

**Metsätehon raportti 233**  
**22.9.2014**

# **Koneellinen metsänistutus ja sen tehostaminen Suomessa**

**Kalle Kärhä**  
**Antti Hynönen**  
**Tiina Laine**  
**Markus Strandström**  
**Kyösti Sipilä**  
**Teijo Palander**  
**Pekka T. Rajala**

ISSN 1796-2374 (Verkojulkaisu)

METSÄTEHO OY  
Vernissakatu 4  
01300 Vantaa

[www.metsateho.fi](http://www.metsateho.fi)

# **Koneellinen metsänistutus ja sen tehostaminen Suomessa**

**Kalle Kärhä  
Antti Hynönen  
Tiina Laine  
Markus Strandström  
Kyösti Sipilä  
Teijo Palander  
Pekka T. Rajala**

Metsätehon raportti 233  
22.9.2014

ISSN 1796-2374 (Verkkajulkaisu)

© Metsäteho Oy

# SISÄLLYS

<b>SISÄLLYS</b> .....	<b>2</b>
<b>ALKUSANAT</b> .....	<b>3</b>
<b>TIIVISTELMÄ</b> .....	<b>4</b>
<b>1 JOHDANTO</b> .....	<b>6</b>
1.1 Tutkimuksen tausta.....	6
1.2 Tutkimuksen tavoitteet.....	8
<b>2 AINEISTO JA MENETELMÄT</b> .....	<b>9</b>
2.1 Haastattelut .....	9
2.2 Kustannuslaskelmat .....	12
2.3 Aineiston analysointi.....	12
<b>3 TULOKSET</b> .....	<b>13</b>
3.1 Koneistutuskausi 2013 .....	13
3.1.1.Yrittäjät ja yritykset .....	13
3.1.2.Kalusto .....	15
3.1.3.Työmäärät.....	17
3.1.4.Työmaat.....	20
3.1.5.Menestystekijät .....	22
3.2 Optimaalinen toimintamalli koneistutuksessa .....	23
3.3 Työmäärien vaikutus istutuskustannuksiin.....	27
3.4 Koneistutuksen tulevaisuus .....	27
<b>4 TARKASTELU</b> .....	<b>30</b>
4.1 Aineisto .....	30
4.2 Tulokset.....	30
4.2.1.Koneistutuskausi 2003 vs. 2013 .....	30
4.2.2.T&K-tarpeet koneistutuksessa .....	33
4.3 Johtopäätökset .....	38
<b>LÄHTEET</b> .....	<b>39</b>

## ALKUSANAT

Tutkimus tehtiin Stora Enso Metsän, Itä-Suomen yliopiston, Metsäntutkimuslaitoksen, Metsäteho Oy:n ja Suomen metsäkeskuksen yhteistutkimushankkeena. Antti Hynönen teki pro gradu -työnsä (Koneistutuksen nykytila ja tulevaisuus Suomessa: Toimintamalli koneistutuksen laajentamiseen ja kehittämiseen) tutkimushankkeessa.

Kalle Kärhä (Stora Enso Metsä) ja Antti Hynönen (Itä-Suomen yliopisto) laativat haastattelulomakkeet, Hynönen, Tiina Laine (Metsäntutkimuslaitos) ja Kyösti Sipilä (Suomen metsäkeskus) tekivät haastattelut ja Markus Strandström (Metsäteho) laati tutkimuksessa kustannuslaskelmat istutuskoneen vuotuisten työmäärien vaikutuksesta istutuskustannuksiin. Pekka T. Rajala (Stora Enso Metsä) ja Teijo Palander (Itä-Suomen yliopisto) olivat mukana tutkimuksen suunnittelussa ja ohjauksessa. Jarmo Hämäläinen ja Heikki Pajuoja (Metsäteho) kommentoivat haastattelulomakkeita ja tutkimusraportin käsikirjoitusta.

Tämä julkaisu on tutkimushankkeen pääraportti. Toivomme, että julkaisu kuvaa koneellisen metsänistutuksen nykytilan Suomessa sekä tuo esille koneistutuksen tärkeimmät kehitys- ja tehostamiskohteet koneistutusmäärien nostamiseksi Suomessa tulevina vuosina.

Suuret kiitokset kaikille tutkimuksen toteutukseen osallistuneille henkilöille ja yhteisöille. Erytiskiitokset kaikille tutkimukseen vastanneille koneyrityksille!

Helsingissä syyskuussa 2014

*Tekijät*

## TIIVISTELMÄ

Koneellisen metsänistutuksen tavoitteeksi on asetettu 30 % kokonaisistutus-pinta-alasta vuonna 2015 (Metsänhoidon koneellistaminen -visio) ja 35 % kokonaisistutus-pinta-alasta vuonna 2020 (Savotta 2020). Tutkimuksessa selvitettiin koneellisen metsänistutuksen nykytila Suomessa: millä kalustolla koneistutusta tehdään, mitkä ovat vuotuiset koneistutustyömäärät, minkälaisilla työmailla koneistutusta tehdään ja miten koneistutusketju on organisoitu. Lisäksi tutkimuksessa etsittiin keinoja tehostaa koneellista metsänistutusta Suomessa.

Tutkimus toteutettiin kaksivaiheisena haastattelututkimuksena. Tutkimuksessa haastateltiin kaikki vuonna 2013 koneistutuspalveluja tuottaneet yrittäjät Suomessa. Haastattelut tehtiin maaliskokuussa 2014.

Istutuskaudella 2013 koneistutusta tehtiin yhteensä 31 istutuskoneella ja koneistutuspalveluja tuotti kaikkiaan 22 koneyritystä. Pääosa yrityksistä istutti yhdellä istutuskoneella, vajaa kolmasosa yrityksistä istutti kahdella istutuskoneella ja yksi yritys kolmella istutuskoneella. Käytössä oli kaikkiaan 18 Bracke, 11 M-Planter ja 2 Risutec-istutuslaitetta. Kahdessa istutuskoneyksikössä peruskoneena oli hakkuukone; muutoin peruskoneena oli 14–21-tonninen tela-alustainen kaivukone.

Koneistutusyrityksillä oli 1–3 asiakasta, keskimäärin 1,9 asiakasta. Valtaosin koneistutusyritykset istuttivat suurille metsätalous- ja -teollisuustoimijoille: UPM:lle, Tornatorille, Stora Ensolle, Metsähallitukselle ja Metsä Groupille. Istutusasiakkaina metsänhoitoyhdistysten osuus oli 6 % ja yksityismetsänomistajien osuus 2 % koneistutus-pinta-alasta.

Koneistutustyömaan keskikoko oli 4,7 hehtaaria. Istutus-pinta-aloilta 62 prosentilta hakkuutähteet oli korjattu ja 33 prosentilta kannot oli nostettu ja korjattu. Haastateltujen yrittäjien mukaan runsaskivisiä koneistutustyömaista oli 21 % ja vähäkivisiä 28 %.

Istutuskoneista vajaa puolet oli pääosin kahdessa työvuoressa ja kolmannes yhdessä työvuoressa. Koneistutusyritykset istuttivat yhteensä 2 663 hehtaaria ja 4,7 miljoonaa tainta istutuskaudella 2013. Kun vuonna 2013 kokonaisistutus-pinta-ala oli 77 000 hehtaaria, koneellisen metsänistutuksen osuus oli 3,5 %. Vuonna 2003 koneistutus-pinta-ala oli 1 420 hehtaaria (1,6 % kokonaisistutus-pinta-alasta). Täten koneistutuksen osuus on noussut vain vajaa kaksi prosenttiyksikköä kuluneen kymmenen vuoden aikana.

Keskimäärin yhdellä istutuskoneella istutettiin 86 hehtaaria ja 151 000 tainta istutuskaudella 2013. Istutuskaudella 2014 yrityksillä oli tavoitteena koneistuttaa keskimäärin 96 hehtaaria/kone ja koneistutus-potentiaaliksi yrittäjät laskivat keskimäärin 120 hehtaaria/kone.

Istutuskaudella 2013 taimet toimitettiin taimitarhalta yleisimmin yrittäjän varastoon, josta ne kuljetettiin työmaille, ja valtaosa koneistutuskohteista tuli tarjolle asiakasorganisaatioiden kautta. Pääosa yrittäjistä näki, että parhaiten koneistutustyömaiden ketjutus toimii, kun heidän yrityksensä tekee itsenäisesti työmaiden ketjutuksen. Kaikki haastatellut yrittäjät sanoivat, että kuljettajan oma valvonta on optimaalisin tapa toteuttaa koneistutustyön laadun seuranta.

Tehdyn tutkimuksen pohjalta voidaan sanoa, ettei asetettuja koneistutustavoitteita tulla saavuttamaan nykyinen tila: liian moni asia koneistutuksessa ei ole kunnossa nykyään. Jos koneistutusmäärät aiotaan nostaa yli 20 000 hehtaariin/vuosi, kuten on tavoitteena, edellyttää se koneistutuksen kustannuskilpailukyvyyn nostoa ja lisäksi koneistutuksen vientiä yksityismetsiin. Koneistutuksen vienti yksityismetsiin edellyttää puolestaan laajaa, monikanavaista markkinointiviestintää koneistutuksesta.

Koneistutuspalvelujen kasvava kysyntä ja moniasiakkuus takaavat sen, että koneistutusyritysten toiminta-alueet pysyvät nykyisellä tasolla, tai hieman supistuvat, kun istutustyömaat löytyvät maantieteellisesti pienemmältä alueelta. Kun istutusta tehdään tehokkaasti kahdessa työvuorossa, tavoitteellisenä, kustannustehokkaana työmääränä voidaan pitää 130–150 hehtaaria/istutuskone/vuosi.

On myös huolehdittava, että koneistutusyritykset saavat koneisiin riittävästi koulutettuja, ammattitaitoisia istutuskoneen kuljettajia. Istutustyömaiden kohdevalintaan on kehitettävä päätöstukijärjestelmä, josta kukin toimija voi tarkastaa metsänuudistusalan koneistutuskelpoisuuden. Käsittelykuvioiden olosuhdetiedon – mukaan lukien kivisyystieto – systemaattinen keruu metsävara- ja -olosuhdetietokantaan eri metsänkäsittelyoperaatioiden yhteydessä on aloitettava viipymättä.

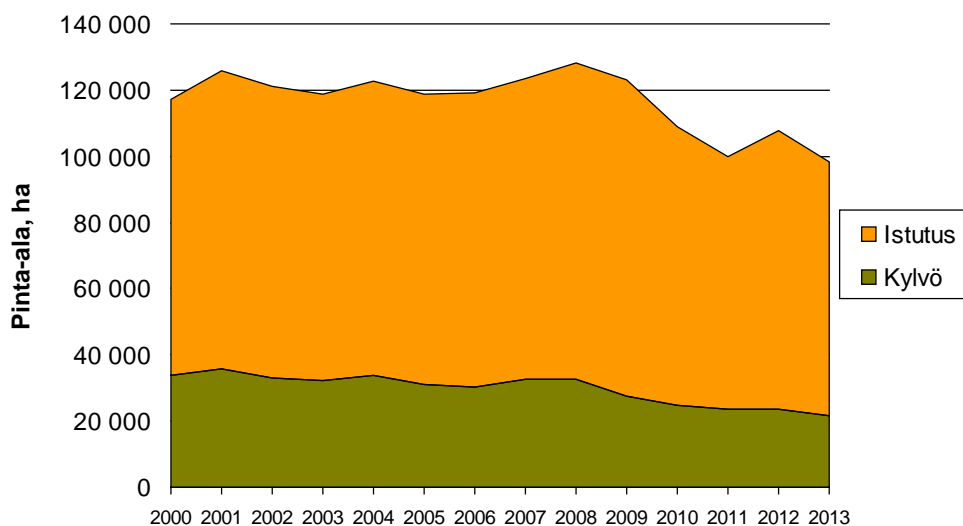
Koneistutuspalvelujen tarjonta lisääntyy, kun koneistutuspalveluilla on kysyntää ja koneistutusliiketoiminnan kannattavuus on hyvä. Usealla yrittäjällä koneistutus integroituu osaksi normaalia, laajavastuista metsäkoneyrittämistä. Istutuslaitteiden lisääntynyt kysyntä puolestaan kasvattaa kone- ja laitevalmistajien kiinnostusta panostaa istutuslaittekehitykseen, millä on positiivinen vaikutus koneistutuksen tuottavuuteen ja edelleen kustannuskilpailukykyyn.

1980-luvulla paljasjuuristen puuntaimien kuokkaistutuksesta siirryttiin paakutaimien pottiputki-istutukseen Suomessa. Seuraava askel on metsänistutustöiden koneellistuminen.

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Tutkimuksen tausta

Metsiä uudistettiin vuonna 2013 Suomessa kaikkiaan 121 000 hehtaaria, josta 98 000 hehtaaria viljelemällä ja 23 000 hehtaaria luontaisesti; metsänviljelyalasta 77 000 hehtaaria istutettiin ja 22 000 hehtaaria kylvettiin (kuva 1) (Juntunen & Herrala-Ylinen 2014). 2000-luvun alussa metsänviljelypinta-alat ovat olleet vuosittain noin 120 000 hehtaaria, mutta viime vuosina metsänviljelyalat ovat supistuneet 100 000 hehtaariin harvennushakkuiden kasvun myötä (kuva 1) (Juntunen & Herrala-Ylinen 2013). 2000-luvulla metsänviljelyalasta istutuksen osuus on kasvanut ja kylvön osuus supistunut: kun vuonna 2013 istutuksen osuus oli 78 % ja kylvön osuus 22 %, vuosina 2000–2008 istutuksen osuus oli 71–74 % ja kylvön osuus 26–29 % (Juntunen & Herrala-Ylinen 2013, 2014).



Kuva 1. Metsänviljelypinta-alat vuosina 2000–2013 Suomessa (Juntunen & Herrala-Ylinen 2013, 2014).

