

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU  
Metsätalouden koulutusohjelma

Mika Rönkkö

KONEELLISEN METSÄNISTUTUKSEN ONNISTUMINEN

Opinnäytetyö  
Syyskuu 2017



**OPINNÄYTETYÖ**  
**Syyskuu 2017**  
**Metsätalouden koulutusohjelma**

Karjalankatu 3  
80200 JOENSUU  
013 260600

**Tekijä**  
Mika Rönkkö

**Nimeke**  
Koneellisen metsänistutuksen onnistuminen

**Toimeksiantaja**  
Metsänhoitoyhdistys Pohjois-Savo

**Tiivistelmä**

Metsänhoitoyhdistys Pohjois-Savo on tehnyt koneellista metsänuudistamista kesällä 2015 yhteensä noin 25 hehtaarin kokoisella alueella. Kesälle 2016 yhdistyksen tavoitteena on ollut kaksinkertaistaa koneellisen istutuksen työmaiden määrä. Yhdistyksellä ei ole omia tutkimustuloksia näiden istutusten laadusta tai onnistumisesta. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli tutkia koneellisen istuttamisen onnistumista ja erityisesti kohteiden kivisyyden vaikutusta istutuksen onnistumiseen.

Tutkimus toteutettiin maastomittauksina systemaattista koelaotantaa käyttäen. Tutkittavia kohteita mitattiin 13. Tutkimuksen tuloksia verrattiin Anne Keräsen (2014) opinnäytetyön taimikonistuttamisen laadusta saatuihin tuloksiin.

Tuloksista selvisi, että lähtökohtaisesti kuvioille oli istutettu alle 1 800 tainta hehtaarille. Kivisyydellä ei ollut merkittävää merkitystä istutettujen taimien tiheydelle, mutta sillä oli huomattava vaikutus taimien ensimmäisen vuoden kasvulle.

**Kieli**  
suomi

Sivuja 23  
Liitteet 1  
Liitesivumäärä 1

**Asiasanat**  
Metsänviljely, maanmuokkaus, istutus, taimet



**THESIS**  
**May 2017**  
**Degree Programme in Forestry**  
Karjalankatu 3  
FI 80200 JOENSUU  
FINLAND  
013 260600

Author  
Mika Rönkkö

Title  
The Success of Mechanized Reforestation

Commissioned by  
Forest Management Association Pohjois-Savo

Abstract

Forest management association Pohjois-Savo has done mechanized reforestation in the summer of 2015 for an area total of approximately 25 hectares. In the summer of 2016 the goal of association was to double the amount of mechanized reforestation sites. The association has no previous data on the success of mechanized reforestation. The purpose of this study was to examine the success of mechanized reforestation and especially the effect of stoniness to the success of reforestation.

The research was conducted as a field inventory, using a systematic sample plot network. A total of 13 areas were measured. The results were compared to the results of Anne Keränen's (2014) thesis, about the success of reforestation.

The results indicated that on average about 1 450 seedlings per hectare were planted. The stoniness did not have a significant effect on the amount of seedlings, however it had a significant effect to the first year growth of the seedlings.

Language  
Finnish

Pages 23  
Appendices 1  
Pages of Appendices 1

Keywords  
Stand establishment, tillage, planting, seedlings

## Sisällys

1	Johdanto .....	5
2	Metsän uudistaminen .....	6
2.1	Uudistamisvelvoite .....	6
2.2	Maanmuokkaus.....	7
2.3	Maanmuokkausmenetelmät .....	8
2.4	Vinoistutus.....	9
3	Koneellinen istutus .....	10
3.1	Toiminnan suunnittelu .....	10
3.2	Istutuslaitteet .....	11
3.3	Koneellisen istutuksen kehittäminen .....	12
4	Tutkimuksen tarkoitus .....	14
5	Tutkimusmenetelmät .....	15
5.1	Mitatut kuviot .....	15
5.2	Koealat .....	15
5.3	Mitatut muuttujat.....	16
5.4	Aineiston käsittely .....	16
6	Tulokset.....	17
7	Tulosten tulkinta .....	19
7.1	Taimien määrä .....	19
7.2	Kivisyys .....	19
8	Pohdinta .....	20
8.1	Tutkimuksen luotettavuus ja hyödynnettävyys .....	20
8.2	Päätelmät.....	21
	Lähteet .....	22
	Liitteet.....	23

## 1 Johdanto

Metsänuudistamisella on tarkoitus varmistaa uuden metsän perustaminen. Oikeat valinnat maanmuokkauksen ja istuttamisen tai kylvämisen suhteen takaavat paremman ja nopeamman alun uuden metsikön synnylle.

Metsänuudistaminen koneellisesti tarjoaa uuden vaihtoehdon metsurityölle. Ikääntyminen ja kaupunkilaistuminen lisäävät tarvetta metsänhoitopalveluille. Koneellinen uudistaminen tarjoaa mahdollisuuden tehdä kaksi työtä samalla kerralla, ja tarjoaa siten kilpailukykyisen vaihtoehdon metsurityölle.

Tämä tutkimus tehtiin Metsänhoitoyhdistys Pohjois-Savolle. Koneellisen istutuksen työmäärät ovat vielä pieniä, mutta tulevana vuosina sen on tarkoitus kattaa yhä suurempi osa istutuksista. Tämä kuitenkin edellyttää oikeita työmaakohteiden valintoja.

Tähän opinnäytetyöhön liittyvässä tutkimuksessa mitattiin vuonna 2015 istutettujen kuusen taimien selviytymistä ensimmäisestä kasvuvuodesta sekä työkohteiden kivi-syyttä. Näillä tiedoilla saadaan parempi käsitys etenkin kohdevalintojen onnistumisesta.

