukuitua 7 m<sup>3</sup> hehtaarilta.

Hoidetun metsikön kiertoaika oli sata vuotta. Taimikonhoidossa jätimme kuusia 1800 ja koivua 200 hehtaarille. Keskiläpimitta ensiharvennuksen jälkeen oli 16,3 senttimetriä ja valtapituus 14,3 metriä. Yhteensä koko kiertoajalta kertyi kuusikuitua 135 m<sup>3</sup>, kuusipikkutukkia 22 m<sup>3</sup>, kuusitukkia 150 m<sup>3</sup> ja koivukuitua 8 m<sup>3</sup> hehtaarilta (Taulukko 6).

Taulukko 6. Kuvion 9 lähtöpuusto ja hakkuukertymät

Kuvion 9 lähtöpuusto 2021 ( 1,78 ha)	Puulaji	Läpimitta cm	Pituus m	Runkoluku/ha			
Tuore kangas	Mänty	1,4	1,2	500			
	Kuusi	1,9	1,6	2500			
	Koivu	1	1,8	10100			
Taimikonhoidon jälkeen Vuosi 2026	Puulaji	Runkoluku/ha					
	Mänty	0					
	Kuusi	1800					
	Koivu	200					
Hoitamaton kuvio 9					Hoidettu kuvio 9		
1 Harvennus (ala)	Kertymä	m3/ha			1 Harvennus (ala)	Kertymä	m3/ha
Ikä 55v.	Kuusikuitu	26			Ikä 55v.	Kuusikuitu	50
	Kuusipikkutukki	0				Kuusipikkutukki	0
	Kuusitukki	0				Kuusitukki	0
	Koivukuitu	7				Koivukuitu	8
	Yhteensä	33				Yhteensä	58
2 Harvennus (ala)	Kertymä	m3/ha			2 Harvennus (ylä)	Kertymä	m3/ha
Ikä 75v.	Kuusikuitu	31			Ikä 70v.	Kuusikuitu	18
	Kuusipikkutukki	4				Kuusipikkutukki	4
	Kuusitukki	8				Kuusitukki	29
	Koivukuitu	0				Koivukuitu	0
	Yhteensä					Yhteensä	51
Päättehakkuu	Kertymä	m3/ha			Päättehakkuu	Kertymä	m3/ha
Ikä 95v.	Kuusikuitu	57			Ikä 100v.	Kuusikuitu	67
	Kuusipikkutukki	10				Kuusipikkutukki	18
	Kuusitukki	106				Kuusitukki	121
	Koivukuitu	0				Koivukuitu	0
	Yhteensä	173				Yhteensä	206
Yhteensä	Kuusikuitu	114			Yhteensä	Kuusikuitu	135
	Kuusipikkutukki	14				Kuusipikkutukki	22
	Kuusitukki	114				Kuusitukki	150
	Koivukuitu	7				Koivukuitu	8
	Yhteensä	249				Yhteensä	315
	Vuosituotos m3/ha	2,6				Vuosituotos m3/ha	3,2
	Tukkituotos m3/ha	1,2				Tukkituotos m3/ha	1,5

### 5.1.5 Kuvio 19

Kuvion 19 taimikossa oli joitakin huomattavasti muita suurempia kuusia, jotka vaikuttivat puustotietoihin ja kertymiin. Hoitamattomassa metsikössä kiertoaika oli 103 vuotta. Ensiharvennuksen jälkeen puuston keskiläpimitta oli 13,1 senttimetriä ja valtapituus 15,4 metriä. Yhteensä koko kiertoajalta kertyi kuusikuitua 85 m<sup>3</sup>, kuusipikkutukkia 25 m<sup>3</sup>, kuusitukkia 103 m<sup>3</sup> ja koivukuitua 83 m<sup>3</sup> hehtaarilta.

Hoidetun metsikön kiertoaika oli 103 vuotta. Taimikonhoidossa jätimme kuusta 1600 ja koivua 400 hehtaarille. Ensiharvennuksen jälkeen puuston keskiläpimitta oli 16,3 senttimetriä ja valtapituus 16,6 metriä. Yhteensä koko kiertoajalta kertyi kuusikuitua 147 m<sup>3</sup>, kuusipikkutukkia 33 m<sup>3</sup>, kuusitukkia 162 m<sup>3</sup> ja koivukuitua 25 m<sup>3</sup> hehtaarilta (Taulukko 7).

Taulukko 7. Kuvion 19 lähtöpuusto ja hakkuukertymät

Kuvion 19 lähtöpuusto 2021 ( 2,61 ha)	Puulaji	Läpimitta cm	Pituus m	Runkoluku/ha			
Tuore kangas	Mänty	2	1,8	400			
	Kuusi	1,7	1,8	1650			
	Koivu	1,3	2,2	11025			
	Kuusi 2	12	11	50			
Taimikonhoidon jälkeen							
Vuosi 2026	Puulaji	Runkoluku/ha					
	Mänty	0					
	Kuusi	1350					
	Koivu	400					
	Kuusi 2	50					
Hoitamaton kuvio 19				Hoidettu kuvio 19			
1 Harvennus (ala)	Kertymä	m3/ha			1 Harvennus (ala)	Kertymä	m3/ha
Ikä 58v.	Kuusikuitu	9			Ikä 58v.	Kuusikuitu	30
	Kuusipikkutukki	0				Kuusipikkutukki	0
	Kuusitukki	1				Kuusitukki	2
	Koivukuitu	24				Koivukuitu	25
	Yhteensä	34				Yhteensä	57
2 Harvennus (ala)	Kertymä	m3/ha			2 Harvennus (ylä)	Kertymä	m3/ha
Ikä 73v.	Kuusikuitu	19			Ikä 73v.	Kuusikuitu	26
	Kuusipikkutukki	5				Kuusipikkutukki	7
	Kuusitukki	6				Kuusitukki	33
	Koivukuitu	16				Koivukuitu	0
	Yhteensä	46				Yhteensä	66
Päätehakkuu	Kertymä	m3/ha			Päätehakkuu	Kertymä	m3/ha
Ikä 103v.	Kuusikuitu	57			Ikä 103v.	Kuusikuitu	91
	Kuusipikkutukki	20				Kuusipikkutukki	26
	Kuusitukki	96				Kuusitukki	127
	Koivukuitu	43				Koivukuitu	0
	Yhteensä	216				Yhteensä	244
Yhteensä	Kuusikuitu	85			Yhteensä	Kuusikuitu	147
	Kuusipikkutukki	25				Kuusipikkutukki	33
	Kuusitukki	103				Kuusitukki	162
	Koivukuitu	83				Koivukuitu	25
	Yhteensä	296				Yhteensä	367
	Vuosituotos m3/ha	2,9				Vuosituotos m3/ha	3,6
	Tukkituotos m3/ha	1				Tukkituotos m3/ha	1,6