Pääosa metsänistutustöistä tehdään Suomessa manuaalisesti metsurityönä ja pieni osa koneellisesti. Tarkkaa, julkaistua aikasarjatietoa 2000-luvulta, mikä on ollut vuosittain koneistutuksen osuus, ei ole olemassa. Metsäteho Oy (Vartiamäki 2003) selvitti vuonna 2003 koneellisen metsänistutuksen tilaa Suomessa: Tehdyn kartoituksen mukaan koneellisen metsänistutuksen pinta-ala oli 1 420 hehtaaria, eli 1,6 % kokonaisistutuspinta-alasta. Koneistutuspalveluja tarjosi 14 istutuskoneyrittäjää yhteensä 16 istutuskoneella.

Metsätehon (Vartiamäki 2003) koneistutusselvityksen jälkeen kattavia koneistutuskartoituksia ei ole tehty. Vuonna 2012 Laine ja Rantala (2012) arvioivat, että Suomessa on käytössä kaikkiaan 35–40 istutuskonetta ja koneellisen metsänistutuksen osuus on 3–4 % kokonaisistutuspinta-alasta.

Metsänhoidon koneellistaminen -visiossa Metsäteho (Strandström ym. 2009) asetti koneellisen metsänistutuksen tavoitteeksi 30 % kokonaisistutuspinta-alasta vuonna 2015. Savotta 2020 -metsäsektorin työvoimatarvelaskelmissa (Strandström & Pajuoja 2013) koneistutustavoite nostettiin 35 prosenttiin kokonaisistutuspinta-alasta vuonna 2020.

Miksi koneellisen metsänistutuksen yleistymisen on ollut hidasta kymmenen viime vuoden aikana Suomessa? Ja miksi näyttää siltä, ettei asetettuja koneistutustavoitteita tulla saavuttamaan, vaikka koneellista metsänistutusta on tutkittu ja kehitetty melko aktiivisesti 2000-luvulla Suomessa (esim. Rummukainen ym. 2002, 2003, Rantala & Saarinen 2006, Saarinen 2006, Roms 2007, Härkönen 2008, Saari 2008, Rantala ym. 2009, Rantala & Laine 2010, Luoranen ym. 2011, Strandström ym. 2011, Toivanen 2012, Laine & Rantala 2013, Saarinen ym. 2013, Keränen 2014, Laine 2014)?

Suurimpana syynä koneistutuksen hitaaseen yleistymiseen pidetään koneityön heikkoa kustannuskilpailukykyä verrattuna metsurityöhön (esim. Hallongren ym. 2012, Saarinen ym. 2013): Strandström ym. (2011) ovat laskeneet, että koneellisen metsänistutuksen kustannukset ovat 23 % korkeammat kuin metsuri-istutustyöketjussa, ja että koneistutuksen tuottavuuden pitäisi olla neljänneksen isompi, jotta koneityön kustannukset yltäisivät metsurityön tasolle. Strandström ym. (2011) määrittivät, että tämä edellyttäisi vähintään istutustyön tuottavuutta 190 tainta/käyttötunti.

Toisena merkittävänä tekijänä, joka on aiheuttanut koneistutuksen paikallaan polkemista, pidetään työvoiman hyvää saatavuutta istutus- ja muihin metsänhoitotöihin. Hallongren ym. (2012) ja Juntunen (2013) ovat kuitenkin ennustaneet, että vakinaisessa työsuhteessa työskentelevien metsureiden määrä tulee lähes puolittumaan 2010-luvulla. Koneellistamalla metsänhoitotöitä metsäalan työvoimatarvetta voidaan vähentää: Strandström ym. (2011) ovat laskeneet, että koneistutus vaatii 22 % vähemmän henkilöresursseja kuin erillinen laikutusmätästys ja pottiputki-istutus. Koneityössä supistuva työvoimaresurssi voidaan siis hyödyntää tehokkaammin ja lisäksi tarjota miellyttävämpi ja fyysisesti vähemmän kuormittavampi työympäristö kuin metsurityössä (Hallongren ym. 2012).

Vähenevän metsurityövoimaresurssin lisäksi koneellisen metsänistutuksen yleistymistä lähivuosien aikana vauhdittavat seuraavat tekijät:

- Yksityismetsänomistajien omatoimisuus metsänhoitotöissä laskee (Hänninen ym. 2010) ja lisää näin erilaisten metsänhoitopalvelujen kysyntää.
- Koneellisessa metsänistutuksessa työjälki on vähintään yhtä hyvä kuin metsurityössä (esim. Arnkil & Hämäläinen 1995, Sigurdh 2004, Saarinen 2006, Härkönen 2008, Saari 2008, Luoranen ym. 2011).



- Metsäenergiaa – hakkuutähteitä ja kantoja – korjataan päätehakkua-aloilta vuosi vuodelta enemmän (vrt. Torvelainen ym. 2014), ja metsäenergian korjuu parantaa koneistutuksen laatua ja tuottavuutta ja edelleen kustannuskilpailukykyä (esim. Saarinen 2006, Härkönen 2008, Rantala ym. 2009, Rantala & Laine 2010).
- Koneistus tarjoaa lisätoita koneyrityksille ja luo mahdollisuuksia konekaluston ympärivuotiseen käyttöön ja konekapasiteetin tehokkaaseen hyödyntämiseen (esim. Kärhä & Peltola 2004, Rantala & Saarinen 2006, Bergroth ym. 2007).

Kaksi vuotta sitten Metsäntutkimuslaitos ja Suomen metsäkeskus (Laine & Syri 2012) julkaisivat Koneellisen metsänistutuksen oppaan, jossa on hyvin kattavasti kuvattu muun muassa koneellisen istutuksen taimimateriaalin vaatimukset, minkälaiset työmaat soveltuvat koneistutukseen sekä miten istutuskoneen kuljettajan on suositeltavaa tehdä istutustyönsä omavalvontaa. Laajempaa selvitystä koneistutustyömaista, esimerkiksi minkälaisia koneistutustyömaat ovat kivisyydeltään, tai miltä osalta koneistutustyömaista hakkuutähteet on korjattu, ei ole kuitenkaan tehty viime vuosien aikana.

## 1.2 Tutkimuksen tavoitteet

Stora Enso Metsän, Itä-Suomen yliopiston, Metsäntutkimuslaitoksen, Metsätehon ja Suomen metsäkeskuksen yhteistutkimuksessa selvitettiin koneellisen metsänistutuksen nykytila Suomessa:

- Millä kalustolla koneistutusta tehdään?
- Mitkä ovat vuotuiset koneistutustyömäärät?
- Minkälaisilla työmailla koneistutusta tehdään?
- Miten koneistutusketju (mm. taimilogistiikka, kohdevalinta, työmaaketjutus, työn laadun seuranta) on organisoitu?

Lisäksi tutkimuksessa etsittiin keinoja tehostaa koneellista metsänistutusta Suomessa ja nostettiin esille tehokkaita, optimaalisia toimintamalleja koneistutukseen.

## 2 AINEISTO JA MENETELMÄT

### 2.1 Haastattelut

Tutkimus toteutettiin kaksivaiheisena haastattelututkimuksena: Tutkimuksen ensimmäisessä vaiheessa selvitettiin koneellisen metsänistutuksen nykytila ja tulevaisuuden näkymiä Suomessa ja tutkimuksen toisessa vaiheessa etsittiin tehokkaita, optimaalisia toimintamalleja koneistutukseen. Ensimmäisessä vaiheessa haastattelut tehtiin henkilökohtaisilla haastatteluilla maaliskuussa 2014; tutkimuksen toisessa vaiheessa haastattelut toteutettiin puhelinhaastatteluina toukokuussa 2014.

Haastattelututkimuksia varten työstettiin strukturoidut haastattelulomakkeet. Tutkimuksen ensimmäisen vaiheen haastattelulomake oli 11-sivuinen ja sisälsi 15 osiota. Haastattelulomakkeessa keskityttiin koneistutukseen istutuskaudella 2013. Haastattelulomakkeen alussa kysyttiin vastaajan ja hänen yrityksensä perustiedot. Haastattelulomakkeen toisessa osiossa kartoitettiin, mitkä olivat yrityksen keskeisimmät työolajit vuonna 2013, mitä konekalustoa yrityksessä oli, mikä oli koneellisen metsänistutuksen osuus yrityksen kokonaisliikevaihdosta vuonna 2013 sekä mistä vuodesta lähtien yritys on tuottanut koneistutuspalveluja.

Haastattelulomakkeen kolmannessa osiossa selvitettiin koneistutusyrityksen asiakaskuntaa: kuinka monelle asiakkaalle yritys teki koneellista metsänistutusta vuonna 2013 ja mikä oli kunkin asiakasryhmän osuus yrityksen koneellisen metsänistutuksen kokonaistyyömäärästä ja oliko yrityksen asiakaskunta ollut sama vuosina 2010–2013.

Neljännessä osiossa kartoitettiin, minkälaisella toiminta-alueella yritys koneistutti vuonna 2013. Haastattelulomakkeen viidennessä osiossa pyrittiin luomaan kuva yrityksen koneistutuskalustosta ja sen käytöstä vuonna 2013: mikä oli yrityksen koneistutuskalusto (istutuslaitteen ja peruskoneen merkki, malli ja vuosimalli), milloin koneistutuskausi alkoi ja milloin se lopui, mikä oli pääasiallinen työaikamuoto koneistutuskaudella, oliko istutuskooneella seisokkeja koneistutuskaudella sekä mitä muuta työtä kuin istutusta ja kuinka kauan istutuskoneyksikön peruskoneella tehtiin istutuskauden aikana ja toisaalta sen ulkopuolella.

Kuudennessa osiossa selvitettiin koneistutusyrityksen istutusmääriä ja -tavoitteita: mikä oli yrityksen koneellisen metsänistutuksen toteutunut työmäärä vuonna 2013, mikä oli yrityksen koneistutustavoite vuodelle 2014 sekä jos yritys voisi koneistuttaa nykykalustolla ilman mitään rajoitteita, paljonko se kykenisi koneistuttamaan istutuskaudella 2014. Lisäksi yrittäjää pyydettiin listaamaan, mitkä olivat suurimmat esteet ja pullonkaulat, miksei yritys voi koneistuttaa niitä määriä kuin edellä arvioi.

Seuraavassa osiossa kartoitettiin koneistutusyrityksen työmaita istutuskaudella 2013: mikä oli koneistutustyömaan keskikoko, mikä oli pinta-alaltaan pienin ja mikä suurin työmaa, miltä osalta yrityksen koneistutustyömaista hakkuutähteet ja/tai kannot oli korjattu, miten koneistutustyömaat jakaantuivat kivisyyden ja istutusajankohdan suhteen sekä millä osalla koneistutustyömaista tehtiin metsänistutusta myös manuaalisesti metsurityönä.

Haastattelulomakkeen osioissa 8–12 kartoitettiin koneistutettujen taimien laatua, taimitoimitusten toimivuutta, työmaiden koneistutuskelpoisuutta ja ketjutusta sekä koneistutustyön laadun seuranta istutuskaudella 2013: mitä puulajeja yritys koneistutti, mitkä olivat yrittäjän ruusut ja risut koneistutetulle taimimateriaalille, mikä oli taimien pääasiallinen reitti taimitarhalta työmaalle, minkä osan koneistutukseen tarjotuista työmaista yritys joutui hylkäämään ja mitkä olivat tärkeimmät syyt hylkäykseen, miten työmaat ketjutettiin, kuinka pitkälle eteenpäin keskimäärin koneistutustyömaat oli ketjutettu, mitkä tekijät vaikuttivat eniten työmaiden ketjutukseen, mikä oli istutuskoneen keskimääräinen siirtomatka istutustyömaalta toiselle, tehtiinkö istutuskonesiirrot pääosin omalla siirto-/lavettiautolla vai ostettiin kone-siirrot ostopalveluna sekä millä eri tavoin työmaiden työn laatua seurattiin.

Seuraavaksi koneistutusyrittäjää pyydettiin arvioimaan kahdentoista listatun osatekijän tärkeys koneistutustyön tuottavuuteen ja/tai koneistutuksen kannattavuuteen. Tämän jälkeen yrittäjä arvioi, miten hänen yrityksensä ja sen yhteistyökumppanit onnistuivat listatuilla osa-alueilla vuonna 2013. Arvioinnit tehtiin viisiportaisilla Likert-asteikoilla (Tärkeys: 1 = Ei lainkaan tärkeä ... 5 = Erittäin tärkeä; Toteuma 2013: 1 = Erittäin huonosti ... 5 = Erittäin hyvin). Haastattelulomakkeen osiossa 14 esitettiin väittämiä koneistutuksesta ja sen tulevaisuudesta. Haastattelun lopuksi koneistutusyrittäjältä kysyttiin, miten hän itse kehittäisi ja tehostaisi koneellista metsänistutusta lähivuosina Suomessa.

Tutkimuksen käyttöön saatiin Metsäntutkimuslaitoksella ja Suomen metsäkeskuksessa vuosina 2012 ja 2013 koostettu yhteystietolista mahdollisista koneistutusyrittäjistä. Yhteystietolistalla oli yhteensä 46 yrittäjän yhteystiedot. Kullekin listalla olleelle yrittäjälle soitettiin ja sovittiin aika haastattelua varten. 24 yrittäjää ilmoitti, etteivät olleet tehneet koneistutusta vuonna 2013 ja mahdollisesti olivat lopettaneet jo koneistutusliiketoimintansa, tai etteivät olleet aktiivisesti koneistuttaneet koskaan. Syyksi lopettamiseen yrittäjät sanoivat useimmiten koneistutusliiketoiminnan heikon kannattavuuden.

Yhteensä 20 koneyrittäjää, jotka tuottivat koneistutuspalveluja istutuskaudella 2013, haastateltiin tutkimuksen ensimmäisessä vaiheessa. Kaksi yrittäjää, jotka koneistuttivat vuonna 2013, ei osallistunut edellä kuvattuun laajaan haastattelututkimukseen. Myös nämä kaksi koneistutusyrittäjää halut-

tiin mukaan tutkimukseen; heidät haastateltiin puhelimitse ja heidän haastatteluluissaan käytettiin suppeampaa, yhden sivunmittaista haastattelulomaketta; seuraavat asiat kysyttiin:

- Mikä oli yrityksen koneellisen metsänistutuksen työmäärä vuonna 2013?
- Mikä oli yrityksen koneistutustavoite vuodelle 2014?
- Mikä oli koneellisen metsänistutuksen osuus yrityksen kokonaisliikevaihdosta vuonna 2013?
- Mistä vuodesta lähtien yritys on tuottanut koneistutuspalveluja?
- Kuinka monelle asiakkaalle yritys teki koneellista metsänistutusta vuonna 2013? Ja mikä oli kunkin asiakasryhmän osuus yrityksen koneellisen metsänistutuksen kokonaistyömäärästä vuonna 2013?
- Mikä oli yrityksen koneistutuskalusto (istutuslaitteen ja peruskoneen merkki, malli ja vuosimalli) vuonna 2013?