## 2 Metsän uudistaminen

### 2.1 Uudistamisvelvoite

Suomen metsälaki velvoittaa metsänomistajaa metsänuudistamiseen uudistus- ja kasvatushakkuun jälkeen, mikäli avoimen alueen pinta-ala on yli 0,3 hehtaaria tai kasvatuskelpoisen puustoon määrä alittaa säännösten mukaisen vähimmäismäärän kasvatettavalle puustolle. Uudistamisvelvoitetta ei ole vähätuottoisilla ojitetuilla turvemaiilla, ennallistettavilta kohteilla tai kohteilla, joissa maisematyöluvan toimenpiderajoitukset estävät uudistamisvelvoitteen täyttämisen. (Hovila 2014.)

Taimikon perustaminen on suoritettava viimeistään 3 vuoden kuluessa puunkorjuun päättymisestä. Uudistamiskohteelle on tarvittaessa tehtävä uudistusalanraivaus, heinätorjunta ja maanmuokkaus. Uudistusalanraivauksella on tarkoitus poistaa alalle jäänyttä puustoa, joka haittaa taimikon kasvua. Turvemaiilla tulee järjestää vesitalous kuntoon tarpeen vaatiessa. Uudistamisen voi suorittaa luontaisesti tai viljelyn kautta. Luontaisen uudistamisen epäonnistuessa on alueelle suoritettava viljely. Mikäli viljelyn kautta ei päästä vaadittavaan kasvatuskelpoiseen taimimäärään (taulukko 1), voidaan turvautua täydennysviljelyyn. Uudistamisvelvoite täyttyy, kun taimien keskipituus saavuttaa 0,5 metriä. (Hovila 2014.)

<b>Eteläinen ja keskinen Suomi</b>	
Havupuu taimikot	≥ 1500 tainta/ha
Lehtipuu taimikot	≥ 1100 tainta/ha
<b>Pohjoinen Suomi</b>	
Havupuu taimikot	≥ 1200 tainta/ha
Lehtipuu taimikot	≥ 1100 tainta/ha

Taulukko 1. Uudistamisvelvoitteen täyttävän taimikon vähimmäismäärät.

## 2.2 Maanmuokkaus

Ennen maanmuokkausta voi olla tarve suorittaa uudistusalan raivaus ja hakkuutähteiden korjuu. Raivauksella poistetaan hakkuusta jäljelle jäänyttä puustoa, pois lukien lahopuut, säästöpuuryhmät, siemenpuut tai riistatiheiköt. Tällä taataan taimille paremmat kasvuolosuhteet. Hakkuutähteiden korjuulla saadaan avattua maapohjaa paljaksi enemmän, mikä helpottaa maanmuokkausta. (Valkonen 2007, 66–67.)

Maanmuokkaus parantaa maan taimettumiskuntoa, tarjoaa paremman kasvualustan taimille, sekä helpontaa viljelytoimenpiteitä. Muokkaus myös ehkäisee hyönteis- ja myyrätuhoja. (Valkonen 2007, 67.)

Muokkaamattoman maan pinnalla on humuskerros. Humuskerros koostuu pääasiassa hajonneiden kasvien osista sekä muusta karikkeesta. Humuskerros eristää lämpöä ja pitää maapohjan kylmänä, vetisenä ja vähähappisena. Aurinkoisilla kesäkeleillä humuskerros puolestaan kuivuu nopeasti. Humuskerros ei tarjoa hyvää kasvualustaa taimettumiselle. (Valkonen 2007, 67.)

Maanmuokkauksen tarkoituksena on paljastaa humuskerroksen alla oleva kivennäismaa. Kivennäismaa tarjoaa ravinteikkaamman kasvupohjan taimettumiselle kuin humuskerros. Maanmuokkauksella käännetään kivennäismaata ympäri. Näin kivennäismaan alle jää kaksikerroksinen humuskerros, jonka alla on varsinainen kivennäismaa. Muokkauksella parannetaan ravinteiden vapautumista ja saatavuutta. Viljeltäessä maaston korkeammille kohoumille tarjotaan taimille parempi kilpailukyky, muuhun kasvillisuuteen, sillä valon saaminen sekä lämpötilaus paranevat. Muokkaus helpottaa viljelytoimenpiteitä ja vähentää kustannuksia. (Valkonen 2007, 67.)

## 2.3 Maanmuokkausmenetelmät

Maanmuokkaukseen on kolme erilaista käytäntöä. Maanmuokkausmenetelmä riippuu kasvupaikkatyypistä, istutettavasta puulajista ja halutusta viljelymenetelmästä. Näitä menetelmiä ovat mätästys, laikutus ja äestys. Maanmuokkaus suoritetaan yleensä kaivinkoneella. Äestyksessä käytetään metsätraktoriin liitettäviä äestyslautasia. (Äijälä, Koistinen, Sved, Vanhatalo & Väisänen 2014, 83–86.)

Mätästys voidaan jakaa kolmeen eri menetelmään. Ojitusmätästystä tehdään kosteammilla uudistusalueilla, joissa vesitalous pitää saada kuntoon. Matalista ojista nostetaan maa-ainesta, josta tehdään noin 20 senttimetriä korkeita mätäitä. Mätäitä ei tiivistetä. Ojitusmätästys soveltuu parhaiten soistuville kankaille ja turvemaille. Menetelmä sopii kuusen ja männyn viljelylle. Laikkumätästyksessä maanpintaa kaavietaan noin 10–20 senttimetriä korkeiksi mätäiksi. Laikkumätästys soveltuu kivennäismailla kuusen ja koivun viljelyyn. Kääntömätästyksessä maa käännetään ympäri ja kaadetaan samaan kuoppaan, josta se otettiin. Tällöin humuskerros jää kuopan pohjalle. Tämä menetelmä sopii männyllä turvemaille, sekä kuusen ja koivun istutusalueille, joilla vesitalous ei ole ongelma.