### 5.1.6 Kuvio 33

Kuviolla 33 hoitamattoman metsikön kiertoaika oli 119 vuotta. Tällä kuviolla simuloitiin poikkeuksellisesti kolme harvennusta, koska se oli kannattavin ratkaisu. Esiharvennuksen jälkeen puuston keskiläpimitta oli 10,5 senttimetriä ja valtapituus 11,2 metriä. Yhteensä koko kiertoajalta kertyi kuusikuitua 73 m<sup>3</sup>, kuusipikkutukkia 8 m<sup>3</sup>, kuusitukkia 71 m<sup>3</sup> ja koivukuitua 152 m<sup>3</sup> hehtaarilta.

Hoidetussa metsikössä kiertoaika oli 104 vuotta. Taimikonhoidossa jätimme kuusta 1800 tainta ja koivua 200 tainta hehtaarille. Esiharvennuksen jälkeen puuston keskiläpimitta oli 14,3 senttimetriä ja valtapituus 13,7 metriä. Yhteensä koko kiertoajalta kertyi kuusikuitua 137 m<sup>3</sup>, kuusipikkutukkia 26 m<sup>3</sup>, kuusitukkia 145 m<sup>3</sup> ja koivukuitua 12 m<sup>3</sup> hehtaarilta (Taulukko 8).

Taulukko 8. Kuvion 33 lähtöpuusto ja hakkuukertymät

Kuvio 33 lähtöpuusto 2021 (2,31 ha)	Puulaji	Läpimitta cm	Pituus m	Runkoluku/ha			
Tuore kangas	Mänty	2	1,5	32			
	Kuusi	1,2	1,4	2233			
	Koivu	2,2	3,2	15300			
Taimikonhoidon jälkeen Vuosi 2027	Puulaji	Runkoluku/ha					
	Mänty	0					
	Kuusi	1800					
	Koivu	200					
Hoitamaton kuvio 33					Hoidettu kuvio 33		
1 Harvennus (ala) ikä 54v.	Kertymä	m3/ha			1 Harvennus (ala) ikä 54v.	Kertymä	m3/ha
	Kuusikuitu	6				Kuusikuitu	43
	Kuusipikkutukki	0				Kuusipikkutukki	0
	Kuusitukki	0				Kuusitukki	0
	Koivukuitu	59				Koivukuitu	12
	Yhteensä	65				Yhteensä	55
2 Harvennus (ala) ikä 69v.	Kertymä	m3/ha			2 Harvennus (ylä) ikä 74v.	Kertymä	m3/ha
	Kuusikuitu	12				Kuusikuitu	25
	Kuusipikkutukki	5				Kuusipikkutukki	8
	Kuusitukki	0				Kuusitukki	29
	Koivukuitu	18				Koivukuitu	0
	Yhteensä	35				Yhteensä	62
3 Harvennus (ala) ikä 94v.	Kertymä	m3/ha					
	Kuusikuitu	13					
	Kuusipikkutukki	1					
	Kuusitukki	4					
	Koivukuitu	16					
	Yhteensä	34					
Päättehakkuu ikä 119v.	Kertymä	m3/ha			Päättehakkuu ikä 104v.	Kertymä	m3/ha
	Kuusikuitu	42				Kuusikuitu	69
	Kuusipikkutukki	2				Kuusipikkutukki	18
	Kuusitukki	67				Kuusitukki	116
	Koivukuitu	59				Koivukuitu	0
	Yhteensä	170				Yhteensä	203
Yhteensä	Kuusikuitu	73			Yhteensä	Kuusikuitu	137
	Kuusipikkutukki	8				Kuusipikkutukki	26
	Kuusitukki	71				Kuusitukki	145
	Koivukuitu	152				Koivukuitu	12
	Yhteensä	304				Yhteensä	320
	Vuosituotos m3/ha	2,6				Vuosituotos m3/ha	3,08
	Tukkituotos m3/ha	0,6				Tukkituotos m3/ha	1,4

## 5.2 Kuivahkon kankaan männiköt

Kaikilla mäntykuviolla pystyttiin simuloimaan taimikonhoitoon puulajeittain runkoluvuksi samat arvot. Kuvioille simuloitiin taimikonhoidossa jätettäväksi männyille 2090 runkoa ja koivulle 110 runkoa hehtaaria kohden.

### 5.2.1 Kuvio 10

Kuvion 10 hoitamattoman metsikön kiertoaika oli 77 vuotta. Keskiläpimitta ensiharvennuksen jälkeen oli 13,5 senttimetriä ja valtapituus 10,8 metriä. Yhteensä koko kiertoajalta kertyi mäntykuitua 145 m<sup>3</sup>, mäntypikkutukkia 4 m<sup>3</sup> ja mäntytukkia 82 m<sup>3</sup> hehtaarilta.

Hoidetun metsikön kiertoaika oli 87 vuotta. Keskiläpimitta ensiharvennuksen jälkeen oli 14,2 senttimetriä ja valtapituus 11,3 metriä. Yhteensä koko kiertoajalta

kertyi mäntykuitua 143 m<sup>3</sup>, mäntypikkutukkia 14 m<sup>3</sup> ja mäntytukkia 121 m<sup>3</sup> hehtaarilta (Taulukko 9).