Tutkimuksen toisen vaiheen toteutusta varten tehtiin kaksisivuinen haastattelulomake: Ensiksi kysyttiin, mikä olisi yrityksen optimaalinen koneistutus-työmäärä vuodessa, mikä olisi optimaalinen istutuskonemäärä yrityksessä, mikä olisi yrityksen optimaalinen toiminta-alueen koko sekä mikä olisi optimaalinen yksittäisen työmaan koko. Tämän jälkeen kartoitettiin optimaalisinta, tehokkainta organisointi- ja toimintamallia koneistukseen haastatellun istutuskoneyrittäjän yrityksessä:

- Mikä olisi optimaalinen taimien reitti taimitarhalta työmaalle?
- Mikä olisi taimitarhalta tulevan yhden taimitoimituksen optimikoko?
- Optimaalisesti toimittaessa kuka vastaisi taimikuljetuksen eri vaiheista taimitarhalta työmaalle?
- Jos taimet toimitettaisiin taimitarhalta taimikonteissa, tehostaisiko se yrityksen taimilogistiikkaa vai ei?
- Mikä olisi yhden taimikontin optimikoko?
- Mikä olisi optimaalinen toteutustapa tehdä koneistutuskohteiden valintaa?
- Mikä olisi optimaalinen toteutustapa tehdä koneistutustyömaiden ketjutus?
- Optimaalisesti toimittaessa kuinka monta viikkoa eteenpäin koneistutustyömaiden ketjutus olisi oltava tiedossa?
- Mikä olisi optimaalinen toteutustapa tehdä koneistutustyöjäljen seurantaa?

Puhelinhaastattelun lopuksi kysyttiin, mikä on oltava yrityksen vähimmäistyömäärä koneistutuksessa vuodessa, että yritys tekee koneistutusta, ja mikä olisi istutuskonekaluston määrä yrityksessä tässä tilanteessa ja mikä olisi oltava vähintään yksittäisen työmaan koko koneistutuksessa.

Tutkimuksen toiseen vaiheeseen osallistui yhteensä 18 yrittäjää: Yksi vuonna 2013 koneistuttanut yrittäjä ilmoitti, ettei tule koneistuttamaan vuonna 2014; häntä ei haastateltu tutkimuksen toisessa vaiheessa. Lisäksi yhtä vuonna 2013 koneistuttanutta ja tutkimuksen ensimmäiseen vaiheeseen osallistunutta yrittäjää ei tavoitettu tutkimuksen toiseen vaiheeseen.

## 2.2 Kustannuslaskelmat

Laskelmat koneistutuskustannuksista istutuskoneen vuotuisten työmäärien suhteen laadittiin käyttäen seuraavia kustannustekijöitä: Istutuskoneyksikön peruskoneen (tela-alustainen, 15-tonninen kaivukone) hankintahintana käytettiin 125 000 € (alv 0 %). Istutuslaitteen hankintahinta laskelmissa oli 44 000 € (alv 0 %). Kaivukoneen pitoaika oli 12 000 käyttötuntia ja istutuslaitteen pitoaika 7 500 käyttötuntia (vrt. Strandström ym. 2011).

Tämän tutkimuksen tuloksia hyödynnettiin määrittäessä seuraavia kustannuslaskentaperusteita:

- Työmaan koko (4,7 ha),
- Istutuskoneen keskimääräinen siirtomatka työmaalta toiselle (22 km),
- Istutuskauden pituus (3–24 viikkoa),
- Muut työt istutuskaudella (1 viikko),
- Lomat ja muut seisokit istutuskaudella (1 viikko) ja
- Muut työt istutuskauden ulkopuolella (11 viikkoa).

Istutustyön käyttötuntituottavuus kustannuslaskelmissa oli 150 tainta/tunti. Korkoprosentti oli 5,0 %. Istutuskoneen kuljettajan palkkana käytettiin 12,43 €/h ja palkan sivukuluina 55 % (6,84 €/h). Istutuskoneen vakuutukset olivat 800 €/v ja hallinto- ja ylläpitokustannukset 6 800 €/v. Istutuskoneen polttoaineen kulutuksena käytettiin 10,0 l/käyttötunti. Istutuskoneen korjaus- ja huoltokulujen arvioitiin olevan 5,0 €/käyttötunti (vrt. Strandström ym. 2011).

## 2.3 Aineiston analysointi

Aineistoa analysoitiin laskemalla siitä summatietoja, keskitunnuksia ja jakaumia. Keskitunnukset laskettiin painotettuina (geometrisinä) keskiarvoina. Painoina käytettiin kunkin yrityksen koneistutusmääriä vuonna 2013.

Haastateltua yrittäjää pyydettiin arvioimaan tutkimuksen ensimmäisessä vaiheessa (osio 13) kahdentoista listatun osatekijän tärkeys koneistutustyön tuottavuuteen ja/tai koneistutuksen kannattavuuteen (Tärkeys) sekä miten yritys ja sen yhteistyökumppanit onnistuivat listatuilla osa-alueilla viime vuonna (Toteuma 2013). Näistä lukuarvoista laskettiin erotus, kuilu (Kuilu = Toteuma 2013 – Tärkeys) kullekin osatekijälle.

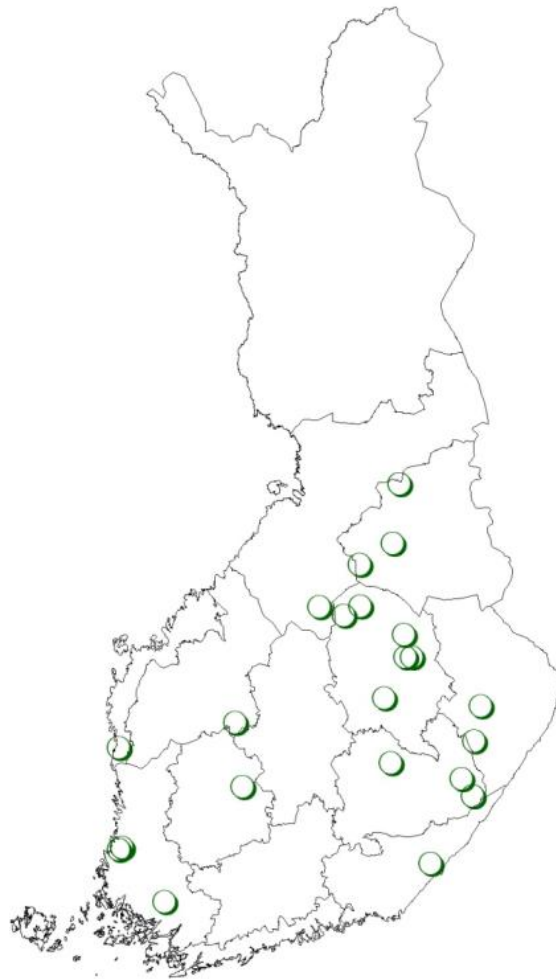
## 3 TULOKSET

### 3.1 Koneistutuskausi 2013

#### 3.1.1 Yrittäjät ja yritykset

Koneistutusyrittäjien keski-ikä oli 47 vuotta; nuorin yrittäjä oli 32-vuotias ja vanhin 63-vuotias. Vuonna 2013 koneistutuspalveluja tuottanut yritys oli perustettu keskimäärin 29 vuotta sitten. Koneistutuspalveluja yritys oli alkanut tuottaa keskimäärin kuusi vuotta sitten. Lähes puolet (45 %) yrityksistä oli tuottanut koneistutuspalveluja alle neljä vuotta; vastaavasti yli kymmenen vuotta koneistutusta oli tehnyt alle viidennes yrityksistä.

Koneistutuspalveluja tuottaneet koneyritykset sijoittuivat itäiseen Suomeen: Eniten, lähes neljännes yrityksistä sijaitsi Pohjois-Savossa (kuva 2). Uudellamaalla, Hämeessä ja Keski-Suomessa ei ollut yhtään koneistutusyritystä. Kaakkois-Suomessa, Pirkanmaalla sekä Pohjanmaalla koneistutuspalvelujen tuottaminen oli yksittäisten koneyritysten varassa (kuva 2).



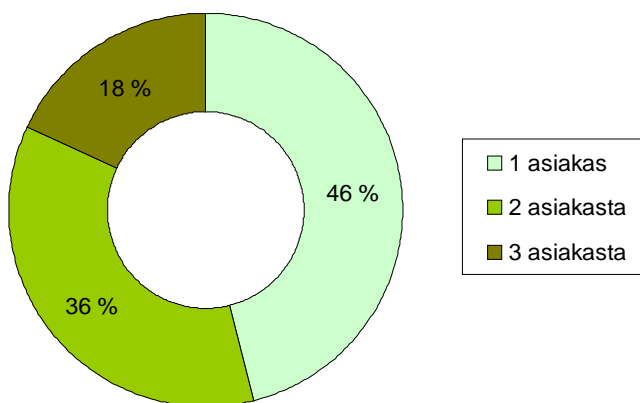
*Kuva 2. Vuonna 2013 koneistutuspalveluja tuottaneiden koneyritysten (n=22) kotipaikan sijainti. Pohjakartta: © Karttakeskus Oy, L11040/14.*

Koneistutuspalvelujen lisäksi lähes kaikki koneistutusyritykset tarjosivat maanmuokkauspalveluja vuonna 2013. Lähes kaksi kolmasosaa yrityksistä teki myös ojitustöitä. Aines- ja/tai energianpuun korjuupalveluja tuotti vajaa kaksi kolmasosaa yrityksistä. Vajaa puolet yrityksistä teki lisäksi maanrakennustöitä sekä nosti kantoja.

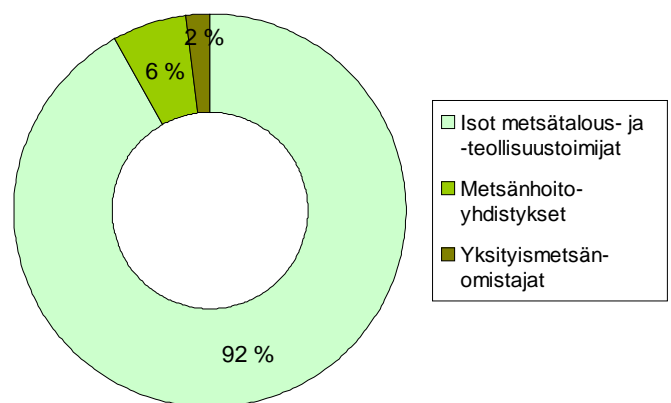
Koneistutusyritysten kokonaiskonekalustoa koskevaan kysymykseen vastasi 20 yrittäjää; koneistutusyrityksissä oli yhteensä 60 kaivukonetta, 44 hakkuukonetta, 41 kuormatraktoria, 28 siirto-/lavettiautoa, 2 puutavara-autoa sekä 28 muuta työkoneita (useimmiten traktoreita ja pyöräkuormaajia), joita käytettiin koneyrityksen liiketoiminnassa. Keskimäärin koneistutusyrityksessä oli 3,00 kaivukonetta, 2,20 hakkuukonetta, 2,05 kuormatraktoria ja 1,40 siirto-/lavettiautoa.

Koneellisen metsänistutuksen osuus yritysten kokonaisliikevaihdosta oli keskimäärin 24 % vaihteluvälin ollessa 3–90 % vuonna 2013. Lähes 60 prosentille yrityksistä koneistutuksen osuus jäi alle 20 prosenttiin yrityksen kokonaisliikevaihdosta.

Koneistutusyrityksillä oli 1–3 asiakasta (keskimäärin 1,9 asiakasta) istutuskaudella 2013 (kuva 3). Pääosin koneistutusyritykset istuttivat suurille metsätalous- ja -teollisuustoimijoille (kuva 4): UPM:lle istutti yhdeksän yritystä, Tornatorille ja Stora Ensolle kummallekin viisi yritystä sekä Metsähallitukselle ja Metsä Groupille kummallekin kaksi yritystä. Istutusasiakkaina metsänhoitoyhdistysten osuus oli 6 % ja yksityismetsänomistajien osuus 2 % koneistutuspinta-alasta. Valtaosa (85 %) yrittäjistä kertoi, että heidän yrityksensä koneistutusasiakaskunta on pysynyt samana viime vuosina (2010–2013).



Kuva 3. Koneistutusasiakkaiden lukumääräjakauma istutuskoneyrityksissä (n=22) vuonna 2013



Kuva 4. Eri asiakasryhmien osuudet istutuskoneyritysten (n=22) kokonaistyömäärästä vuonna 2013.

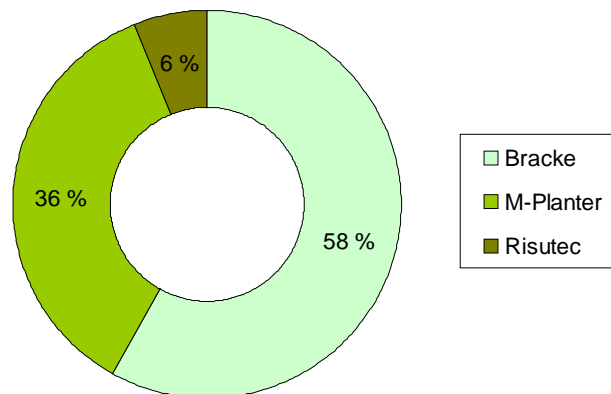
Koneistutusyrityksillä toiminta-alueen säde oli keskimäärin 62 kilometriä; vaihteluväli yrityksittäin oli viidestä kilometristä 125 kilometriin. Lähimmillään koneistutustyömaat olivat olleet alle kilometrin etäisyydellä koneistutusyrityksen tukikohdasta ja pisimmillään yksittäiset työmaat olivat olleet yli 200 kilometrin etäisyydellä yrityksen tukikohdasta.