Laikutuksessa kaavitaan maanpinnalta humuskerros pois, jolloin näkyviin saadaan kivennäismaa. Laikutus soveltuu hyvin karkeille maapohjille. Esimerkiksi kohteille joilla kivisyyttä on paljon. Laikutuksessa hakkuutähteiden jäämisellä uudistusalueelle on muita maanmuokkausmenetelmiä pienempi vaikutus. Laikutus soveltuu hyvin luontaiseen uudistukseen ja kylvöön sekä kuusen istutukseen.

Äestyksessä maanpinnasta poistetaan humuskerros ja kaivetaan noin 10 senttimetriä syvä kivennäismaan paljastava ura. Äestyksen yhteydessä voidaan tehdä koneellinen kylvö. Äestys sopii myös kuivien kankaiden männyn luontaiselle uudistamiselle ja kuusen viljelylle tuoreille kankaille. Äestys ei sovi vetisille maille. Äestysjälkeen syntyy myös paljon muuta puustoa luontaisesti, mikä lisää taimikon varhaishoidon tarvetta.



## 2.4 Vиноistutus

Koneellisen istutuksen työnjäljestä on voitu havaita se, että taimet jäävät vinoon istutettaessa. Metsäntutkimuslaitoksella tätä asiaa on tutkittu useamman vuoden ajan. Saarisen (2002) tutkimuksessa vertailtiin metsurin ja koneellisesti istutettujen taimien vinoutta kivisyydeltään vaihtelevilla kohteilla. Vinous lisääntyi hieman mitä kivisempi kohde oli. Koneellisesti istutetut taimet olivat hieman enemmän vinossa, kuin metsurin istuttamat. Istutusta seuraavan vuoden syksyllä vinossa olevia taimia oli noin 15 %, josta valtaosan vinousaste oli 1–15 %. (Luoranen & Kärkkäinen, 7–8.)

Luorasan ja Smolanderin (2002) tutkimuksessa havaittiin, että välittömästi istutuksen jälkeen koneellisesti istutettujen vinojen taimien määrä oli suurempi, kuin metsurin istuttamien. Kahden kasvukauden jälkeen vinojen taimien osuus oli tasaantunut. Koneellisesti istutettujen vinojen taimien määrä oli pienentynyt istutuksen jälkeiseen tilanteeseen verrattuna. Vastaavasti metsurin istuttamissa taimissa oli tapahtunut vinouden lisääntymistä. Koneella istutetut taimet menivät keskimäärin 6,5 cm syvyyteen, kun vastaavasti metsurin istuttamat taimet istutettiin 3 cm syvyyteen. Lähemmäksi maanpintaa istutetuilla taimilla on riskinä kallistua lumen ja muun pintakasvillisuuden vaikutuksista. (Luoranen & Kärkkäinen, 8.)

Huurin (1972) tutkimuksessa istutettiin kuusentaimia suoraan ja 45 asteen kulmaan erilaisille maapohjille. Näiden taimien kehitystä seurattiin 5 vuoden ajan. Tutkimuksessa vain yhdellä rehevällä kohteella vinoistutus lisäsi kuolleisuutta, jossa tiheästi kasvanut heinikko oli painanut taimia. Lumi ja heinä voivat kuitenkin kallistaa taimia, vaikka ne olisikin istutettu suoraan. (Luoranen & Kärkkäinen, 9.)

### 3 Koneellinen istutus

#### 3.1 Toiminnan suunnittelu

Koneellisen istutuksen ensimmäinen vaihe on kohteen valinta. Onnistunut koneellinen istutus vaatii useita eri asioita kohteelta, jotta työnjälki olisi hyvää ja työ olisi kustannustehokasta. Koneellinen istutus ei sovellu kaikille uudistusaloille, joten on tärkeää tunnistaa oikeat kohteet ennen kuin uudistustyöt aloitetaan.

Kivisyys on suurin näkymätön ongelma koneelliselle istuttamiselle. Kivisyyden määrittämistä uudistamattomalta alueelta on mahdotonta määrittää ja runsas kivisyys haittaa koneen maanmuokkaustyöskentelyä huomattavasti. Kivisyydestä ei usein ole laajempaa tietoa ja se voi vaihdella paljonkin samalla metsäkuviolla. Kivisyyttä voidaan mitata kivisyysrassin avulla. Rassi voi olla vaikka metrin pituinen pätkä harjaterästä. Rassia painetaan maahan ja katsotaan uppoaako se humuskerroksen jälkeen 20 senttimetriä maahan. Näiden painalluskoealojen perusteella voidaan laskea keskimääräinen kivisyysprosentti kohteelle. Koneellisen istutuksen kannattavuus heikenee, jos kohteen kivisyys on yli 60 %. Kivisyys haittaa mättäiden muodostamista ja heikentää koneiden kykyä tiivistää maata taimen ympäriltä. (Laine & Syri 2012, 38–40.)

Hakkuutähteen ja kantojen korjaaminen uudisalalta nopeuttaa ja helpottaa koneellisen istuttamisen työtä. Hakkuutähteen siirtely hidastaa koneen työtä ja lisää kokonaiskustannuksia. Suuret hakkuutähdekasat joiden siirtely ei onnistu, peittävät mahdollisten mättäiden paikat, mikä vähentää kohteelle istutettavien taimien määrää. Kantojen ja hakkuutähteen poistaminen helpottaa myös kivisyyden arviointia. (Laine & Syri 2012, 41.)

Koneellinen istutus sopii parhaiten kuusen istuttamiseen tuoreille ja sitä rehevämille kankaille. Istutukseen sopii myös kuivahkot kankaat, jos niitä uudistetaan mätästään. Kohteen tulisi myös olla kivennäismaalla. Mikäli kohteen vesitalouden suhteen on ongelmia, tulisi kohteen ojitus tehdä ennen istutusta. (Laine & Syri 2012, 42–43.)