Taulukko 9. Kuvion 10 lähtöpuusto ja hakkuukertymät

Kuvion 10 lähtöpuusto 2021 ( 1,04 ha)	Puulaji	Läpimitta cm	Pituus m	Runkoluku/ha			
	Mä	3,8	3,2	4680			
Kuivahko kangas	Ku	1,8	1,5	440			
	Ko	1,2	1,6	3480			
Taimikonhoidon jälkeen	Puulaji	Runkoluku/ha					
Vuosi 2022	Mä	2090					
	Ku	0					
	Ko	110					
Hoitamaton 10					Hoidettu 10		
1 Harvennus (ala)	Kertymä	m3/ha			1 Harvennus (ala)	Kertymä	m3/ha
Ikä 42	Mäntykuitu	55			Ikä 42 v.	Mäntykuitu	58
	Mäntypikkutukki	0				Mäntypikkutukki	0
	Mäntytukki	0				Mäntytukki	0
	Koivukuitu	0				Koivukuitu	0
	Yhteensä	55				Yhteensä	58
2 Harvennus (ala)	Kertymä	m3/ha			2 Harvennus (ylä)	Kertymä	m3/ha
Ikä 62 v.	Mäntykuitu	35			Ikä 62v.	Mäntykuitu	21
	Mäntypikkutukki	4				Mäntypikkutukki	3
	Mäntytukki	7				Mäntytukki	24
	Koivukuitu	0				Koivukuitu	0
	Yhteensä	46				Yhteensä	48
Päätehakkuu	Kertymä	m3/ha			Päätehakkuu	Kertymä	m3/ha
Ikä 77 v.	Mäntykuitu	55			Ikä 87 v.	Mäntykuitu	64
	Mäntypikkutukki	0				Mäntypikkutukki	11
	Mäntytukki	75				Mäntytukki	97
	Koivukuitu	0				Koivukuitu	0
	Yhteensä	130				Yhteensä	172
Yhteensä	Kertymä	m3/ha			Yhteensä	Kertymä	m3/ha
	Mäntykuitu	145				Mäntykuitu	143
	Mäntypikkutukki	4				Mäntypikkutukki	14
	Mäntytukki	82				Mäntytukki	121
	Koivukuitu	0				Koivukuitu	0
	Yhteensä	231				Yhteensä	278
	Vuosituotos m3/ha	3				Vuosituotos m3/ha	3,2
	Tukkituotos m3/ha	1,1				Tukkituotos m3/ha	1,4

## 5.2.2 Kuvio 11

Kuvion 11 hoitamattoman metsikön kiertoaika oli 77 vuotta. Keskiläpimitta ensiharvennuksen jälkeen oli 13,5 senttimetriä ja valtapituus 10,8 metriä. Yhteensä koko kiertoajalta kertyi mäntykuitua 126 m<sup>3</sup>, mäntypikkutukkia 5 m<sup>3</sup> ja mäntytukkia 78 m<sup>3</sup> hehtaarilta.

Hoidetun metsikön kiertoaika oli 92 vuotta. Keskiläpimitta ensiharvennuksen jälkeen oli 13,9 senttimetriä ja valtapituus 11,2 metriä. Yhteensä koko kiertoajalta

kertyi mäntykuitua 144 m<sup>3</sup>, mäntypikkutukkia 13 m<sup>3</sup>, mäntytukkia 133 m<sup>3</sup> ja koivukuitua 1 m<sup>3</sup> hehtaarilta (Taulukko 10).

Taulukko 10. Kuvion 11 lähtöpuusto ja hakkuukertymät

Kuvion 11 lähtöpuusto 2021 (0,94 ha)	Puulaji	Läpimitta cm	Pituus m	Runkoluku/ha			
	Mä	3,3	2,7	2933			
Kuivahko kangas	Ku	2	1,5	267			
	Ko	1,7	2	1600			
Taimikonhoidon jälkeen Vuosi 2026	Puulaji	Runkoluku/ha					
	Mä	2090					
	Ku	0					
	Ko	110					
Hoitamaton 11					Hoidettu 11		
1 Harvennus (ala) Ikä 42 v.	Kertymä	m <sup>3</sup> /ha			1 Harvennus (ala) Ikä 42 v.	Kertymä	m <sup>3</sup> /ha
	Mäntykuitu	39				Mäntykuitu	51
	Mäntypikkutukki	0				Mäntypikkutukki	0
	Mäntytukki	0				Mäntytukki	0
	Koivukuitu	0				Koivukuitu	1
	Yhteensä	39				Yhteensä	52
2 Harvennus (ala) Ikä 62 v	Kertymä	m <sup>3</sup> /ha			2 Harvennus (ylä) Ikä 62 v.	Kertymä	m <sup>3</sup> /ha
	Mäntykuitu	27				Mäntykuitu	22
	Mäntypikkutukki	4				Mäntypikkutukki	4
	Mäntytukki	0				Mäntytukki	23
	Koivukuitu	0				Koivukuitu	0
	Yhteensä	31				Yhteensä	49
Päättehakkuu Ikä 77 v.	Kertymä	m <sup>3</sup> /ha			Päättehakkuu Ikä 92 v.	Kertymä	m <sup>3</sup> /ha
	Mäntykuitu	60				Mäntykuitu	71
	Mäntypikkutukki	1				Mäntypikkutukki	9
	Mäntytukki	78				Mäntytukki	110
	Koivukuitu	0				Koivukuitu	0
	Yhteensä	139				Yhteensä	190
Yhteensä	Kertymä	m <sup>3</sup> /ha			Yhteensä	Kertymä	m <sup>3</sup> /ha
	Mäntykuitu	126				Mäntykuitu	144
	Mäntypikkutukki	5				Mäntypikkutukki	13
	Mäntytukki	78				Mäntytukki	133
	Koivukuitu	0				Koivukuitu	1
	Yhteensä	209				Yhteensä	291
	Vuosituotos m <sup>3</sup> /ha	2,7				Vuosituotos m <sup>3</sup> /ha	3,2
	Tukkituotos m <sup>3</sup> /ha	1,0				Tukkituotos m <sup>3</sup> /ha	1,4

### 5.2.3 Kuvio 14

Kuvion 14 hoitamattoman metsikön kiertoaika oli 87 vuotta. Keskiläpimitta ensiharvennuksen jälkeen oli 13,2 senttimetriä ja valtapituus 11,8 metriä. Yhteensä koko kiertoajalta kertyi mäntykuitua 149 m<sup>3</sup>, mäntypikkutukkia 4 m<sup>3</sup> ja mäntytukkia 95 m<sup>3</sup> hehtaarilta.