### 3.1.2 Kalusto

Istutuskaudella 2013 koneellista metsänistutusta tehtiin yhteensä 31 istutuskoneella. Koneistutuspalveluja tuotti kaikkiaan 22 koneyritystä. Pääosa (64 %) yrityksistä istutti yhdellä istutuskoneella, vajaa kolmasosa (32 %) yrityksistä istutti kahdella istutuskoneella ja yksi yritys kolmella istutuskoneella. Keskimäärin yrityksessä oli 1,41 istutuskonetta.

Käytössä oli kaikkiaan 18 Bracke P11.a -istutuslaitetta vuonna 2013 (kuvat 5 ja 6). Käytössä oli myös yhteensä 11 M-Planter-istutuslaitetta ja 2 Risutec-istutuslaitetta. Istutuslaitteet olivat keskimäärin 5,6 vuotta vanhoja. Kahdessa istutuskoneyksikössä peruskoneena oli hakkuukone (Eco Log 560C ja Valmet 911); muutoin peruskoneena oli 14–21-tonninen tela-alustainen kaivukone (vrt. Koneluokitus. Tela-alustaiset... 2014) (kuva 7).

Myös peruskoneen keski-ikä oli 5,6 vuotta. Istutuskoneyksiköiden peruskoneina KKht 14 -kaivukoneluokassa yleisimmin olivat Doosan DX160, Hitachi ZX 135US, Hyundai R140 ja NewHolland Kobelco E135SR -kaivukoneet ja KKht 17 -luokassa Doosan DX180, Fiat-Hitachi FH EX165, Hitachi ZX 180 ja NewHolland Kobelco E175 -kaivukoneet.

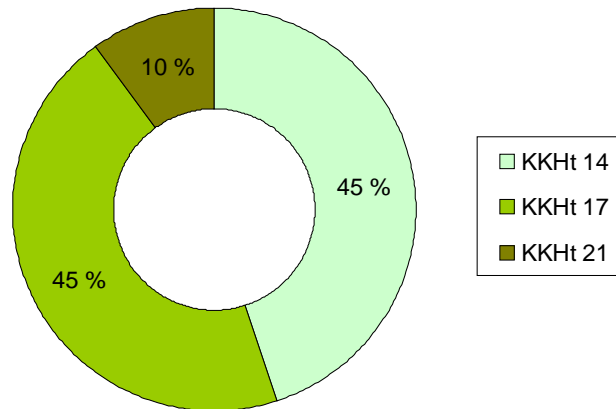


Kuva 5. Vuonna 2013 käytössä olleiden istutuslaitteiden (n=31) merkkien osuudet.





*Kuva 6. Suomessa markkinoilla olevat istutuslaitemerkit: Bracke (ylhäällä), M-Planter (keskellä) ja Risutec. Kuvat: Kalle Kärhä/Stora Enso Oyj, Mikko Syri/Suomen metsäkeskus ja Jussi Aikala/Risutec Oy.*

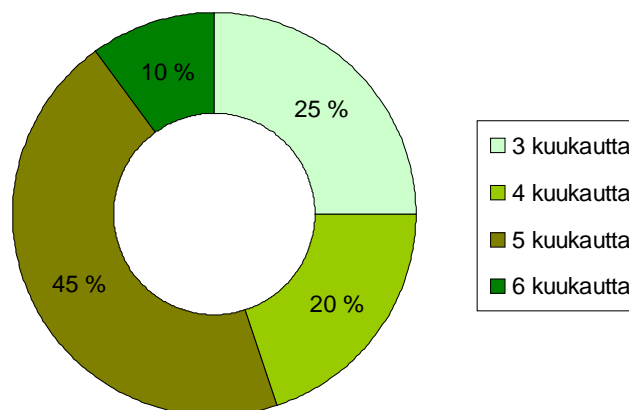


Kuva 7. Vuonna 2013 käytössä olleiden istutuskoneyksiköiden peruskoneiden (n=31) työpainoluokka (tonnia) Koneiluokitus. TELA-alustaiset... (2014) mukaan.

### 3.1.3 Työmäärät

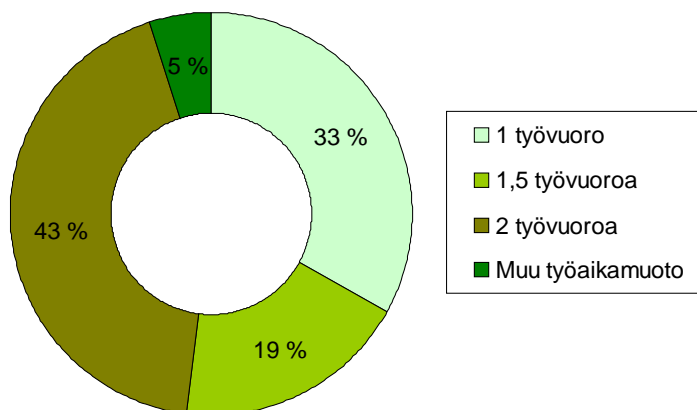
Tyypillisesti yritykset aloittivat koneistutuskautensa toukokuun alussa viikoilla 18–20; aikaisin istutuskauden 2013 avaaja aloitti istutustyöt huhtikuun lopulla. Vastaavasti useimmiten viimeisimmät työmaat koneistutettiin ennen lokakuun puoliväliä viikoilla 40–42; yksi yritys koneistutti lokakuun loppuun asti.

Keskimäärin koneyritysten istutuskoneiden istutuskausi kesti 137 päivää, eli 19,6 viikkoa (4,9 kuukautta) (kuva 8). Seisokkeja istutuskoneilla oli keskimäärin 1,2 viikkoa vaihteluvälin ollessa 0–8 viikkoa/kone; yleisimmät syyt seisokkeihin olivat keskikesän kuivuus ja kesälomat. Istutuskaudella 2013 muita kuin istutustöitä istutuskoneiden peruskoneilla tehtiin keskimäärin 0,8 viikkoa vaihteluvälin ollessa 0–8 viikkoa/kone; muita töitä olivat maanmuokaus, ojitus, metsäteiden rakennus ja perusparannus sekä kantojen nosto.



Kuva 8. Istutuskoneiden (n=29) istutuskauden pituusjakauma ensimmäisestä työmaasta kauden viimeiseen työmaahan vuonna 2013.

Istutuskauden tehollinen pituus (poislaskettuna seisokit ja muut kuin istutustyöt) oli täten keskimäärin 17,6 viikkoa/istutuskone, eli 88 työpäivää/istutuskone (laskettu oletuksella, että istutuskoneella työviikko on viisipäiväinen); istutuskoneittain vaihteluväli oli 33–124 tehollista istutustyöpäivää. Istutuskoneista vajaa puolet oli pääosin kahdessa työvuorossa, kolmannes yhdessä vuorossa ja lähes viidennes keskimäärin 1,5 työvuorossa (kuva 9).

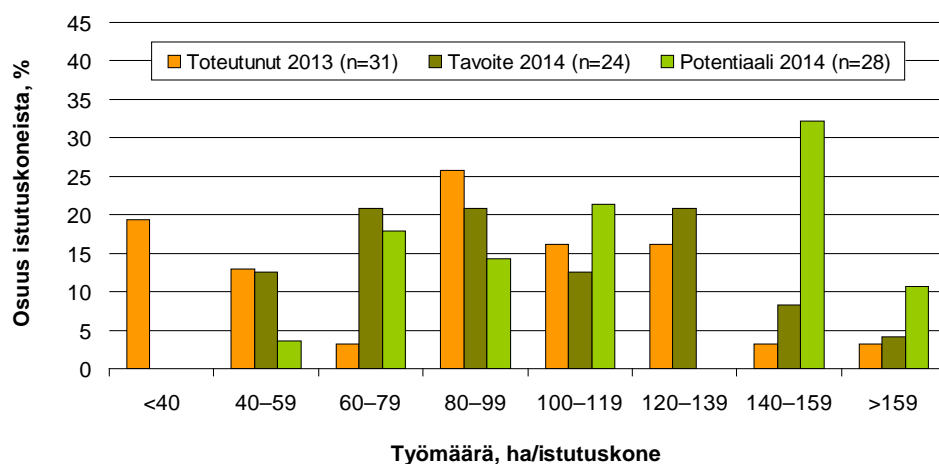


*Kuva 9. Istutuskoneiden (n=29) pääasiällisin työaikamuoto istutuskaudella 2013.*

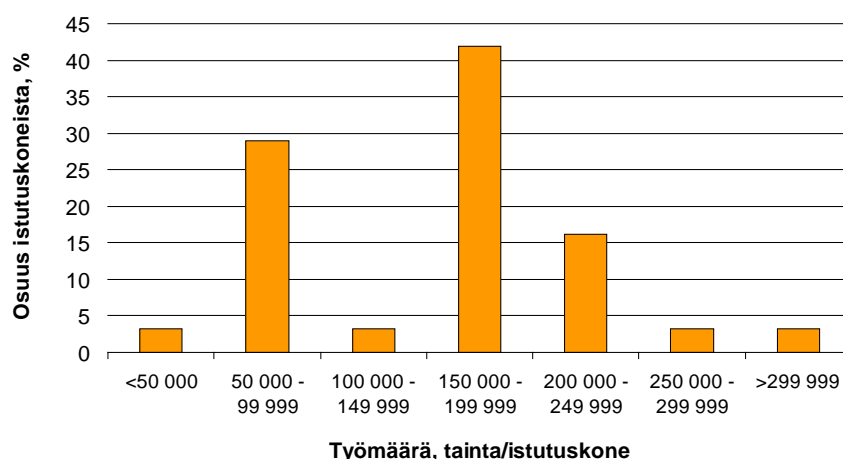
Istutuskauden ulkopuolella vuonna 2013 istutuskoneiden peruskoneilla tehtiin töitä keskimäärin 2,7 kuukautta vaihteluvälin ollessa 0–8 kuukautta/istutuskone. Istutuskauden ulkopuolisia työlajeja olivat maanmuokkaus, ojitus, hakkuu ja kantojen nosto.

Koneistutusyritykset istuttivat yhteensä 2 663 hehtaaria ja 4,7 miljoonaa tainta istutuskaudella 2013. Keskimäärin yhdellä istutuskoneella istutettiin 86 hehtaaria vaihteluvälin ollessa 25–177 hehtaaria/istutuskone (kuva 10). Istutuskonekohtaisissa taimimäärissä oli myös laaja vaihteluväli: 45 000–320 000 tainta/kone; keskimääräinen koneistutusmäärä oli 151 000 tainta/kone (kuva 11).

Kun istutuskone oli pääosin yhdessä työvuorossa, vuotuinen istutusmäärä oli keskimäärin 60 hehtaaria ja 108 000 tainta. Vastaavasti kun istutuskoneella työskenneltiin valtaosin kahdessa vuorossa, työmäärät olivat keskimäärin 104 hehtaaria ja 181 000 tainta.



Kuva 10. Istutuskoneiden toteutunut hehtaarikohtainen työmäärä- ja kauma istutuskaudella 2013 sekä tavoiteistutusmäärät vuodelle 2014 ja yrittäjien arvioimat vuoden 2014 istutuspotentiaalit. Kaikki yrittäjät eivät osanneet arvioida vuoden 2014 istutusmääriä haastatteluhetkellä.



Kuva 11. Istutuskoneiden (n=31) toteutunut taimikohtainen työmäärä ja kauma istutuskaudella 2013.

Istutuskaudella 2014 yrityksillä oli tavoitteena koneistuttaa keskimäärin 96 hehtaaria/kone ja koneistuspotentiaaliksi yrittäjät laskivat keskimäärin 120 hehtaaria/kone (kuva 10). Suurimmat syyt siihen, etteivät yrittäjät uskooneet pystyvänsä istuttamaan niitä määriä kuin heidän määrittämänsä vuoden 2014 istutuspotentiaali oli, olivat:

- Sopivien työmaiden puute yrityksen toiminta-alueella,
- Runsaasti kivisiä työmaita,
- Pula ammattitaitoisista istutuskoneen kuljettajista,
- Huonot työmaat yleensä,
- Työmaiden heikko suunnittelu,
- Pienialaiset työmaat ja
- Mäkietyömaat.

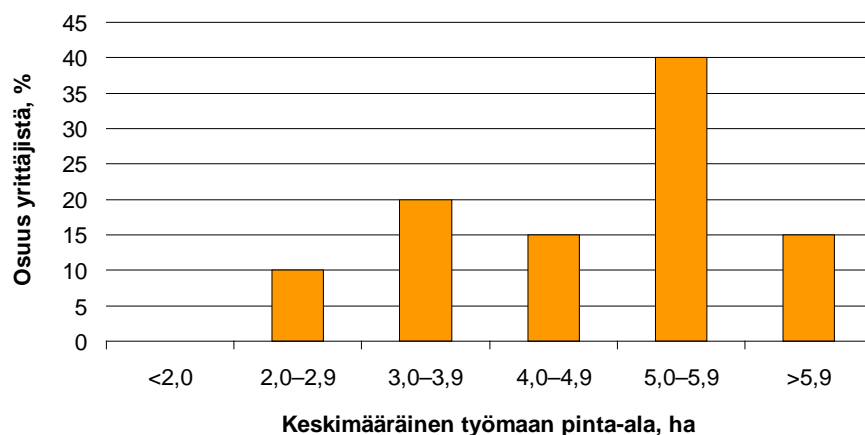
Istutustyön tuottavuus istutuskoneilla oli keskimäärin 0,99 hehtaaria/työpäivä istutuskaudella 2013; kun istutuskone oli valtaosin yhdessä työvuorossa, tuottavuus oli keskimäärin 0,69 hehtaaria/työpäivä/istutuskone. Vastaavasti pääosin kahdessa työvuorossa olleilla istutuskoneilla tuottavuus oli keskimäärin 1,16 hehtaaria/työpäivä/kone.