Työkohteen pinta-alojen valinnassa suurempi on parempi, sillä koneen siirtely lisää kustannuksia. Mikäli pieniä kuvioita on useampia lähemmäs, voi koneen ajaa kuviolta toiselle, mikä lisää työn kustannustehokkuutta. (Laine & Syri 2012, 42.)

### 3.2 Istutuslaitteet

Markkinoilla on kolmen eri valmistajan istutuslaitteita: suomalaiset Risutec, (kuva 1) M-Planter sekä ruotsalainen Bracke. Kaikkien laitteiden toiminta perustuu laikkumätästykseen ja istutuslaite on suunniteltu käytettäväksi kaivinkoneelle. Istutuslaitteiden tekniikka eroaa toisistaan, mutta toimintamalli on sama. M-Planter on tehnyt istutuslaitteen käytettäväksi myös harvesterille. M-Planterilta löytyy myös kaksipäisiä istutuslaitteita, joilla työn tehokkuuden pystyy teoriassa kaksinkertaistamaan. Tämä kuitenkin edellyttää työkohteen olevan optimaalinen.



Kuva 1. Risutec PM60 laikkumätästävä istutuskone (Kuva: Risutec).

### 3.3 Koneellisen istutuksen kehittäminen

Metsätaloudessa on kasvava työvoiman tarve kotimaisen puunhankinnan lisääntyessä. Yhtenä haasteena on pitää metsäalan työtehtävät houkuttelevina ja kannattavina. Kotimaisista ammattitaitoisista työntekijöistä saattaa tulevaisuudessa olla pulaa, mikä mahdollisesti vaikuttaisi metsätöiden kustannuksiin, sekä kone ja ihmistyön keskinäiseen edullisuuteen. (Metsäteho 2009, 11.)

	ha	Henkilöresurssi	Koneellistamisaste, %		Tekninen potentiaali, %
		mtpv	2008	2015	
Uudistusalan raivaus	68 000	31 000	0		
Hakkuutähteiden korjuu	80 000	44 000	100		
Kantojen korjuu	45 000	121 000	100		
Maanmuokkaus	124 000	62 000	100		
Metsänuudistaminen	156 000	162 000			
- istutus	86 000	155 000	2 - 3	30	90
- mänty	27 000	54 000			
- kuusi	52 000	87 000			
- muu	7 000	14 000			
- kylvä	33 000	7 000	70		
- luontainen	37 000				
Taimikonhoito	138 000	197 000	< 1	20	90
Nuoren metsän kunnostus	86 000	172 000	*		
Ennakkoraivaus	25 000	42 000	0		

Taulukko 2. Metsänhoitotöiden arvioidut työmäärät ja tavoitteellinen koneellistamisaste vuonna 2015. (Metsäteho 2009, 13.)

Tavoite ja potentiaaliarvio on esitetty vain koneellistamisen kannalta tärkeille työlajeille (taulukko 2). Vain 10 % uudistus- ja taimikonhoitokohteiden pinta-aloista on määriteltä maastoltaan liian vaikeiksi koneellisille menetelmille. Teknisesti toimivat, hyvän tuottavuuden omaavat koneet soveltuisivat myös uudistusalan raivaukseen. (Metsäteho 2009, 13.)

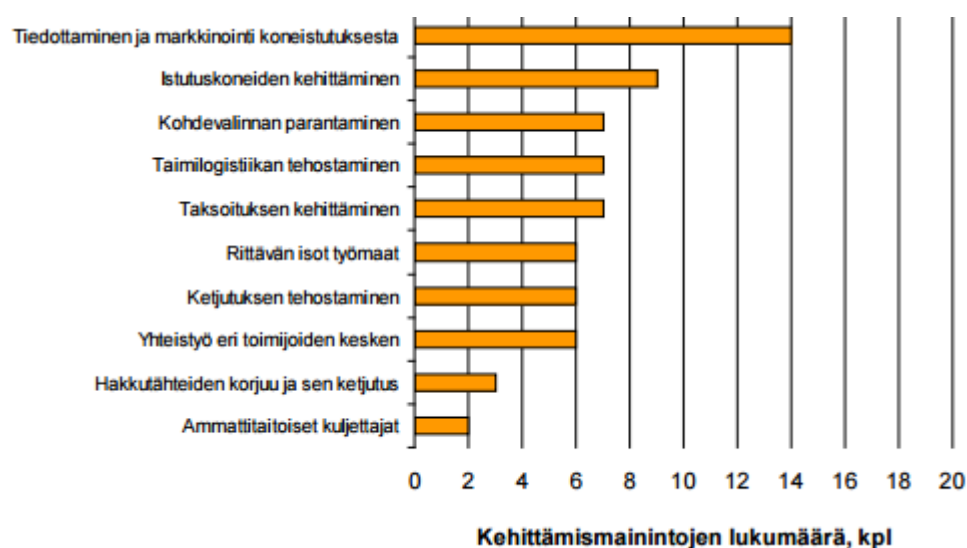
Metsänhoidon koneellistaminen visio 2015 - Visio vuoteen 2015 on koneellistamista hyödyntävä kustannustehokas puuntuotantoketju. Vision kehittämisaalueisiin kuuluu koneiden tekninen kehitys ja käytön laajentaminen taimituotannon ja koneellisen istutuksen yhdistävään kehittämiseen. (Metsäteho 2009, 18.)

Tuotos tainta/käyttötunti	Koneistutusta, %			
	10	30	50	70
200	60	180	300	410
400	30	90	150	210
600	20	60	100	140
800	10	40	70	100
1000	10	40	60	80

Taulukko 3. Istutuskoneiden tarve Suomessa. Koneelle on oletettu laskelmassa 5 kk:n työkausi (85 pv) ja työskentely kahdessa vuorossa.

Vision mukaan Suomeen tarvittaisiin noin 180 istutuskonetta (taulukko 3). Tällä määrällä koneiden kustannuksiin suhteutettu tuotos olisi verrattavissa manuaaliseen putki-istutukseen. (Metsäteho 2009, 19.)