Hoidetun metsikön kiertoaika oli 95 vuotta. Keskiläpimitta ensiharvennuksen jälkeen oli 13,5 senttimetriä ja valtapituus 12,1 metriä. Yhteensä koko kiertoajalta



kertyi mäntykuitua 147 m<sup>3</sup>, mäntypikkutukkia 16 m<sup>3</sup>, mäntytukkia 137 m<sup>3</sup> ja koivukuitua 2 m<sup>3</sup> hehtaarilta (Taulukko 11).

Taulukko 11. Kuvion 14 lähtöpuusto ja hakkuukertymät

Kuvion 14 lähtöpuusto 2021 ( 1,03 ha)	Puulaji	Läpimitta cm	Pituus m	Runkoluku/ha			
	Mä	3,4	3,7	3960			
Kuivahko kangas	Ku	0,4	0,3	80			
	Ko	2	2,7	2480			
Taimikonhoidon jälkeen	Puulaji	Runkoluku/ha					
Vuosi 2022	Mä	2090					
	Ku	0					
	Ko	110					
Hoitamaton 14					Hoidettu 14		
1 Harvennus (ala)	Kertymä	m3/ha			1 Harvennus (ala)	Kertymä	m3/ha
Ikä 47 v.	Mäntykuitu	44			Ikä 45v.	Mäntykuitu	45
	Mäntypikkutukki	0				Mäntypikkutukki	0
	Mäntytukki	0				Mäntytukki	0
	Koivukuitu	0				Koivukuitu	2
	Yhteensä	44				Yhteensä	47
2 Harvennus (ala)	Kertymä	m3/ha			2 Harvennus (ylä)	Kertymä	m3/ha
Ikä 67v.	Mäntykuitu	35			Ikä 65 v.	Mäntykuitu	25
	Mäntypikkutukki	4				Mäntypikkutukki	5
	Mäntytukki	0				Mäntytukki	22
	Koivukuitu	0				Koivukuitu	0
	Yhteensä	39				Yhteensä	52
Päätehakkuu	Kertymä	m3/ha			Päätehakkuu	Kertymä	m3/ha
Ikä 87v.	Mäntykuitu	70			Ikä 95 v.	Mäntykuitu	77
	Mäntypikkutukki	0				Mäntypikkutukki	11
	Mäntytukki	95				Mäntytukki	115
	Koivukuitu	0				Koivukuitu	0
	Yhteensä	165				Yhteensä	203
Yhteensä	Kertymä	m3/ha			Yhteensä	Kertymä	m3/ha
	Mäntykuitu	149				Mäntykuitu	147
	Mäntypikkutukki	4				Mäntypikkutukki	16
	Mäntytukki	95				Mäntytukki	137
	Koivukuitu	0				Koivukuitu	2
	Yhteensä	248				Yhteensä	302
	Vuosituotos m3/ha	2,9				Vuosituotos m3/ha	3,2
	Tukkituotos m3/ha	1,1				Tukkituotos m3/ha	1,4

## 5.2.4 Kuvio 17

Kuvion 17 hoitamattoman metsikön kiertoaika oli 82 vuotta. Keskiläpimitta ensiharvennuksen jälkeen oli 12,4 senttimetriä ja valtapituus 11,2 metriä. Yhteensä koko kiertoajalta kertyi mäntykuitua 159 m<sup>3</sup>, mäntypikkutukkia 11 m<sup>3</sup> ja mäntytukkia 93 m<sup>3</sup> hehtaarilta.

Hoidetun metsikön kiertoaika oli 90 vuotta. Keskiläpimitta ensiharvennuksen jälkeen oli 12,8 senttimetriä ja valtapituus 11,6 metriä. Yhteensä koko kiertoajalta

kertyi mäntykuitua 161 m<sup>3</sup>, mäntypikkutukkia 20 m<sup>3</sup> ja mäntytukkia 121 m<sup>3</sup> hehtaarilta (Taulukko 12).

Taulukko 12. Kuvion 17 lähtöpuusto ja hakkuukertymät

Kuvion 17 lähtöpuusto 2021 ( 1,49 ha)	Puulaji	Läpimitta cm	Pituus m	Runkoluku/ha			
	Mä	2,8	3,2	4360			
Kuivahko kangas	Ku	0	0	0			
	Ko	1,4	2,1	2760			
Taimikonhoidon jälkeen	Puulaji	Runkoluku/ha					
Vuosi 2022	Mä	2090					
	Ku	0					
	Ko	110					
Hoitamaton 17					Hoidettu 17		
1 Harvennus (ala)	Kertymä	m3/ha			1 Harvennus (ala)	Kertymä	m3/ha
Ikä 42v.	Mäntykuitu	52			Ikä 40 v.	Mäntykuitu	43
	Mäntypikkutukki	0				Mäntypikkutukki	0
	Mäntytukki	0				Mäntytukki	0
	Koivukuitu	0				Koivukuitu	0
	Yhteensä	52				Yhteensä	43
2 Harvennus (ala)	Kertymä	m3/ha			2 Harvennus (ylä)	Kertymä	m3/ha
Ikä 57 v.	Mäntykuitu	30			Ikä 55 v.	Mäntykuitu	25
	Mäntypikkutukki	5				Mäntypikkutukki	6
	Mäntytukki	2				Mäntytukki	14
	Koivukuitu	0				Koivukuitu	0
	Yhteensä	37				Yhteensä	45
Päätehakkuu	Kertymä	m3/ha			Päätehakkuu	Kertymä	m3/ha
Ikä 82 v.	Mäntykuitu	77			Ikä 90 v.	Mäntykuitu	93
	Mäntypikkutukki	6				Mäntypikkutukki	14
	Mäntytukki	91				Mäntytukki	107
	Koivukuitu	0				Koivukuitu	0
	Yhteensä	174				Yhteensä	214
Yhteensä	Kertymä	m3/ha			Yhteensä	Kertymä	m3/ha
	Mäntykuitu	159				Mäntykuitu	161
	Mäntypikkutukki	11				Mäntypikkutukki	20
	Mäntytukki	93				Mäntytukki	121
	Koivukuitu	0				Koivukuitu	0
	Yhteensä	263				Yhteensä	302
	Vuosituotos m3/ha	3,2				Vuosituotos m3/ha	3,4
	Tukkituotos m3/ha	1,1				Tukkituotos m3/ha	1,3

### 5.2.5 Kuvio 48

Kuvion 48 hoitamattoman metsikön kiertoaika oli 96 vuotta. Keskiläpimitta ensiharvennuksen jälkeen oli 11,4 senttimetriä ja valtapituus 10,4 metriä. Yhteensä koko kiertoajalta kertyi mäntykuitua 184 m<sup>3</sup>, mäntypikkutukkia 6 m<sup>3</sup>, mäntytukkia 97 m<sup>3</sup> ja koivukuitua 1 m<sup>3</sup> hehtaarilta.