Istutuskaudella 2013 istutetuista taimista 90 % oli kuusta ja 10 % mäntyä. Yrittäjät olivat pääosin tyytyväisiä istuttamiinsa taimiin: Vain pieni osa taimitarhoilta toimitetuista taimista oli ollut yrittäjien mukaan huonolaatuisia; joissakin keskikesän taimierissä osa taimista oli ollut liian pitkiä, ylikasvaneita koneistutukseen; joissakin taimierissä osa taimipaakuista oli puolestaan hauraita, heikosti koossapysyviä. Mäntyjä koneistuttaneet yrittäjät saivat puolestaan, että joissakin mäntytaimierissä taimet olivat olleet liian lyhyitä koneistutukseen. Muutama yrittäjä mainitsi myös, että joissakin taimierissä taimet olivat kasvaneet yhteen.

Vuonna 2013 istutetut taimet toimitettiin taimitarhalla yleisimmin koneistutusyrityksen varastolle, josta edelleen työmaille. Kolmen yrittäjän istuttamat taimet toimitettiin asiakkaan varastoon; osa asiakkaan varastoon toimitetuista taimista kuljetettiin työmaille ja osa koneistutusyrityksen varastoon, josta edelleen työmaille. Kolmen yrittäjän istuttamat taimet toimitettiin puolestaan taimitarhalla suoraan työmaille. Työmaille taimet toimitettiin suoraan taimitarhalla monesti silloin, kun istutustyömaa sijaitsi lähellä taimitarhaa.

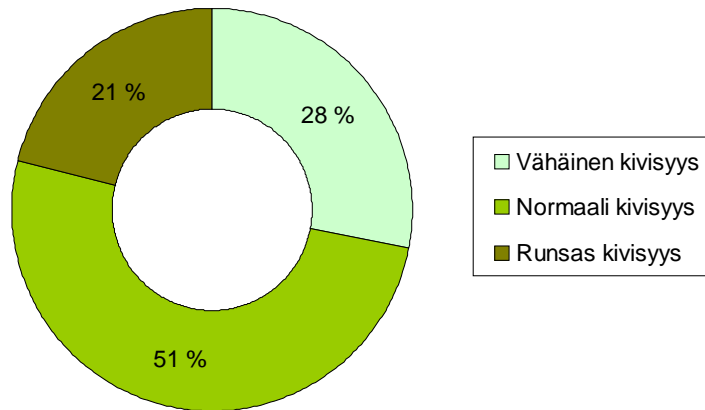
### 3.1.4 Työmaat

Koneistutustyömaan keskikoko oli 4,7 hehtaaria istutuskaudella 2013; yrityksittäin työmaan keskikoko vaihteli välillä 2,0–10,0 hehtaaria (kuva 12). Haastatelluista yrittäjistä 45 prosentilla pienimmät yksittäiset istutustyömaat jäivät alle 1,0 hehtaarin; vastaavasti yrittäjistä lähes kaksi kolmasosaa kertoi, että osa heidän yrityksensä työmaista oli kooltaan yli 10 hehtaaria.



Kuva 12. Koneistutettujen työmaiden keskikokojakauma istutuskaudella 2013 yrittäjien (n=20) raportoimana.

Koneistutuskauden 2013 istutus-pinta-aloilta 62 prosentilta hakkuutähteet oli korjattu ja 33 prosentilta kannot oli nostettu ja korjattu. Haastateltujen yrittäjien mukaan runsaskivisiä koneistutustyömaista oli 21 % ja vähäkivisiä 28 % (kuva 13).



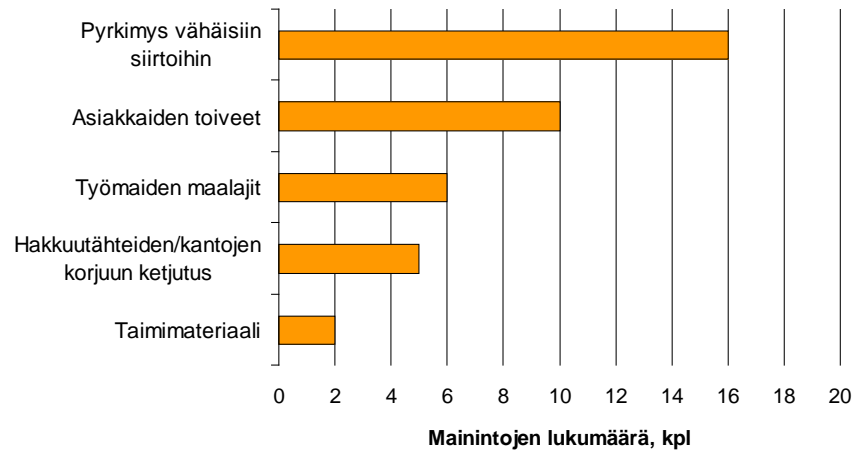
*Kuva 13. Koneistutustyömaiden kivisyys istutuskaudella 2013 istutus-koneyrittäjien (n=20) arvioimana.*

Työmaista 31 % istutettiin kevätkaudella (tutkimuksessa käytetty ajanjakso: istutuskauden alusta juhannukseen). Keskikesällä (eli juhannuksesta heinäkuun loppuun) työmaista istutettiin 30 % ja syksyllä (elokuun alusta istutuskauden loppuun) 39 %.

Hyvin harvalla koneistutetulla työmaalla tehtiin myös metsuri-istutusta: yrittäjät laskivat, että koneistutustyömaista vain 1,6 prosentilla tehtiin myös metsuri-istutusta esimerkiksi jyrkkien rinteiden tai kivikkoisuuden vuoksi. Koneistutukseen tarjotuista työmaista koneistutusyrittäjät joutuivat hylkäämään vain 2,9 % vuonna 2013; yleisimmät syyt tarjotun koneistutustyömaan hylkäämiseen olivat runsas kivisyys, pehmeikköisyys ja mäkyisyys.

Yrittäjistä 60 % kertoi, että heidän koneyrityksensä yksinään ketjutti pääosin koneistutetut työmaat. Neljännes yrittäjistä raportoi, että heidän yrityksensä ja asiakkaansa yhdessä ketjuttivat istutetut työmaat. Vajaa viidennes yrittäjistä sanoi, että heidän asiakkaansa yksinään ketjutti valtaosan heidän istuttamistaan työmaista. Koneistutusyritysten työmaat oli ketjutettu keskimäärin 10,1 viikkoa eteenpäin vaihteluvälin ollessa yrityksittäin 2–22 viikkoa.

Tärkeimmäksi tekijäksi tehtyyn ketjutukseen yrittäjät nimesivät pyrkimyksen vähäisiin koneisiin (kuva 14). Myös asiakkaiden toiveet pyrittiin ottamaan huomioon, kun istutuskauden 2013 työmaaketjutusta tehtiin (kuva 14). Istutuskoneiden siirtomatkat istutustyömaalta toiselle olivat keskimääräinen 22 kilometriä. Yhtä yritystä lukuun ottamatta kaikki istutuskoneyritykset tekivät istutuskoneidensa siirrot omalla siirto-/lavettiautollaan.

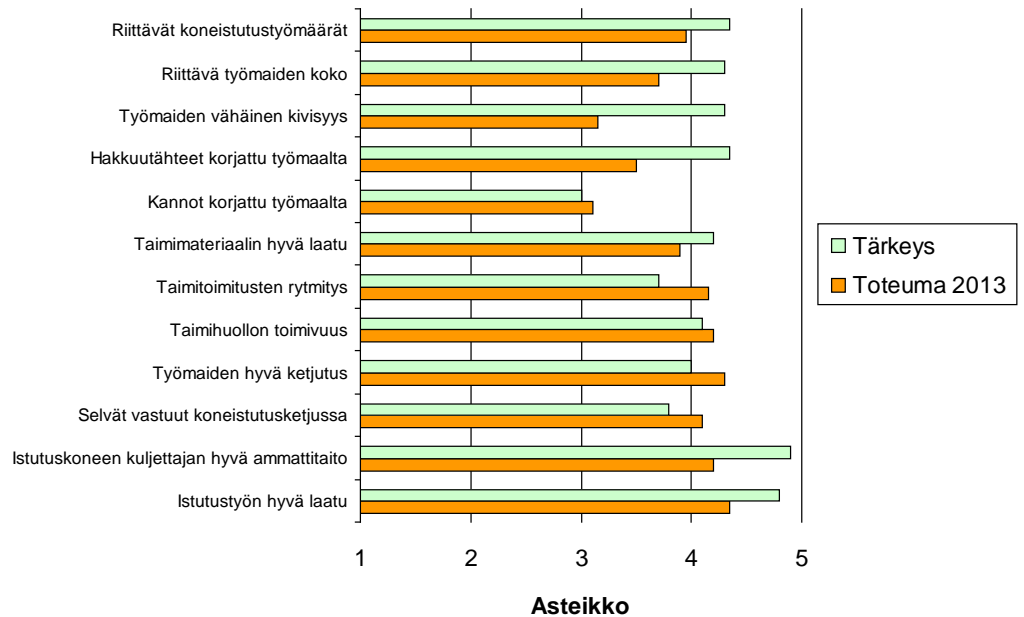


Kuva 14. Yrittäjien (n=20) mainitsemat tärkeimmät syyt tehtyyn työmaaketjutukseen istutuskaudella 2013.

Yhtä yritystä lukuun ottamatta kaikissa koneistutusyrityksissä istutuskoneen kuljettaja teki istutustyön laadun omavalvontaa. Moni yrittäjä kiersi myös itse tarkastamassa jokaisen istutustyömaan tai joitakin työmaita istutuskaudella 2013. Yli puolet yrittäjistä kertoi, että myös asiakas tai sen edustaja kävi tarkastamassa joitakin istutustyömaita.

### 3.1.5 Menestystekijät

Tärkeimmiksi tekijöiksi koneistutustyön tuottavuuteen ja/tai koneistutuksen kannattavuuteen yrittäjät nimesivät istutuskoneen kuljettajan hyvän ammattitaidon (Tärkeys: 4,90), istutustyön hyvän laadun (4,80), riittävät vuotuiset koneistutustyömäärät (4,35) ja hakkuutähteiden korjuun istutustyömailta (4,35) (kuva 15). Vastaavasti pienimmän painoarvon listalla olleista tekijöistä sai kantojen korjuu istutustyömailta (3,00) (kuva 15).



*Kuva 15. Eri osatekijöiden tärkeys koneistustyön tuottavuuteen ja/tai koneistuksen kannattavuuteen yrittäjien mukaan asteikolla: 1 = Ei lainkaan tärkeä ... 5 = Erittäin tärkeä, sekä yrittäjien antama arvio asteikolla: 1 = Erittäin huonosti ... 5 = Erittäin hyvin, miten yritys ja sen yhteistyökumppanit onnistuivat eri osa-alueilla vuonna 2013.*

Yrittäjät arvioivat, että parhaiten heidän yrityksensä ja sen yhteistyökumppanit onnistuivat istutustyön laadussa (Toteuma 2013: 4,35) ja istutustyömaiden ketjutuksessa (4,30). Toisaalta yrittäjät raportoivat, että istutuskauden 2013 työmaat olivat olleet kivisiä (3,15) ja hakkuutähteitä (3,50) ja kantoja (3,11) ei ollut korjattu työmailta (kuva 15).

Kun tarkastellaan kuilun suuruutta vuoden 2013 toteuman ja osatekijän tärkeyden välillä, havaitaan, että eniten parannettavaa olisi siinä, että työmaiden olisi oltava vähäkivisempiä (Kuilu: -1,15) ja hakkuutähteet olisi korjattava vieläkin useammalta istutustyömaalta (-0,85) ja lisäksi istutuskoneen kuljettajien ammattitaidon olisi oltava nykyistä parempi (-0,70) (kuva 15). Vastaavasti isoimmat positiiviset kuilut olivat taimitoimitusten rytmityksessä (+0,45), työmaiden ketjutuksessa (+0,30) sekä vastuissa koneistusketjussa (+0,30).

### 3.2 Optimaalinen toimintamalli koneistuksessa

Koneistusyrittäjistä lähes kolme neljäsosaa arvioi, että yksi istutuskone heidän yrityksessään olisi optimaalisin istutuskonemäärä. Loput (28 %) yrittäjät pitivät kahta istutuskonetta optimaalisimpana istutuskonekaluston määränä yrityksessään. Optimaalisena istutuskonekohtaisena työmääränä yrittäjät pitivät keskimäärin 105 hehtaaria/vuosi; isoimmat esitetty optimaaliset työmäärät olivat 165 hehtaaria/kone/vuosi ja pienimmät istutusmäärät

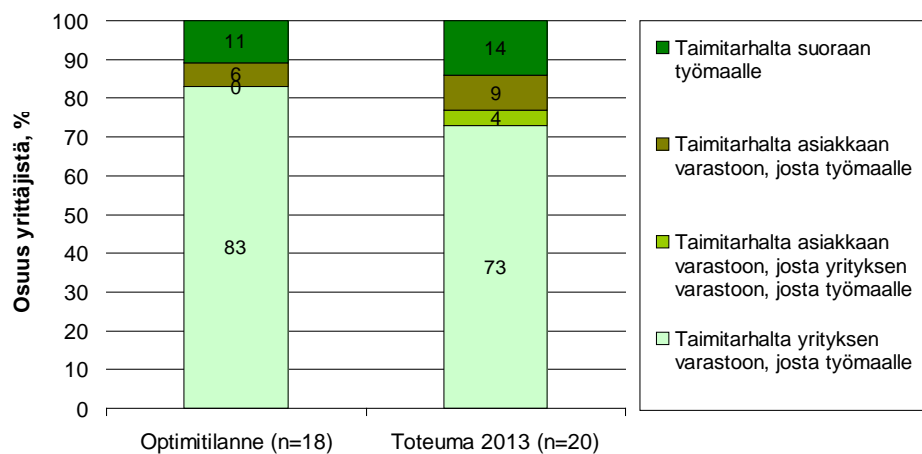


50 hehtaaria/kone/vuosi. Vastaavasti istutuskonekohtainen vähimmäistyömäärä, milloin haastatellun yrittäjän koneyritys tekisi vielä koneistutusta, oli tutkimuksessa keskimäärin 81 hehtaaria/vuosi.

Optimaalinen toiminta-alueen säde oli yrityksittäin 20–90 kilometriä, keskimäärin 57 kilometriä. Optimaalinen yksittäisen työmaan koko oli puolestaan keskimäärin 4,6 hehtaaria vaihteluvälin ollessa 2,5–10,0 hehtaaria. Vastaavasti yksittäisen työmaan vähimmäiskoko oli tutkimuksessa keskimäärin 1,7 hehtaaria vaihteluvälin ollessa yrityksittäin 0,5–3,0 hehtaaria.