Vuonna 2013 Suomessa uudistettiin metsämaata 121 000 hehtaarilla. Tästä 98 000 hehtaaria viljeltiin ja 23 000 hehtaaria uudistettiin luontaisesti. Teollisuuden ja valtion metsien uudistamisista melkein kolmasosa toteutettiin koneellisen kylvön tai istutuksen menetelmällä. Yksityismetsissä koneellisesti uudistettujen alojen vastaava määrä oli noin kymmenesosa kaikista yksityismetsistä. (METLA 2014, 105.)



Kuva 2: Yrittäjien esille nostamat kehitys- ja tehostamiskohteet koneistutuksessa. (Metsäteho 2014)

Metsätehon tekemässä haastattelututkimuksessa haastateltiin kaikkia Suomalaisia koneyrittäjiä, jotka tekivät koneellista istutusta. Kuvassa 2 on esitetty yksi haastattelun tuloksista, yrittäjien esille tuomat kehityskohteet alalla. Tutkimuksen tarkoituksena

oli saada tietoa koneellisen istuttamisen kustannuksista. Tutkimuksen perusteella tehdyistä kustannuslaskelmista selviää, että alle 70 hehtaarin istutusmäärällä vuodessa työn kustannukset nousevat liian korkeiksi. Koneen toimiessa kahdessa vuorossa ihanteellinen työmäärä vuoteen olisi noin 130–150 hehtaaria per istuskone. Nykyisellään tavoiteltavaan työmäärään on vaikea päästä, koska yksityismetsissä tapahtuva koneellinen istuttaminen on vielä hyvin vähäistä. Parempaan työn kannattavuuteen vaadittaisiin laajempaa koneellisen istuttamisen markkinointia kelvollisena vaihtoehtona perinteiselle istuttamiselle. Muita puutteellisia osa-alueita on kuljettajien heikko ammattitaito tai vähäinen kokemus istutustyöstä. Työmaakohteiden valinnassa tulisi suosia isompia työmaita, jotka ovat lisäksi vähäkivisiä ja tasaisia. Työkohteilta pitäisi myös poistaa hakkuutähteet, jotka estävät ja hankaloittavat istutustyötä. Yrittäjien mielestä koneiden siirtomatkat työmaiden välillä tulisi pitää mahdollisimman lyhyinä. (Metsäteho 2014. 4–5, 35)

## **4 Tutkimuksen tarkoitus**

Metsänhoitoyhdistys Pohjois-Savo teetti vuonna 2015 noin 30 hehtaaria koneellista istutusta. Vuodelle 2016 tavoite oli kaksinkertaistaa edellisen vuoden määrä. Koneellinen istutus on vielä uusi asia ja yhdistyksellä ei ole tietoja koneellisen istuttamisen onnistumisesta. Tämän tutkimuksen tarkoitus on avata tietoa ensisijaisesti kohdevallinnan onnistumisesta. Tietoja voidaan käyttää uusien kohteiden valitsemiseen ja siten koneellisen istutuksen tulosten parantamiseen.

Tutkimuksen kohteena oli koneellisesti istutetut kuusitaimikot, jotka oli istutettu noin vuosi ennen mittausta. Tutkittavana oli ensisijaisesti elävien taimien määrä, kunto ja maaperän kivisyys. Muita mitattavia asioita olivat ensimmäisen vuoden kasvu ja mahdolliset kuolleisuuden syyt.

## 5 Tutkimusmenetelmät

### 5.1 Mitatut kuviot

Mitattavat kuviot oli koneellisesti istutettu kesä-heinäkuussa 2015 ja mittaukset suoritettiin kesäkuun alussa 2016. Mittaukseen otettiin mukaan kaikki vuoden 2015 koneellisesti istutetut kuviot Metsänhoitoyhdistys Pohjois-Savon toimialueelta. Kuvioita oli 13 ja kuvioiden koko oli 0,5–10,6 hehtaaria. Kaikille kuvioille oli istutettu kuusta. Kuviot olivat pääasiassa kivennäismailla, kahdella kuviolla oli suomalaisempaa vaihtumisaluetta. Kasvupaikoiltaan kuviot olivat tuoretta ja lehtomaista kangasta. Maanmuokkausmenetelmänä kuvioilla oli käytetty laikkumätästystä.

### 5.2 Koealat

Maastomittaukset suoritettiin käyttäen systemaattisen otannan menetelmää. Systemaattisen otannan avulla saadaan tasainen koealaväli, ja se poistaa inhimillisen virheen mahdollisuuden. Koealaväli pysyi samana samalla kuviolla (taulukko 2). Ensimmäinen koeala otettiin 10 metrin päästä taimikon reunasta. Koealan säde oli 3,99 metriä. Viivasuoran linjan saamiseksi käytettiin apuna kompassia, sekä B-bark maastokarttasovellusta, jonka avulla saatiin mitattua koealaetäisyydet oikein. Samalta linjalta tehtiin myös kivisyyden otannat.

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

Taulukko 4. Systemaattisen otannan koealavälit kasvavat kuvion koon kasvaessa.

### 5.3 Mitatut muuttujat

Ensimmäisenä mitattiin koealalta istutettujen elävien taimien sekä mättäiden määrää. Tästä pystyttiin laskemaan elävien ja kuolleiden taimien erotus. Luontaisesti syntyneitä taimia ei tässä tutkimuksessa huomioitu. Koealan keskipisteestä mitattiin viiden lähimmän taimen ensimmäisen vuoden kasvu senttimetreissä, joiden keskiarvosta pystyttiin laskemaan kuvion taimien keskimääräinen kasvu. Mättäiden koosta ja laadusta tehtiin myös silmämääräinen arviointi.