Hoidetun metsikön kiertoaika oli 97 vuotta. Keskiläpimitta ensiharvennuksen jälkeen oli 12,7 senttimetriä ja valtapituus 11,4 metriä. Yhteensä koko kiertoajalta kertyi mäntykuitua 153 m<sup>3</sup>, mäntypikkutukkia 28 m<sup>3</sup>, mäntytukkia 124 m<sup>3</sup> ja koivukuitua 3 m<sup>3</sup> hehtaarilta (Taulukko 13).

Taulukko 13. Kuvion 48 lähtöpuusto ja hakkuukertymät

Kuvion 48 lähtöpuusto 2021 (8,5 ha)	Puulaji	Läpimitta cm	Pituus m	Runkoluku/ha			
Kuivahko kangas	Mä	1,4	1,5	13473			
	Ku	1,5	0,9	164			
	Ko	1,3	1,3	709			
Taimikonhoidon jälkeen Vuosi 2028	Puulaji	Runkoluku/ha					
	Mä	2090					
	Ku	0					
	Ko	110					
Hoitamaton 48					Hoidettu 48		
1 Harvennus (ala)	Kertymä	m3/ha			1 Harvennus (ala)	Kertymä	m3/ha
Ikä 51 v.	Mäntykuitu	66			Ikä 47 v.	Mäntykuitu	46
	Mäntypikkutukki	0				Mäntypikkutukki	0
	Mäntytukki	0				Mäntytukki	0
	Koivukuitu	1				Koivukuitu	3
	Yhteensä	67				Yhteensä	49
2 Harvennus (ala)	Kertymä	m3/ha			2 Harvennus (ylä)	Kertymä	m3/ha
Ikä 71v.	Mäntykuitu	41			Ikä 62 v.	Mäntykuitu	25
	Mäntypikkutukki	6				Mäntypikkutukki	10
	Mäntytukki	3				Mäntytukki	12
	Koivukuitu	0				Koivukuitu	0
	Yhteensä	50				Yhteensä	47
Päätehakkuu	Kertymä	m3/ha			Päätehakkuu	Kertymä	m3/ha
Ikä 96 v.	Mäntykuitu	77			ikä 97 v.	Mäntykuitu	82
	Mäntypikkutukki	0				Mäntypikkutukki	18
	Mäntytukki	94				Mäntytukki	112
	Koivukuitu	0				Koivukuitu	0
	Yhteensä	171				Yhteensä	212
Yhteensä	Kertymä	m3/ha			Yhteensä	Kertymä	m3/ha
	Mäntykuitu	184				Mäntykuitu	153
	Mäntypikkutukki	6				Mäntypikkutukki	28
	Mäntytukki	97				Mäntytukki	124
	Koivukuitu	1				Koivukuitu	3
	Yhteensä	288				Yhteensä	308
	Vuosituotos m3/ha	3				Vuosituotos m3/ha	3,2
	Tukkituotos m3/ha	1,01				Tukkituotos m3/ha	1,3

## 5.2.6 Kuvio 85

Kuvion 85 hoitamattoman metsikön kiertoaika oli 82 vuotta. Keskiläpimitta ensiharvennuksen jälkeen oli 13,1 senttimetriä ja valtapituus 11,5 metriä. Yhteensä koko kiertoajalta kertyi mäntykuitua 155 m<sup>3</sup>, mäntypikkutukkia 5 m<sup>3</sup> ja mäntytukkia 99 m<sup>3</sup> hehtaarilta.

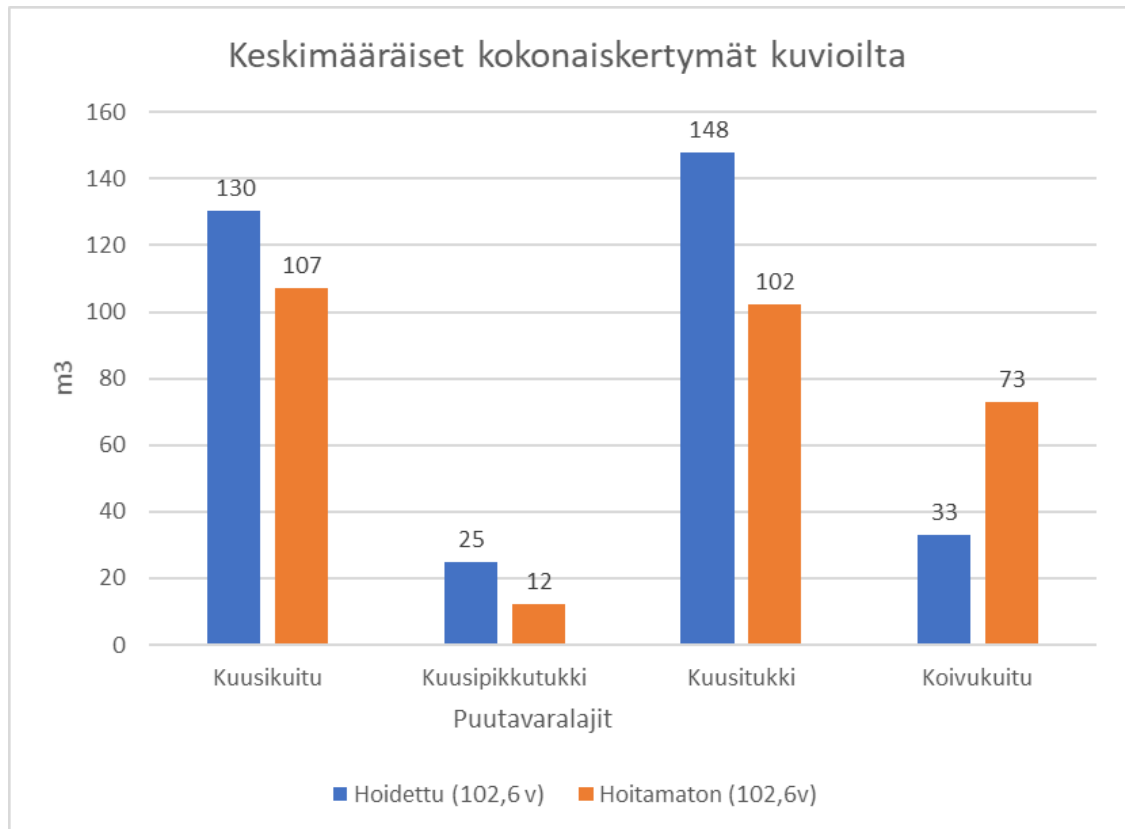
Hoidetun metsikön kiertoaika oli 90 vuotta. Keskiläpimitta ensiharvennuksen jälkeen oli 12,9 senttimetriä ja valtapituus 11,5 metriä. Yhteensä koko kiertoajalta kertyi mäntykuitua 151 m<sup>3</sup> mäntypikkutukkia 17 m<sup>3</sup> ja mäntytukkia 130 m<sup>3</sup> hehtaarilta (Taulukko 14).