Yli kolme neljäsosaa yrittäjistä sanoi, että optimaalisin reitti istutettavilla taimilla työmaille kulkee heidän yrityksensä varaston kautta (kuva 16). Taimitarhalta tulevan yhden taimitoimituksen optimikoko oli yrittäjien arvioiden mukaan keskimäärin 27 000 tainta/toimitus; vaihteluväli oli yrityksittäin 10 000 – 44 000 tainta/toimitus.

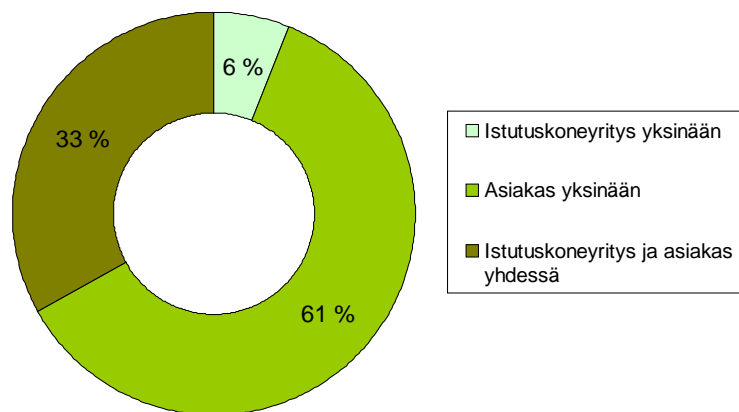
Kaksi yrittäjää näki parhaimmaksi käytännöksi sen, että taimet toimitetaan taimitarhalta suoraan työmaille. Nämä yrittäjät laskivat, että taimitarhalta tulevan yhden taimitoimituksen optimikoko olisi 2 000 – 8 500 tainta/toimitus. Yksi yrittäjä piti optimaalisimpina järjestelynä sitä, missä taimet toimitetaan asiakkaan varastoon, josta edelleen työmaille (kuva 16).



*Kuva 16. Yrittäjien mielestä heidän yrityksensä taimien optimaalisin reitti taimitarhalta työmaalle sekä toteutunut pääasiallinen taimilogistiikka istutuskaudella 2013.*

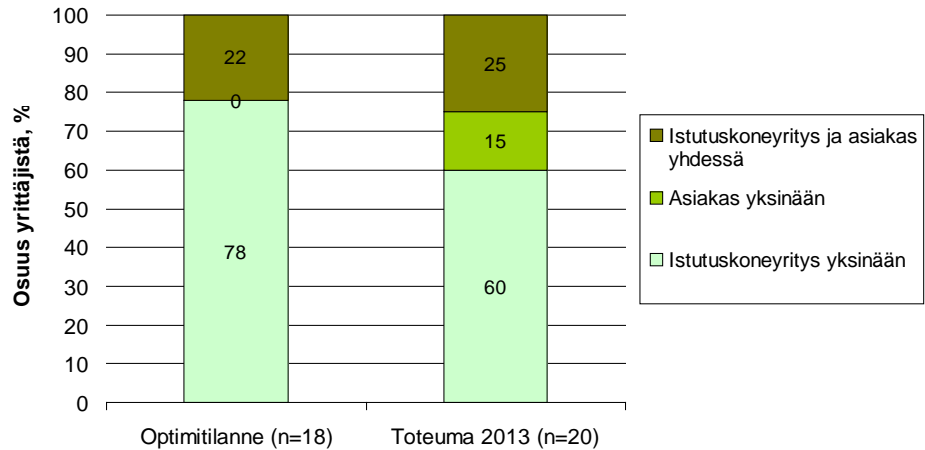
Alle puolet (44 %) yrittäjistä arvioi, että jos taimet toimitettaisiin taimitarhalta taimikonteissa, se tehostaisi heidän yrityksensä taimilogistiikkaa. Vastaavasti yli puolet yrittäjistä uskoi, etteivät taimikontit tehostaisi heidän yrityksensä taimilogistiikkaa. Optimaalisimmaksi taimikontin kooksi yrittäjät laskivat keskimäärin 4 300 tainta/kontti; esitetty vaihteluväli oli 2 000 – 10 000 tainta/kontti.

Runsaat puolet yrittäjistä sanoi, että optimaalisin toimintatapa tehdä koneistutuskohteiden valinta on se, että asiakas tai sen edustaja tekee itsenäisesti työmaiden valinnan (kuva 17). Kolmannes yrittäjistä koki, että optimaalisin tapa tehdä koneistutustyömaiden valintaa, on tehdä sitä yhdessä asiakkaan tai sen edustajan kanssa. Vain yksi yrittäjä uskoi, että työmaiden valinta onnistuu parhaiten, kun hänen yrityksensä tekee yksin koneistutustyömaiden kohdevalinnan (kuva 17).



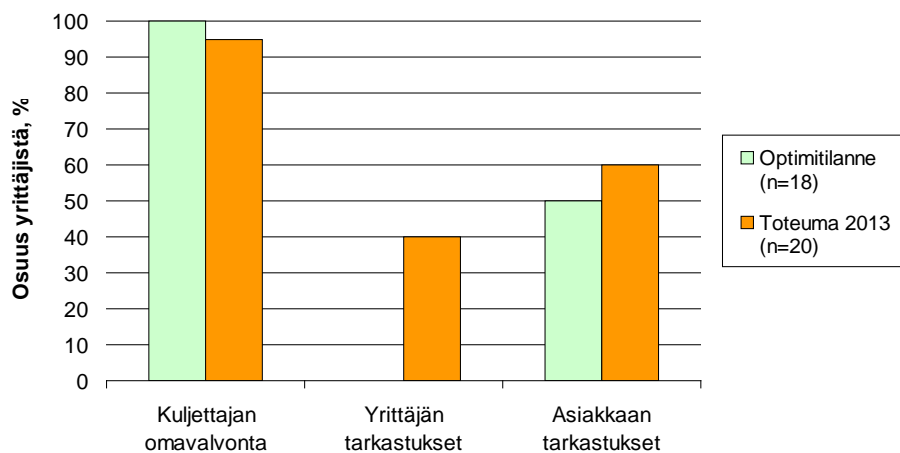
*Kuva 17. Yrittäjien (n=18) mielestä heidän yrityksessään optimaalisin tapa tehdä koneistutustyömaiden kohdevalintaa.*

Kolme neljäsosaa yrittäjistä näki, että parhaiten koneistutustyömaiden ketjutus toteutuu, kun heidän yrityksensä tekee itsenäisesti ketjutuksen (kuva 18). Vajaa neljännes yrittäjistä uskoi puolestaan, että optimaalisin tapa tehdä työmaiden ketjutus, on tehdä se yhdessä asiakkaan tai sen edustajan kanssa. Yrittäjät sanoivat, että optimaalisesti toimittaessa työmaiden ketjutus olisi oltava tiedossa keskimäärin 5,1 viikkoa eteenpäin; vaihteluväli oli yrityksittäin 2–20 viikkoa.



*Kuva 18. Yrittäjien mielestä heidän yrityksessään optimaalisin tapa tehdä koneistutustyömaiden ketjutus sekä toteutunut ketjutuskäytäntö istutuskaudella 2013.*

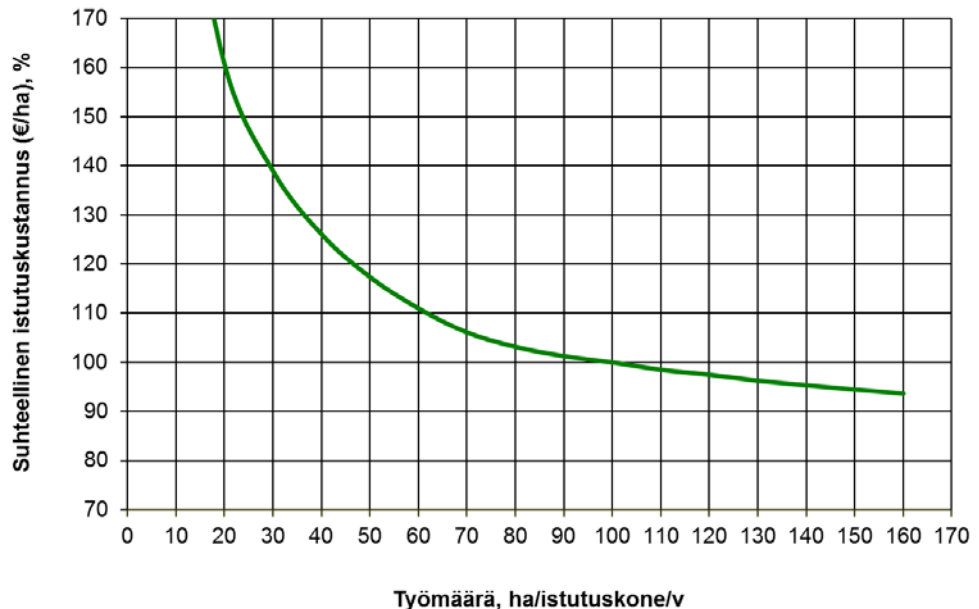
Kaikki haastatellut yrittäjät sanoivat, että kuljettajan omavalvonta on optimaalisin tapa toteuttaa koneistutustyön laadun seuranta (kuva 19). Puolet yrittäjistä korosti, että myös heidän asiakkaansa haluavat tehdä omaa istutustyön laadun valvontaa.



*Kuva 19. Yrittäjien mielestä heidän yrityksessään optimaalisin tapa toteuttaa koneistutustyömaiden laadun seuranta sekä toteutuneet istutustyön laadun seurantatavat istutuskaudella 2013.*

### 3.3 Työmäärien vaikutus istutuskustannuksiin

Tehdyt kustannuslaskelmat osoittivat, että istutuskoneen vuotuisilla työmäärillä on voimakas vaikutus istutuskustannuksiin (kuva 20): Pienillä (alle 70 ha/kone/v) istutusmäärillä istutuskustannukset nousevat korkeiksi. Tämän jälkeen istutuskustannukset alkavat tasaantua. Työmäärien ollessa yli 100 hehtaaria/kone/vuosi istutuskustannukset laskevat yhä.



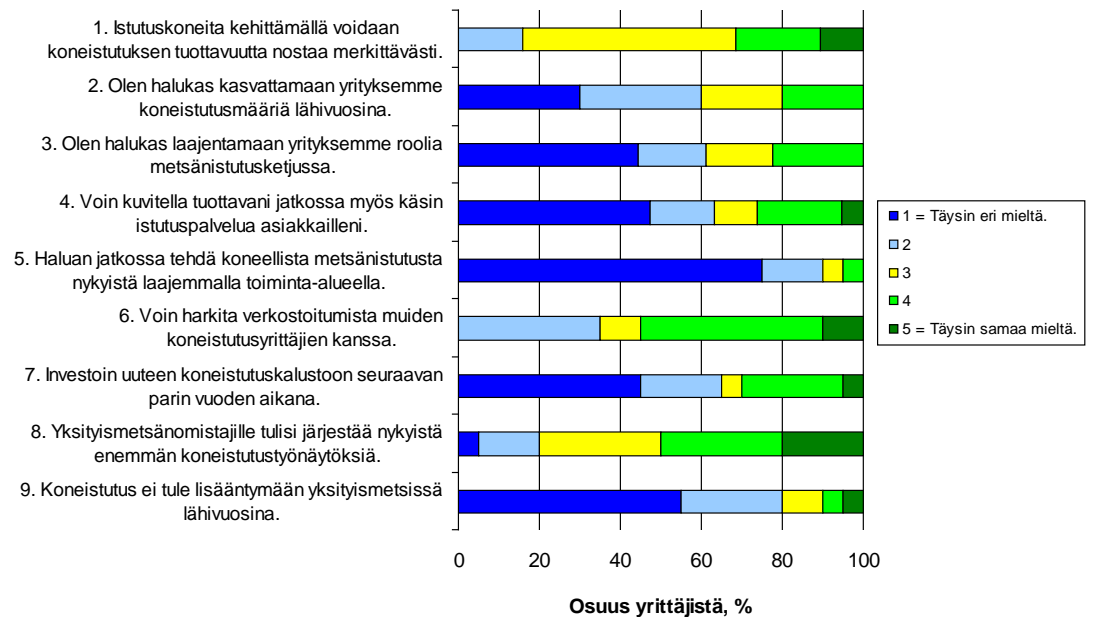
Kuva 20. Istutuskoneen vuotuisen työmäärien vaikutus koneistutuskustannuksiin. Istutuskustannukset 100, kun istutuskoneen vuotuinen työmäärä 100 hehtaaria.

Kuvassa 20 suhteelliset istutuskustannukset on esitetty työmäärään 160 hehtaaria/istutuskone/vuosi asti, koska kaksivuorotyössä istutuskoneella on vaikea saavuttaa sitä isompia työmääriä vuodessa ja lisäksi on muistettava, että työmäärien mennessä yli 160–170 hehtaaria vuodessa työskentelyolosuhteet alkavat heiketä merkittävästi kaksivuorotyössä loppusyksyn pimevien iltojen vuoksi.

### 3.4 Koneistutuksen tulevaisuus

Istutuskoneyrittäjät eivät uskoneet kovin vahvasti siihen, että istutuskoneita kehittämällä koneistutuksen tuottavuutta voitaisiin nostaa merkittävästi (kuva 21). Pääosa istutuskoneyrittäjistä ei ollut halukkaita kasvattamaan yrityksensä koneistutusmääriä lähivuosien aikana, eikä laajentamaan yrityksensä roolia metsänistutusketjussa, eikä kasvattamaan yrityksensä koneistuspalvelujen tarjonta-aluetta (kuva 21).

Yrittäjät eivät myöskään olleet innokkaita tuottamaan metsuri-istutuspalveluja asiakkailleen jatkossa. Sen sijaan valtaosa yrittäjistä oli halukkaita verkostoitumaan muiden koneistutusyrittäjien kanssa (kuva 21).