Maaperän kivisyyden mittaamisessa käytettiin apuna kivisyysrassia. Rassi oli noin senttimetrin paksu ja metrin pitkä palanen harjaterästä, johon tehtiin merkki 20 senttimetrin korkeudelle alapäästä lukien. Kivisyys mitattiin jokaiselta koealan keskipisteeltä viiden metrin matkalta metrin välein kuljetun linjan suuntaisesti. Mikäli rassi osui kiveen, tai se ei uponnut 20 senttimetriä merkittiin muistiin osuma kiveen. Kivisyysprosentti lasketaan seuraavasti:

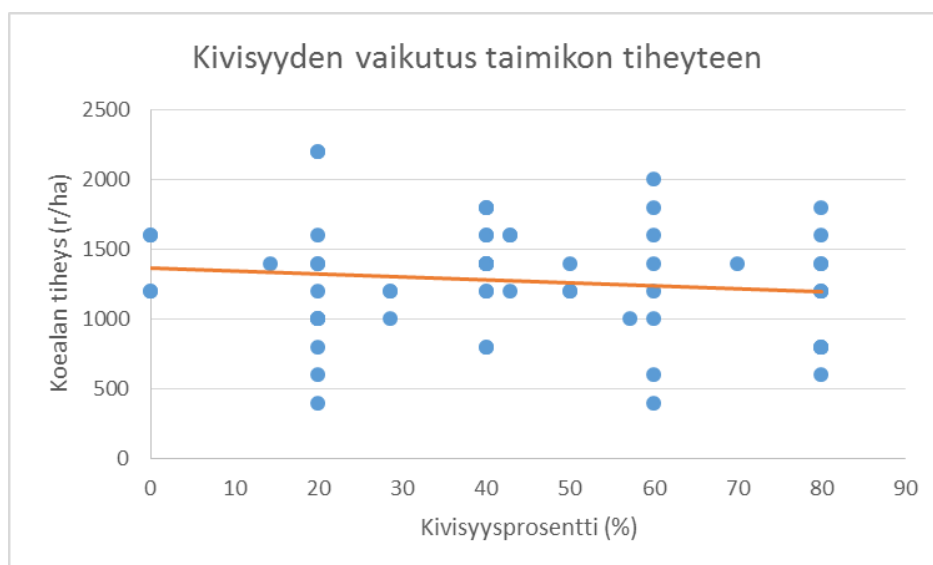
$$\frac{\text{Kiven osuneet painallukset}}{\text{Kaikki painallukset}} \times 100$$

### 5.4 Aineiston käsittely

Taimien määrä, kasvu, sekä kivisyyden tulokset kirjattiin lomakkeelle. Lomakkeen tiedot käsiteltiin tietokoneella Excel-ohjelmalla, jonka avulla luotiin tuloksista asianmukaiset kaaviot.

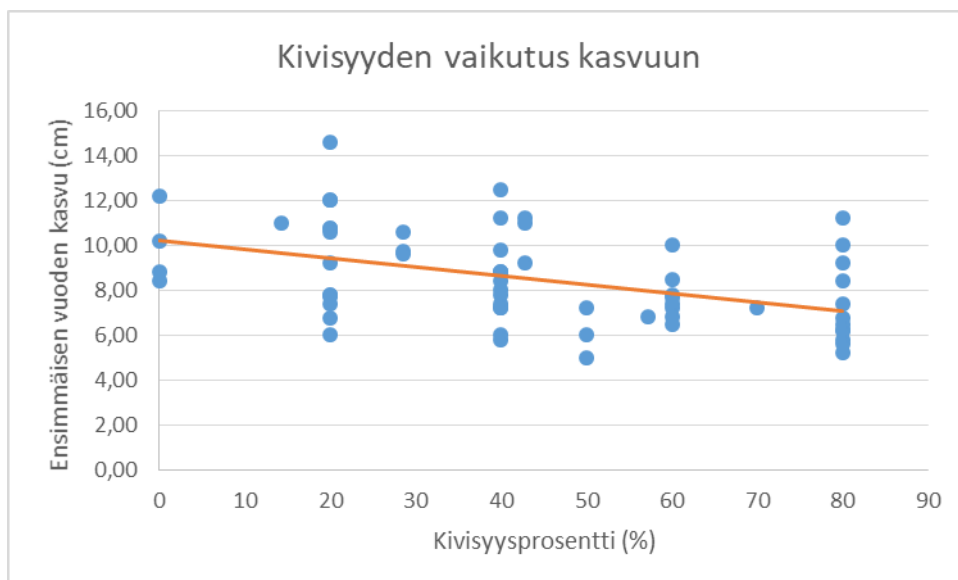


## 6 Tulokset



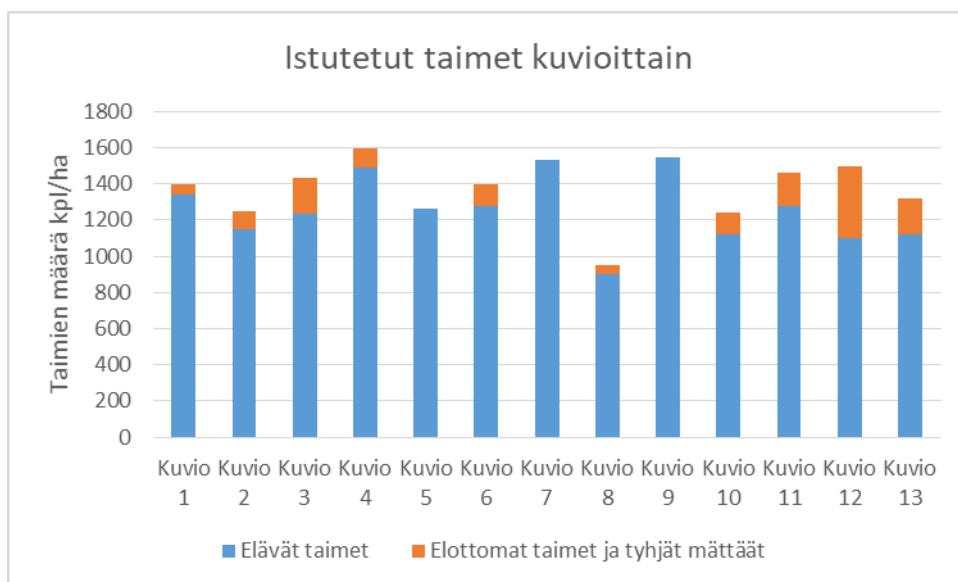
Kaavio 1. Istutettujen taimien määrä verrattuna maaperän kivisyyteen koealoittain.