Taulukko 14. Kuvion 85 lähtöpuusto ja hakkuukertymät

Kuvion 85 lähtöpuusto 2021 (1 ha)	Puulaji	Läpimitta cm	Pituus m	Runkoluku/ha			
Kuivahko kangas	Mä	2	2,2	5960			
	Ku	0	0	0			
	Ko	0,8	1,1	560			
Taimikonhoidon jälkeen Vuosi 2026	Puulaji	Runkoluku/ha					
	Mä	2090					
	Ku	0					
	Ko	110					
Hoitamaton 85					Hoidettu 85		
1 Harvennus (ala)	Kertymä	m3/ha			1 Harvennus (ala)	Kertymä	m3/ha
Ikä 42 v.	Mäntykuitu	50			Ikä 40v.	Mäntykuitu	42
	Mäntypikkutukki	0				Mäntypikkutukki	0
	Mäntytukki	0				Mäntytukki	0
	Koivukuitu	0				Koivukuitu	0
	Yhteensä	50				Yhteensä	42
2 Harvennus (ala)	Kertymä	m3/ha			2 Harvennus (ylä)	Kertymä	m3/ha
Ikä 62 v.	Mäntykuitu	38			Ikä 60v.	Mäntykuitu	25
	Mäntypikkutukki	5				Mäntypikkutukki	5
	Mäntytukki	7				Mäntytukki	21
	Koivukuitu	0				Koivukuitu	0
	Yhteensä	50				Yhteensä	51
Päätehakkuu	Kertymä	m3/ha			Päätehakkuu	Kertymä	m3/ha
Ikä 82 v.	Mäntykuitu	67			Ikä 90 v.	Mäntykuitu	84
	Mäntypikkutukki	0				Mäntypikkutukki	12
	Mäntytukki	92				Mäntytukki	109
	Koivukuitu	0				Koivukuitu	0
	Yhteensä	159				Yhteensä	205
Yhteensä	Kertymä	m3/ha			Yhteensä	Kertymä	m3/ha
	Mäntykuitu	155				Mäntykuitu	151
	Mäntypikkutukki	5				Mäntypikkutukki	17
	Mäntytukki	99				Mäntytukki	130
	Koivukuitu	0				Koivukuitu	0
	Yhteensä	259				Yhteensä	298
	Vuosituotos m3/ha	3,2				Vuosituotos m3/ha	3,3
	Tukkituotos m3/ha	1,2				Tukkituotos m3/ha	1,4

### 5.3 Tulosten tarkastelu

Tuoreen kankaan kuusikoiden simuloinneissa kertyi keskimäärin enemmän tukkipuuta kiertoaikana metsiköissä, joissa tehtiin taimikonhoito (Kuvio 7). Koivukuitua kertyi enemmän metsiköissä, joissa taimikonhoito jätettiin tekemättä. Tästä voidaan päätellä taimikonhoidon vähentäneen koivun määrää, koska kasvatettavaksi puulajiksi haluttiin kuusta. Keskimäärin kokonaiskertymä oli tuoreella kankaalla suurempi hoidetuissa metsiköissä.



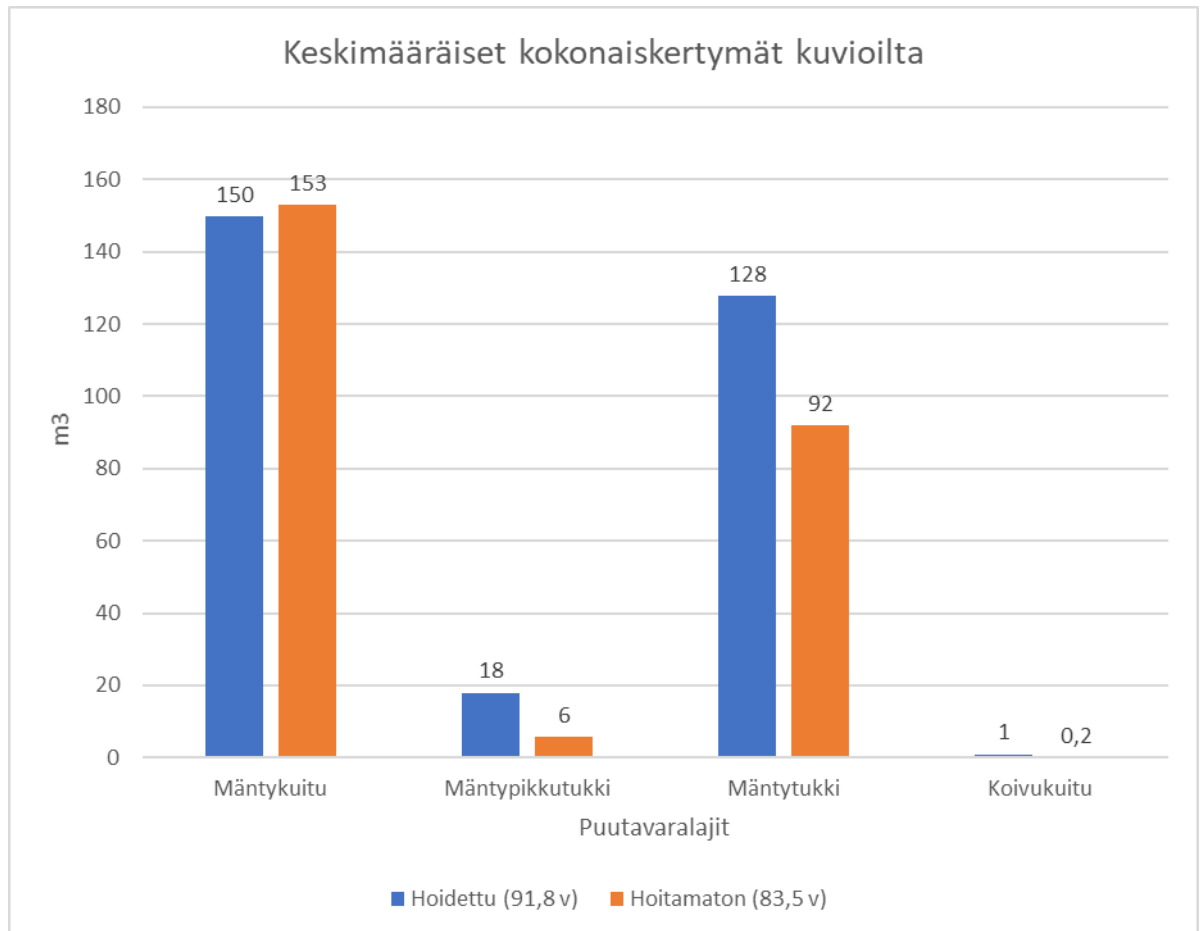
Kuvio 7. Kuvioden kertymien keskiarvo kiertoaikana tuoreella kankaalla