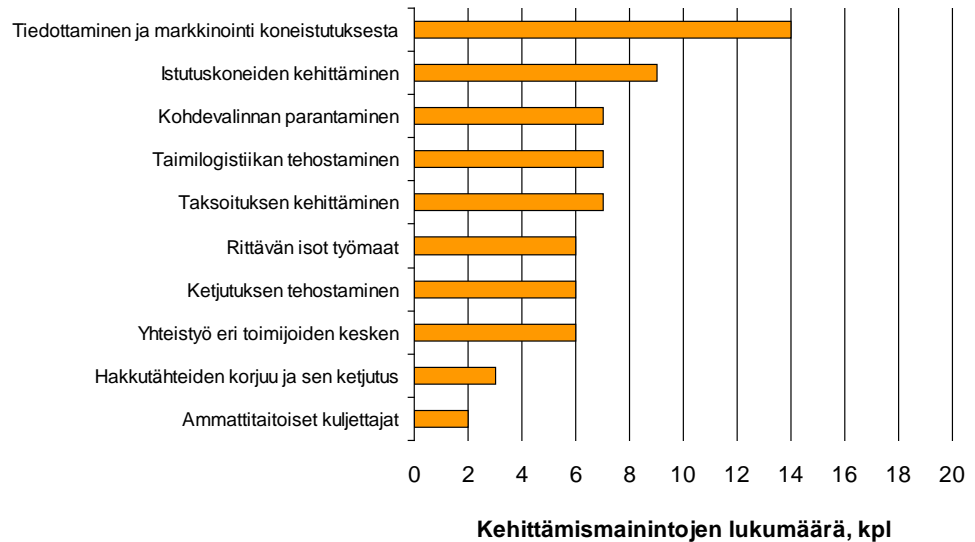


Kuva 21. Yrittäjien (n=20) näkemykset esitettyihin koneistuksen tulevaisuuden näkymiin -väittämiin.

Valtaosa istutuskoneyrittäjistä ei ollut investoimassa uuteen koneistuskalustoon seuraavan parin vuoden aikana (kuva 21). Pääosin koneistutusyrittäjät uskoivat, että koneellinen metsänistutus tulee lisääntymään yksityismetsissä lähivuosina. Puolet yrittäjistä oli sitä mieltä, että yksityismetsänomistajille tulisi järjestää nykyistä enemmän koneistustyönäytöksiä (kuva 21).

Yli puolet koneistutusyrittäjistä painotti, että koneellista metsänistutusta on markkinoitava nykyistä enemmän; yrittäjät korostivat erityisesti, että koneistutusta pitäisi mainostaa runsaammin yksityismetsänomistajille ja koulutustilaisuuksia sekä työnäytöksiä pitäisi järjestää useammin kuin nyt tehdään (kuva 22). Moni yrittäjä korosti, että koulutusta ja tietoa koneistuksesta olisi jaettava metsänomistajien lisäksi asiakasorganisaatioiden toimihenkilöille; esimerkiksi konkreettista tietoa olisi annettava siitä, minkälaiset työmaat soveltuvat koneistutukseen ja minkälaiset eivät.

Vajaa puolet yrittäjistä toi esille myös tarpeen panostaa nykyistä enemmän istutuslaitteiden kehittämiseen (kuva 22); yrittäjät muun muassa toivoivat toiminnaltaan yksinkertaisempia ja varmatoimisempia istutuslaitteita. Istutuslaitteiden helpompaa huolettavuutta myös vaadittiin. Muutama yrittäjä esitti Bracke-istutuslaitteeseen isompaa taimikasettia. Toisaalta yrittäjät korostivat, ettei taimikasetti saa olla liian iso, jotteivat taimikasettissa olevat taimet pääse kuivahtamaan.



*Kuva 22. Yrittäjien (n=20) esille nostamat kehitys- ja tehostamiskohdeet koneistutuksessa.*

Kolmasosa haastatelluista yrittäjistä halusi parantaa istutustyömaiden kohdevalintaa, tehostaa taimilogistiikkaa ja kehittää koneistutuksen taksoitusta (kuva 22). Kohdevalinnan parantamista vaatineet yrittäjät sanoivat erityisesti, että asiakasorganisaatioiden toimihenkilöillä pitäisi olla kirkaana mielessä, mitkä kohteet sopivat koneistukseen ja mitkä eivät sekä mitkä ovat huonon työmaan vaikutukset koneistutukseen ja sen kannattavuuteen.

Kohdevalinnassa erityisen tärkeinä tekijöinä yrittäjät pitivät työmaan kokoa, kivisyyttä ja mäkisyyttä. Taimilogistiikan suhteen yrittäjät korostivat, että rukkasen jälkiä pitäisi tulla istutettaviin taimiin nykyistä vähemmän. Koneistutuksen taksoituksessa yrittäjiä närästi erityisesti työmaan koon ja konesiirtojen huomioon ottaminen taksoituksessa.

Runsa neljäsosa yrittäjistä toivoi riittävän isoja koneistutustyömaita, ketjituksen tehostamista ja parempaa yhteistyötä eri toimijoiden välillä koneistutusketjussa (kuva 22). Yrittäjät pitivät kannattavan koneistutuksen ehdotomana edellytyksenä riittävän isoa työmaakokoa.

Ketjutuksessa ja sen tehostamisessa yrittäjät korostivat, että yli vuoden vanhat päätehakkuaalat olisi ketjutettava istutuskauden alkuun, että ne tulevat istutetuiksi ennen heinäkuuta ja työmaan heinittymistä. Männyn koneistutukset yrittäjien mukaan olisi tehtävä ennen juhannusta.

Parempaa yhteistyötä yrittäjät vaativat kaikkien koneistutusketjun toimijoiden – taimitarhat, urakanantajat/asiakkaat, metsänomistajat ja istutuslaittevalmistajat – välillä. Erityisen tärkeänä yrittäjät pitivät sitä, että palaute, niin positiivinen kuin negatiivinenkin, liikkuu hyvin molempiin suuntiin.

## 4 TARKASTELU

### 4.1 Aineisto

Tutkimuksessa oli tavoitteena kuvata koneellisen metsänistutuksen nykytila ja sen pohjalta nostaa esille koneistutuksen tärkeimmät kehitys- ja tehostamistarpeet Suomessa. Nykytilan kartoitus tehtiin tarkastelemalla koneellista metsänistutusta istutuskaudella 2013. Tavoitteeksi asetettiin haastatella kaikki vuonna 2013 koneistutuspalveluja tuottaneet yrittäjät Suomessa.

Kaksi istutuskaudella 2013 koneistutusta tehnyttä yrittäjää ei osallistunut tutkimuksen ensimmäisen vaiheen laajaan haastatteluun. Näille yrittäjille tehtiin suppeampi haastattelu, johon pyrittiin ottamaan mukaan olennaisimmat kysymykset ensimmäisen vaiheen laajasta haastattelusta. Tutkimuksen ensimmäisen vaiheen aineiston koko oli 22 yrittäjää. Näin ollen tavoite – haastatella kaikki vuonna 2013 koneistutuspalveluja tuottaneet yrittäjät Suomessa – saavutettiin. Tutkimuksen toiseen vaiheeseen osallistui 18 yrittäjää 20 yrittäjistä, eli yrittäjien osallistumisaktiivisuus myös tutkimuksen toiseen vaiheeseen oli hyvä (90 %).

Tutkimuksen aineistoja tarkasteltaessa on pidettävä mielessä se seikka, että monessa haastattelun kysymyksessä yrittäjien vastaukset perustuivat heidän arvioonsa, ei siis mitattuun tietoon. Tästä huolimatta tutkimusaineistoja voidaan pitää hyvinä ja luotettavina, koska haastateltujen yrittäjien voidaan olettaa vastanneen esitettyihin kysymyksiin objektiivisesti ja parhaan tietonsa mukaisesti.

### 4.2 Tulokset

#### 4.2.1 Koneistutuskausi 2003 vs. 2013

Tutkimustuloksia tarkasteltaessa on mielenkiintoista tehdä vertailua yksitoista vuotta sitten Metsätehossa (Vartiamäki 2003) tehtyyn koneistutustutkimukseen (taulukko 1): Vartiamäen (2003) tutkimuksen mukaan vuonna 2003 koneistutusta tehtiin 16 istutuskoneella ja koneistutuspalveluja tuotti kaikkiaan 14 koneyrittäjää. Tähän tutkimukseen osallistui 22 istutuskoneyrittäjää, jotka istuttivat yhteensä 31 istutuskoneella. Runsaassa kymmenessä vuodessa käytössä oleva istutuskonekalusto on siis lähes tuplaantunut. Sen sijaan istutuskoneyrittäjien lukumäärä ei ole kaksinkertaistunut, vaan istutuskoneyrityksissä olevan konekaluston määrä on kasvanut (taulukko 1, istutuskoneita keskimäärin yrityksessä).

Taulukko 1. Yhteenveto Metsätehon (Vartiamäki 2003) tekemän tutkimuksen ja tämän tutkimuksen tuloksista.

	Vartiamäki 2003	Tämä tutkimus
	Istutuskausi	
	2003	2013
Istutuskoneyrittäjien lukumäärä, kpl	14	22
Istutuskoneiden lukumäärä, kpl	16	31
Istutuskoneita keskimäärin yrityksessä, kpl	1,14	1,41
Istutuslaitteiden osuus, %		
- Bräcke / Bracke	63	58
- Lännen	25	0
- EcoPlanter	12	0
- M-Planter	0	36
- Risutec	0	6
Peruskone istutuskoneyksiköissä, %		
- Kaivukone	44	94
- Hakkuukone	37	6
- Kuormatraktori	19	0
Asiakasryhmän osuus koneistutusmäärästä, %		
- Isot metsätalous- ja -teollisuustoimijat	88	92
- Metsänhoitoyhdistykset	10	6
- Yksityismetsänomistajat	2	2
Koneistutusmäärä, ha	1 420	2 663
Koneistutusmäärä, milj. tainta	2,5	4,7
Puulajin osuus koneistutusmäärästä, %		
- Kuusi	80	90
- Mänty	20	10
Koneistutuksen osuus kokonaisistutuspin- tala, %	1,6	3,5

Tehty tutkimus tuotti hälyttävän havainnon koneistutuksesta: Vaihtuvuus on ollut suurta istutuskoneyrittäjien keskuudessa 2000-luvulla; tähän tutkimukseen osallistuneista yrittäjistä alle viidesosa koneistutti myös kymmenen vuotta sitten. Tutkimukseen saadulla yhteystietolistalla oli 46 yritystä, joihin kaikkiin oltiin puhelimitse yhteydessä. Yhteystietolistan yrittäjistä yli puolet kertoi, ettei ollut tehnyt koneistutusta vuonna 2013. Valtaosa näistä yrittäjistä oli koneistuttanut 2000-luvulla, mutta oli lopettanut koneistusliiketoiminnan sen heikon kannattavuuden vuoksi. Heikon kannattavuuden lisäksi koneistustoiminnan runsaiden lopettamispäätösten taustalla on varmasti muitakin tekijöitä: esimerkiksi saattaa olla, ettei osa koneistutusta tehneistä yrittäjistä ole yksinkertaisesti kokenut koneistutusta taimilogistiikan pyörittämiseen varastolla ja maastossa omakseen.

Vartiamäen (2003) tutkimuksen mukaan vuonna 2003 käytössä oli Bräcke, Lännen FP-160 ja EcoPlanter-istutuslaitteita ja Bräcke oli suosituin runsaan 60 prosentin osuudella (taulukko 1). Tässä tutkimuksessa Bracke-istutuslaitteiden osuus oli lähes 60 %, joten se on säilyttänyt hyvin markkinaosuutensa kuluneen kymmenen vuoden aikana.



Suurempi muutos on sen sijaan tapahtunut istutuskoneyksiköiden peruskoneissa: Vartiamäen (2003) tutkimuksessa metsäkone – joko hakkuukone tai kuormatraktori – oli peruskoneena yli puolessa istutuskoneista ja puolestaan tela-alustainen kaivukone oli peruskoneena 44 prosentissa istutuskoneista; Vartiamäen (2003) selvityksessä metsäkone oli peruskoneena kaikissa Lännen- ja EcoPlanter-istutuslaitteissa ja lähes joka kolmannessa Bräcke-istutuslaitteessa.

Tässä tutkimuksessa kaivukone oli peruskoneena yli 90 prosentissa istutuskoneyksiköistä. Mikä selittää muutoksen? Suurin syy tähän lienee se, että metsäkonepohjaiset, ei-mätästävät istutuslaitteet (Lännen ja EcoPlanter) ovat poistuneet käytöstä, kun on siirrytty mätästäviin istutuslaitteisiin. Lisäksi kaivukoneen puomiston kestävyys on parempi maanmuokkaus- ja istutustyössä kuin hakkuukoneen/kuormatraktorin erityisesti työskenneltäessä nosturin ääriulottuvuuksilla (vrt. Kärhä & Peltola 2004). Jos istutusalueen vesitalous ei ole kunnossa, ojitus voidaan tehdä kaivukoneella ennen istutustyön aloitusta. Kun metsäkonetta käytetään peruskoneena mätästävässä istutuslaitteessa, metsäkoneen puomisto on vahvistettava ennen istutustyömaille lähtöä (vrt. Kukkonen & Kukkonen 2013).

Tela-alustaisen kaivukoneen käytön yleistymistä istutuskoneyksiköiden peruskoneena on oletettavasti lisännyt myös niiden matalammat käyttötuntikustannukset verrattuna hakkuukoneeseen. Maastoliikkuvuudeltaan tela-alustaista kaivukonetta voidaan pitää myös hyvänä peruskoneena istutustyöhön, varsinkin kun ei tarvitse työskennellä kivikoissa, eikä mäkisissä maastoissa.

Tutkimus osoitti, että koneistutusta tehdään edelleen lähinnä vain suurten metsätalous- ja -teollisuustoimijoiden omissa metsissä tai niiden sopimusasiakkaiden tiloilla; koneistutus ei ole vielä siis tehnyt läpimurtoa yksityismetsissä. Vartiamäen (2003) tutkimuksessa koneistutusasiakkaina suurten metsätalous- ja -teollisuusyritysten (mukaanlukien Metsähallitus) osuus oli 88 % kokonaisistutusmäärästä, metsänhoitoyhdistysten osuus 10 % ja yksityismetsänomistajien osuus 2 % (taulukko 1). Tässä tutkimuksessa vastaavat osuudet olivat 92, 6 ja 2 %.