Kivisyysprosentti vaihteli kuvioilta otetuilla koealoilla 0–80 %. kahdeksalla koealalla päästiin kuusen istutuksen tavoitetiheyteen 1800 kpl/ha tai sen yli. Tämä oli 12,7 % kaikista koealoista.



Kaavio 2. Kivisyyden vaikutus taimien ensimmäisen vuoden kasvuun koelaittain.

Ensimmäisen vuoden kasvu vaihteli koelaitoilla välillä 5–14,6cm. Ensimmäisen vuoden keskimääräinen kasvu oli 8,7cm.



Kaavio 3. Istutettujen taimien määrä kuvioittain.

Lukumääräisesti istutettujen taimien määrä vaihteli kuvioilla 950–1 599 kpl/ha. Keskimäärin taimia kuvioilla oli 1 376 kpl/ha. Tyhjien mättäiden ja elottomien keskiarvo kuvioittain oli 118 kpl/ha.

## 7 Tulosten tulkinta

### 7.1 Taimien määrä

Tutkimuksessa mitattujen istutettujen taimien keskimäärä oli noin 1376 (kaavio 3). Kuusta istuttaessa tavoite on 1800 kappaletta hehtaarille. Tähän vaikutti suurelta osalta hakkuutähteiden määrä, myös kivisyydelläkin oli vaikutusta mättäiden määrään ja kokoon. Varsinkin isoimmilla kuviolla suuret hakkuutähdekasat tukkivat useamman kymmenen neliömetrin kokoisia alueita. Kantojen jättäminen ja ojitukset vähensivät myös mahdollisten mättäiden määrää. Tutkimuksessa ei huomioitu luontaisia taimia. Taimien kuolleisuus oli varsin vähäistä. Suurin syy kuolleisuudelle oli roudan aiheuttama taimien kohoaminen ylös mättäistä.

Taimien määrissä kuvioittain ei ole suurta eroa, poikkeuksena on kuvio 8. Kuvio 8 erosi muista kuvioista sillä, että se oli suurimmaksi osaksi turvemaata, jossa oli kosteita monttuja, jotka eivät sovellu taimien kasvualustaksi.

Keräsen (2014) tutkimuksessa kahden kuljettajan istutettujen taimien tiheydet vaihtelivat 1 600 ja 2 400 kpl/ha välillä. Kuljettaja yhden keskimääräinen istutustiheys oli 2 075 tainta hehtaarille ja kuljettaja kahden 1 775 tainta hehtaarille. Molemmilla kuljettajilla oli aiempaa taustaa istutuskoneella työskentelystä. Muokkauskohteista vain 3 % kärsi pintakivien, kallion tai kantojen ja hakkuutähteiden vaikutuksista. Maaperän kivisyys tutkimuksessa oli vähäinen. 96:lla % mittauksista kivisyys oli 50 %, tai vähemmän.

### 7.2 Kivisyys

Kivisyys koealoilla vaihteli 0–80 %. Tulosten perusteella kivisyyden ollessa 80 % verrattuna kivisyyden ollessa 0 % taimien runkoluku oli vähentynyt 19,1 % (kaavio 1). Tulos on suuntaa antava, kun huomioidaan että taimien määrä jäi 23,6 % päähän ta-

voitetiheydestä. Tutkimuksessa kivisyyden määrää lisäsivät kuvioilla olevat hakkuutahteet ja kannot.

Ensimmäisen vuoden kasvu vaihteli välillä 5–14,6 cm. Tulosten perusteella kivisyyden ollessa 80 % verrattuna kivisyyden ollessa 0 % taimien kasvu oli vähentynyt 26,3 %. Tätä tulosta tukee se, että kivisemmällä kohteilla määttävät olivat keskivertoa pienempiä. Pienet määttävät johtuivat pääasiassa isommista kivilohkareista joiden ympärille oli yritetty raapia maa-ainesta määttäjien tekoa varten. Kuvioiden alueilla vallitseva lämpösumma on sama, joten sikäli lähtökohta kasvuun on sama.

Vähäisemmän kivisyyden kuvioilla kasvu on ollut suurempaa (kaavio 2). Tämä voi johtua siitä, että laikkumäättävät ovat keskimäärin suurempia kuin kivisillä kuvioilla, ja istutetut taimet saavat siksi paremman kilpailukykyyn kasvulle muihin ympärillä kasvaaviin kasveihin verrattuna.

## **8 Pohdinta**

### **8.1 Tutkimuksen luotettavuus ja hyödynnettävyys**

Tässä tutkimuksessa mitattiin kaikki vuonna 2015 metsänhoitoyhdistys Pohjois-Savon teettämät koneellisen istutuksen hankkeet. Kohteita oli yhteensä 13, joiden yhteispinta-ala oli noin 30 hehtaaria. Metsänhoitoyhdistyksellä ei ole aiempaa omaa tutkimustulosta aiheesta. Tämän tutkimuksen tarkoituksena on avata tietoa kohdevalinnoista tulevaisuuden koneellisen istutuksen kohteille.