Tuoreen kankaan kuusikoiden simuloinneissa kiertoaikojen keskimääräinen pituus oli hoidetuissa ja hoitamattomissa sama. Kiertoaikojen keskiarvot olivat molemmissa simuloinneissa 102,6 vuotta. Yläharvennuksen tiedetään pidentävän kiertoaikaa ja lisäävän tukkipuun kokonaistuotosta. Tuloksista nähdään, että taimikonhoidolla ja yläharvennuksilla päädyttiin samaan kiertoaikaan kuin metsiköissä, joissa ei tehty taimikonhoitoa ja kaikki harvennukset tehtiin alaharvennuksinä. Lisäksi keskimääräinen vuosi- ja tukkituotos oli suurempi hoidetussa metsikössä, vaikka kiertoaika oli keskimäärin sama. Hoidetuissa metsiköissä vuosituotos kasvoi keskimäärin 13 prosenttia ja tukkituotos 40 prosenttia (Taulukko 15). Tukkituotoksen lisääntymisessä oli kuvioden välillä suuriakin eroja. Parhaimmillaan tukkituotos yli kaksinkertaistui.

Taulukko 15. Tuoreen ja kuivahkon kankaan metsiköiden vertailu

<b>Tuore kangas</b>			
Hoidetut (Keskiarvo)		Hoitamattomat (Keskiarvo)	
Kiertoaika v	102,6	Kiertoaika v	102,6
Kokonaiskertymä m <sup>3</sup> /ha	336	Kokonaiskertymä m <sup>3</sup> /ha	295
Kononaistukkikertymä m <sup>3</sup> /ha	148	Kononaistukkikertymä m <sup>3</sup> /ha	102
Vuosituotos m <sup>3</sup> /ha	3,3	Vuosituotos m <sup>3</sup> /ha	2,9
Tukkituotos m <sup>3</sup> /ha	1,4	Tukkituotos m <sup>3</sup> /ha	1,0
<b>Kuivahko kangas</b>			
Hoidetut (Keskiarvo)		Hoitamattomat (Keskiarvo)	
Kiertoaika v	91,8	Kiertoaika v	83,5
Kokonaiskertymä m <sup>3</sup> /ha	297	Kokonaiskertymä m <sup>3</sup> /ha	251
Kononaistukkikertymä m <sup>3</sup> /ha	128	Kononaistukkikertymä m <sup>3</sup> /ha	92
Vuosituotos m <sup>3</sup> /ha	3,2	Vuosituotos m <sup>3</sup> /ha	3,0
Tukkituotos m <sup>3</sup> /ha	1,4	Tukkituotos m <sup>3</sup> /ha	1,1

Kuivahkon kankaan kuvioiden simuloinnissa mäntytukkia kertyi keskimäärin enemmän kiertoaikana metsiköissä, joissa oli tehty taimikonhoito (Kuvio 8). Kuivahkolla kankaalla hoidettujen ja hoitamattomien metsiköiden kiertoaikojen keskimääräinen pituus erosi toisistaan. Hoidetuissa metsiköissä kiertoaika oli keskimäärin 8,3 vuotta pidempi. Kuitenkin hoidetuissa metsiköissä vuosi- ja tukkituotos oli suurempi. Hoidetuissa metsiköissä vuosituotos nousi keskimäärin 6 prosenttia ja tukkituotos 26 prosenttia. Kuivahkolla kankaalla ei havaittu niin suuria eroavaisuuksia tukkituotoksen lisääntymisessä kuin tuoreella kankaalla.



Kuvio 8. Kuvioiden kertymien keskiarvo kiertoaikana kuivahkolla kankaalla

Tarkastellessa ensiharvennuksen jälkeisiä metsiköiden valtapituuksia ja keskiläpimittoja, voidaan havaita eroavaisuuksia. Keskimäärin metsikkö oli järeämpää kuivahkolla ja tuoreella kankaalla niissä metsiköissä, joissa oli simuloitu taimikonhoito. Voidaan siis todeta taimikonhoidon lisäävän puiden järeytymistä ja kehitystä.

Tuloksista nähdään taimikonhoidon mahdollistavan hyvän soveltuvuuden yläharvennukselle, jonka avulla voidaan kasvattaa tukkipuun määrää kiertoajalla. Lisäksi vuosi- ja tukkituotos oli suurempaa tuoreella sekä kuivahkolla kankaalla metsiköissä, joissa simuloitiin taimikonhoito. Hiilensidonnasta kannalta tukkipuun tuotos on tärkeää, koska tukkipuuhun sitoutunut hiili pysyy varastoituna pitkään. Taimikonhoitoa voidaan pitää ainespuun tuotoksen sekä hiilensidonnasta kannalta positiivisena toimenpiteenä.