Mittauksessa käytetty systemaattinen otanta antaa tarpeeksi kattavan tiedon kerättävistä muuttujista. Kuvioilta otettiin 3–9 koealaa riippuen kuvion koosta ja muodosta. Muuttujien mittaukset suoritettiin tarkasti. Varsinkin pienillä kuviolla (alle 1 hehtaari) koealojen määrä oli kattava. Suurilla kuvioilla olisi voinut miettiä koealamäärän kasvattamista. Uusi kasvukausi ei ollut vielä kunnolla käynnistynyt mittauksia tehdessä, joten näkyvyys kohteilla taimien etsimiseen oli hyvä. Suurimmat mittausvirheen mah-

dollisuudet olivat kasvun mittauksessa. Kuusesta viimeisimmän kasvaimen mittaaminen ei aina ole kovin selkeää.

Tuloksia voi pitää suuntaa antavina, tutkimus itsessään oli hyvin pieni alainen, eikä sitä voi sellaisenaan käyttää suurempiin johtopäätöksiin. Tutkimuksesta kuitenkin voi nähdä kivisyyden vaikutusta taimikon koneellisen istutuksen menestymiseen. Varsinkin hakkuujätteiden korjaamisen vaikutusta tulisi ottaa huomioon. Kivisyyden suhteen kohteet eivät olleet parhaimpia mahdollisia, mutta kelvollisia jos niitä käytetään testi-kohteina ja etsitään kehityksen mahdollisuuksia.

## 8.2 Päätelmät

Paikallan olevat taimet oli tiivistetty hyvin mättäisiin. Mättäiden koot vaihtelivat kivisyydestä johtuen, mutta pääasiassa mättäiden koko ja taimien istutuskohta mättäillä oli oikea. Kivisemmillä alueilla koneella oli vaikeuksia tehdä tarpeeksi suuria mättäitä.

Kohdevalinnoissa tulee painottua tasaisiin kivennäismaihin, joissa kivisyys olisi mahdollisimman vähäistä. Tutkimuksessa oli mukana vain yksi turvemaan kohde ja sillä istutustulos oli selkeästi muita kohteita huonompi. Hakkuutähteiden ja kantojen korjaaminen pois uudistusalueilta parantaisi koneellisen istutuksen työnjälkeä.

Koneellinen istutus tulee kasvattamaan osuuttaan uudistamisessa. Tekniikan kehittyessä ja työkohteiden valinnan suunnittelun kehittyessä työnjälki tulee parantumaan, ja siten kustannukset tulevat laskemaan. Koneellisen istutuksen etuna metsurityöhön on istuttaminen tuoreeseen mättääseen. Tämä takaa paremman alun taimille.

Tämä tutkimus oli hyvin pienimuotoinen selvitys ensimmäisen koneellisen istutuskauden tulosten selvittämiseksi. Tulosta ei voi pitää kovin onnistuneena, koska istutettujen taimien määrä jäi liian alhaiseksi. Kuitenkin verrattuna Keräsen (2014) tutkimukseen työmaakohteet olivat huomattavasti haasteellisemmat. Tämä on kuitenkin hyvä esimerkki toimijalle työn kehittämisestä ja parempien istutustyömaa kohteiden valitsemisesta.

## Lähteet

Hovila. P. Suomen metsäkeskus. 2014. Metsälain muutokset 2014.

<http://www.metsakeskus.fi/sites/default/files/metsalain-muutokset-2014-hovila.pdf>. 29.11.2016

Keränen. A. 2014. Koneellinen metsänistutus Risutec APC istutuskoneella.

<http://www.theseus.fi/handle/10024/73499>

Laine. M. & Syri. M. 2012. Koneellisen metsänistutuksen opas. Vammalan kirjapaino.

Luoranen. J. & Kärkkäinen. M. 2007. Taimiuutiset 3/2007

<http://www.metla.fi/taimiuutiset/2007/taimi-3-07.pdf>

METLA. 2014. Metsätalastollinen vuosikirja.

[http://www.metla.fi/metinfo/tilasto/julkaisut/vsk/2014/vsk14\\_03.pdf](http://www.metla.fi/metinfo/tilasto/julkaisut/vsk/2014/vsk14_03.pdf) 22.02.2017

Metsäteho. 2009. Metsätehon raportti 206: Metsänhoidon koneellistaminen.

[http://metsate1.asiakkaat.sigmatic.fi/wp-content/uploads/2015/02/Raportti\\_206\\_Metsanhoidon\\_koneellistaminen\\_ms-jh-hp\\_stand.pdf](http://metsate1.asiakkaat.sigmatic.fi/wp-content/uploads/2015/02/Raportti_206_Metsanhoidon_koneellistaminen_ms-jh-hp_stand.pdf). 19.02.2017.

Metsäteho. 2014. Metsätehon raportti 233.

[www.metsateho.fi/wp-content/uploads/2015/02/Raportti\\_233\\_Koneellinen\\_metsanistutus\\_ja\\_sen\\_tehostaminen\\_kk\\_ym.pdf](http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/2015/02/Raportti_233_Koneellinen_metsanistutus_ja_sen_tehostaminen_kk_ym.pdf)

Suomen metsäkeskus. 2015. Maastotarkastusohje.

<http://www.metsakeskus.fi/sites/default/files/suomen-metsakeskuksen-maastotarkastusohje-2015-v2.pdf>. 17.5.2016

Valkonen. S. 2007. 6. p. Metsäkoulu. Hämeenlinna: Painopaikka Karisto Oy.

Äijälä, O., Koistinen, A., Sved, J., Vanhatalo, K. & Väisänen, P. (toim.) 2014. Hyvän metsänhoidon suositukset - METSÄNHOITO. Helsinki: Metsäkustannus Oy.

## Liitteet

### Lomake

Kuvio X	Taimitiheys	Kasvu	Kivisyys	Kuolleisuus	Mättäät
Koeala 1					
Koeala 2					
Koeala 3					
Koeala 4					
Koeala 5					
Koeala 6					
Koeala 7					
Koeala 8					
Koeala 9					
Koeala 10					
Koeala 11					
Koeala 12					
Koeala 13					
Koeala 14					
Koeala 15					