## 6 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia millä tavoin taimikonhoito vaikuttaa metsikön ainespuun tuottamiseen ja metsikön kehitykseen. Simulointien tuloksista voidaan päätellä, millaisia vaikutuksia taimikonhoidolla on tuoreelle ja kuivahkolle kankaalle. Mielestämme onnistumme opinnäytetyömme tavoitteissa. Tulokset kohdistuvat Rovaniemellä inventoituihin taimikoihin, joten tutkimusta voidaan soveltaa ainakin Etelä-Lapin alueella. Tutkimus on osa Metsäkeskuksen Aktiivisuutta metsänomistukseen – lisää hiiltä lapin metsiin -hanketta ja uskomme tutkimuksemme olevan hyödyllinen toimeksiantajallemme. Opinnäytetyömme tuloksien avulla, voidaan saada metsänomistajat kiinnostumaan enemmän metsien hoidosta.

Teimme lukuisia simulointeja tutkimustamme varten. Useiden simulointien avulla, saimme selville, millaisia menetelmiä käytämme simuloinneissa. Haastavaa simuloinnissa oli Monsu-ohjelmiston kasvatuskasvien pituuksien määrittäminen kuvioille. Oikeiden kasvukausien pituudet selvisivät ainoastaan kokeilemalla, mikä lisäsi simulointien määrää. Taimikoiden simulointi olisi ollut huomattavasti helpompaa, jos olisimme voineet seurata sen kasvua tarkemmin. Välillä Monsu-ohjelmisto antoi hieman epätodennäköisiä harvennuskertymiä, mikä sai meidät epäilemään tutkimuksen luotettavuutta. Sen vuoksi teimme simuloinnit monta kertaa uudestaan, jotta saimme todennäköisiä tuloksia. Lisäksi Monsu-ohjelmisto oli meille molemmille uusi, joten sen ominaisuuksiin perehtyminen vei paljon aikaa. Simulointi olisi ollut helpompaa tehdä yhdellä ohjelmistolla taimikosta kiertoajan loppuun asti.

Tutkimusta voitaisiin kehittää laajentamalla tutkittavia taimikoita muille kasvupaikoille, kuin tuoreen ja kuivahkon kankaan taimikoille. Mahdollisesti voitaisiin myös tutkia uudistamismenetelmän vaikutusta aiheeseen. Meidän opinnäytetyömme painottui Rovaniemellä sijaitseviin kuusi- ja mäntytaimikoihin, joten tutkimusta voitaisiin laajentaa eri puolilla Suomea sijaitseviin metsiköihin.

Opimme tutkimuksemme aikana paljon uusia asioita. Näkemysme laajentui taimikonhoidon vaikutuksista metsikköön. Ennen opinnäytetyötämme emme olleet perehtyneet näin laajasti taimikonhoidon vaikutuksiin. Tutkimuksen jälkeen



ymmärrämme paremmin taimikonhoidon merkityksen metsikön kehitykselle. Lisäksi tutkimuksen aikana opimme käyttämään Monsu-ohjelmistoa ja kokemusta kertyi lisää Hakkuri-ohjelmistosta. Ymmärrämme nyt myös paremmin simuloinnin soveltuvuuden metsiköiden tutkintaan.

## LÄHTEET

Huuskonen S., Hynynen J. & Valkonen S. 2014. Metsänkasvatus - menetelmät ja kannattavuus. Porvoo: Metsäkustannus Oy ja Metsäntutkimuslaitos.

Hynynen, J. 2011. Harvennushakkuut. Teoksessa S. Rantala (toim.) Metsäkoulu. Hämeenlinna: Metsäkustannus Oy, 105–130.

Janatuinen, A. 2018. Puutuoteteollisuus. Teoksessa S. Rantala (toim.) Tapion taskukirja. Helsinki: Metsäkustannus Oy, 431–438.

JFPC 2021. Monsu. Viitattu 24.2.2022 <http://www.monsu.net/Monsu.htm>.

Järvenpää, J. 2021. Tarkastusohje. Sähköposti heikki.savolainen2@edu.lapinamk.fi 15.10.2021. Tulostettu 20.10.2021.

Kuru, K. 2011. Taimikonhoito. Teoksessa S. Rantala (toim.) Metsäkoulu. Hämeenlinna: Metsäkustannus Oy, 87–104.

Lehtonen, A., Aro, L., Haakana, M., Haikarainen, S., Heikkinen, J., Huuskonen, S., Härkönen, K., Hökkä, H., Kekkonen, H., Koskela, T., Lehtonen, H., Luorinen, J., Mutanen, A., Nieminen, M., Ollila, P., Palosuo, T., Pohjanmies, T., Repo, A., Rikkonen, P., Rätty, M., Saarnio, S., Smolander, A., Soinnie, H., Tolvanen, A., Tuomainen, T., Uotila, K., Viitala, E.-J., Virkajärvi, P., Wall, A. & Mäkipää, R. 2021. Maankäyttösektorin ilmastotoimenpiteet: Arvio päästövähennysmahdollisuuksista. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 7/2021. Helsinki: Luonnonvarakeskus.

Metsäkeskus 2022. Aktiivisuutta metsänomistukseen - Lisää hiiltä Lapin metsiin. Viitattu 31.3.2022 <https://www.metsakeskus.fi/fi/hankkeet/aktiivisuutta-metsanomistukseen-lisaa-hiilta-lapin-metsiin>.

Niemistö, P. 2005. Metsän käsittely. Teoksessa J. Hynynen, S. Valkonen & S. Rantala (toim.) Tuottava metsänkasvatus. Hämeenlinna: Metsäkustannus Oy. 73–120.

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

Saksa, T., Miina, J. & Uotila, K. 2016. Taimikonhoito - tavoitteet, menetelmät ja kustannukset. Metsäkustannus Oy.

Äijälä, O., Koistinen, A., Sved, J., Vanhatalo, K. & Väisänen, P. 2014. Metsänhoito – Hyvän metsänhoidon suositukset. Helsinki: Metsäkustannus.