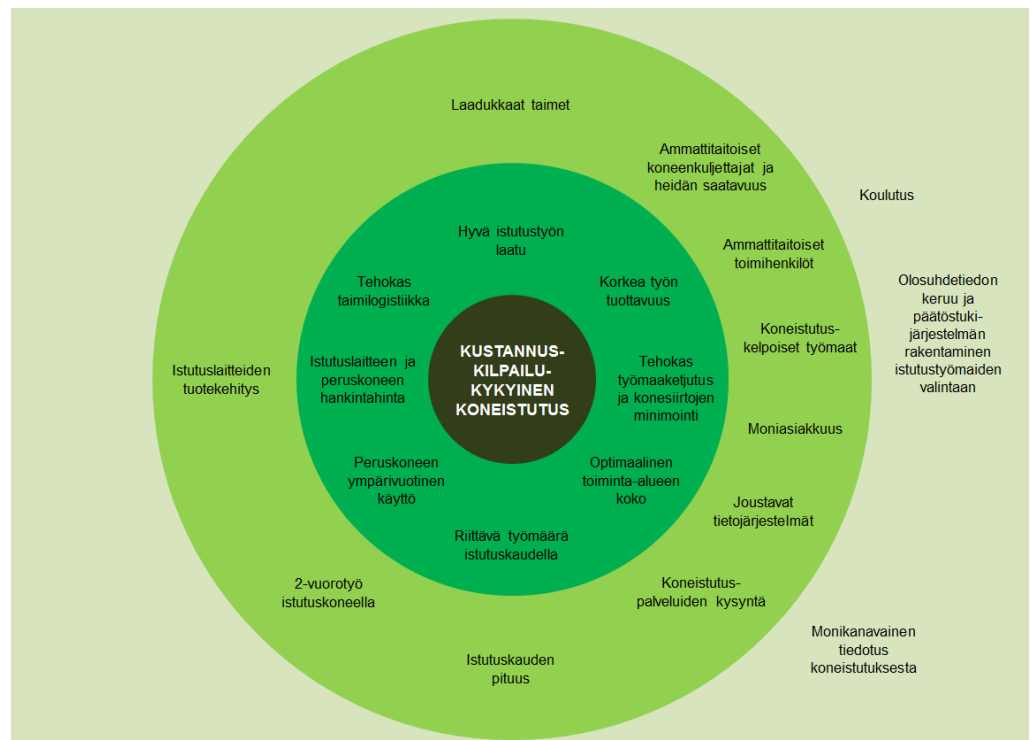
Tutkimuksen mukaan istutuskaudella 2013 koneellisen metsänistutuksen työmäärä oli lähes 2 700 hehtaaria Suomessa. Kun vuonna 2013 kokonaisistutuspinta-ala oli 77 000 hehtaaria Suomessa (Juntunen & Herrala-Ylinen 2014), koneistutuksen osuus oli 3,5 %. Vuonna 2003 koneistutuksen pinta-ala oli 1 420 hehtaaria (1,6 % kokonaisistutuspinta-alasta) (Vartiamäki 2003). Täten koneellisen metsänistutuksen osuus on noussut vain vajaa kaksi prosenttiyksikköä kuluneen kymmenen vuoden aikana, eli metsänistutustöiden koneellistamisvauhti on ollut valitettavan hidasta.

## 4.2.2 T&K-tarpeet koneistutuksessa

Kuten todettua, koneellisen metsänistutuksen tavoitteeksi on määritetty 30 % kokonaisistutuspinta-alasta vuonna 2015 (Metsänhoidon koneellistaminen -visio) ja vuoden 2020 koneistutustavoitteeksi 35 % kokonaisistutuspinta-alasta (Savotta 2020) (Strandström ym. 2009, Strandström & Pajuoja 2013). Vuoden 2013 kokonaisistutusmäärällä (77 000 ha) Metsänhoidon koneellistaminen -vision toteutuminen edellyttäisi 23 000 hehtaarin koneistusvolyymejä ja Savotta 2020 -laskelmien realisoituminen vaatisi 27 000 hehtaarin koneistutusmääriä.

Jos vertailupohjaksi otetaan 2000-luvun keskimääräinen kokonaisistutusmäärä (87 000 ha), vastaavat tavoitetasot olisivat 26 000 ja 30 000 hehtaaria. Jotta asetettuihin koneistutustavoitteisiin päästäisiin, karkeasti ottaen koneistutuspinta-alojen pitäisi 10-kertaistua nykyisestä ja töihin tarvittaisiin yli 200 uutta istutuskonetta (varovainen oletus työmääristä: 100–130 hehtaaria/istutuskonetta/vuosi). Rantala ja Saarinen (2006) ovat määrittäneet, että istutuskonetarve olisi 225 istutuskonetta Suomessa, jos puolet Suomen yli 0,75 hehtaarin istutuskohteista tehtäisiin koneellisesti.

Tehdyn tutkimuksen pohjalta voidaan sanoa, ettei asetettuja tavoitteita tulla saavuttamaan nykyinen: liian moni asia koneellisessa metsänistutuksessa ei ole kunnossa nykyään. Jos koneistutusmäärät aiotaan nostaa yli 20 000 hehtaariin/vuosi Suomessa, edellyttää se koneistutuksen kustannuskilpailukyvn nostoa. Kuvassa 23 on hahmoteltu, millä eri tekijöillä on vaikutusta koneistutuksen kustannuskilpailukykyyn ja mitä kehitys- ja tehostamistoimenpiteitä tarvitaan kustannuskilpailukykyyn parantamiseksi.



Kuva 23. Koneistutuksen kustannuskilpailukykyyn nosto on koneistutusmäärien lisäämisen keskiössä.

Koneistutuksen vienti yksityismetsiin on ehdoton edellytys koneistutusmäärien nostolle; suurten metsätalous- ja -teollisuustoimijoiden omista metsistä ei löydy riittäviä istutuspinta-aloja asetettuihin tavoitteisiin: metsätalous- ja -teollisuusyritysten (mukaan lukien Metsähallitus) kokonaisistutuspinta-ala on ollut keskimäärin 19 200 hehtaaria/vuosi 2000-luvulla (Juntunen & Herrala-Ylinen 2013, 2014). Paikalliset metsänhoitoyhdistykset ovat erityisen tärkeässä roolissa koneistutuksen jalkauttamisessa yksityismetsiin.

Nykyistä laajempi koneistutuspalvelujen kysyntä takaisi sen, että koneistutusyritysten toiminta-alueet pysyisivät nykyisellä tasolla, tai hieman supistuisivat, kun työmaat sijaitsisivat maantieteellisesti pienemmällä alueella. Tällöin myös istutuskoneiden keskisiirtomatkat pysyisivät siedettävällä tasolla. Tutkimuksessa yritysten toiminta-alueen säde oli keskimäärin 62 kilometriä ja istutuskoneiden keskisiirtomatka oli 22 kilometriä; optimaalisena toiminta-alueen säteenä yrittäjät pitivät keskimäärin 57 kilometriä. Rantala ja Saarinen (2006) ovat laskeneet, että koneistutusyrityksen toiminta-alueen säteen ollessa 52 kilometriä on mahdollista päästä istutuspinta-alaan 175 hehtaaria/kone/vuosi. Vuoden 2013 toteutunut keskisiirtomatka (22 km) oli hieman lyhyempi kuin metsäkoneilla keskimäärin (vrt. Kuitto ym. 1994, Kärhä ym. 2007).

Koneistutustyömaiden keskikoon pieneneminen lienee ainoa negatiivinen asia, mikä aiheutuu, kun koneistutusta viedään yksityismetsiin. Tutkimuksessa istutustyömaiden keskikoko oli lähes viisi hehtaaria ja lisäksi kaikilla yrittäjillä työmaan keskikoko oli yli kaksi hehtaaria istutuskaudella 2013 (vrt. kuva 12). Strandström ym. (2011) ovat laskeneet, että kun istutuskoneella työmaan koko jää alle 1,5–2,0 hehtaarin, istutuskustannukset alkavat nousta voimakkaasti. Täten yksittäisen työmaan ehdottomana minimikokona koneistutuksessa voidaan pitää kahta hehtaaria (vrt. Laine & Syri 2012). Kun istutustyömaan koko on kaksi hehtaaria, istutuskoneella työskennellään yhdellä työmaalla kaksi päivää. Kaksi pinta-alaltaan pienempääkin työmaata voidaan ottaa koneistutukseen, jos ne sijaitsevat lähekkäin siten, että istutuskoneen siirto työmaalta toiselle pystytään tekemään ilman siirto-/lavetti-autoa.

Jatkossa, kun koneistutusta viedään yksityismetsiin, on tärkeää, että metsänuudistamisessa pyritään aktiivisesti nostamaan käsittelykuvion kokoa. Käsittelykuvion koolla on vaikutusta istutuskustannuksien lisäksi taimikonhoito-, puunkorjuu- ja kaukokuljetuskustannuksiin.

Koneistutuksen vienti yksityismetsiin edellyttää laajaa, monikanavaista markkinointiviestintää koneistutuksesta (kuva 23): tarvitaan työnäytöksiä, koulutustilaisuuksia ja iltamia sekä juttuja ja tietoiskuja eri medioissa muun muassa, miten koneistutusta käytännössä tehdään ja mitkä ovat koneistutuksen hyödyt ja haitat. Toistoa markkinointiviestinnässä tarvitaan, koska niin yksityismetsänomistajilla kuin asiakasorganisaatioiden toimihenkilöilläkin on vielä nykyään ennakkoluuloja koneellisesta metsänistutuksesta.

Koneistutuksessa maanmuokkaus ja istutus tehdään samalla kertaa ja taimi istutetaan aina tuoreeseen muokkausjälkeen, mikä varmistaa taimen nopean alkukehityksen ja hyvän kasvuunlähdon (vrt. Laine & Syri 2012). Useassa tutkimuksessa koneistutuksen työpölyjen on todettu olevan vähintään yhtä hyvä, tai jopa parempi kuin metsurityössä (esim. Arnkil & Hämäläinen 1995, Sigurdh 2004, Saarinen 2006, Saari 2008, Luoranen ym. 2011). Koneistutuksen hyvää työpölyä kannattaakin nostaa jatkossa enemmän esille koneistutuksen markkinoinnissa.

Vertailtaessa koneistutusketjun sekä laikkumätästys ja pottiputki-istutustyöketjun kustannuskilpailukykyä kustannuslaskelmat ovat sisältäneet vain suorat työkustannukset (esim. Strandström ym. 2011). Jatkossa kun istutusketjuvertailuja tehdään, niihin on sisällytettävä myös koneistutuksen hyvä laatu euromääräisenä (€/ha) ja työnjohtokustannukset; kun koneistutuksessa yksi työnjohtaja huolehtii työmaiden ketjutuksesta ja suunnittelusta sekä taimilogistiikasta ja istutustyön laadun valvonnasta, laikkumätästys ja pottiputki-istutusketjussa on puolestaan työnjohtajia usein kaksi tai useampi (vrt. Harstela ym. 2006). Näin ollen työnjohtokustannukset saattavat jopa puolittaa koneistutusketjussa verrattuna perinteiseen metsuri-istutustyöketjuun.

Kun tarkastellaan koneellisen metsänistutuksen kustannuskilpailukykyä ja sen parantamista, on välttämätöntä, että investoiduilla istutuslaitteilla ja istutuskoneyksiköiden peruskoneilla tehdään vuosittain riittävästi töitä. Tutkimuksessa istutuskaudella 2013 keskimääräinen istutustyömäärä oli 86 hehtaaria/kone, kolmasosalla istutuskoneista työmäärä jäi alle 60 hehtaarin ja istutuskoneista vain runsaalla kolmasosalla päästiin yli 100 hehtaariin. Istutuskonekohtaiseksi potentiaaliksi yrittäjät laskivat keskimäärin 120 hehtaaria/vuosi. Kolmannes yrittäjistä arvioi, että potentiaalinen työmäärä vuodelle 2014 olisi 140–159 hehtaaria/kone (kuva 10).

Tehdyt kustannuslaskelmat osoittivat, että alle 70 hehtaarin vuotuisilla istutusmäärillä istutuskustannukset nousevat korkeiksi (kuva 20). Kun istutusta tehdään tehokkaasti kahdessa työvuorossa, riittävänä, tavoitteellisena työmääränä voidaan pitää 130–150 hehtaaria/istutuskone/vuosi.

Riittäviin (130–150 ha/kone/v) koneistutusmääriin ei päästä, jos:

- Istutustyön tuottavuus ei ole hyvä.
- Istutuskoneen kuljettajat eivät ole ammattitaitoisia.
- Työmaita ei ole riittävästi tarjolla yrityksen toiminta-alueella ja/tai työmaat ovat heikkolaatuisia – pienialaisia, runsaskivisiä, mäkisiä – kohteita, joista hakkuutähteitä ei ole korjattu pois.
- Taimet ovat huonolaatuisia.
- Työmaiden ketjutus ei toimi ja tuottaa pitkiä siirtomatkoja koneille.
- Istutuskoneet eivät ole toimintavarmoja.

Koulutusta metsätoimihenkilöille on annettava, minkälaiset kohteet sopivat koneistutukseen, mikä on koneistutustyön laatu ja mikä on huonon ja toisaalta hyvän työmaan vaikutus koneellisen metsänistutuksen tuottavuuteen ja kustannuksiin. Metsätoimihenkilöille järjestettävät maastoretkeilyt koneistutustyömaille ja taimikoihin, jotka on koneistutettu 5–10 vuotta sitten, avaavat monen ”epäilevän tuomaan” silmät ja murtavat koneistutusennakkoluulot.

Rantala ym. (2009), Rantala ja Laine (2010), Keränen (2014) sekä Laine (2014) ovat esittäneet, kuinka merkittävä on istutuskoneen kuljettajan vaikutus istutustyön tuottavuuteen. Täten on myös huolehdittava, että koneistutusyritykset saavat koneisiin riittävästi koulutettuja, ammattitaitoisia istutuskoneen kuljettajia. Metsäkoulujen on tarjottava koneistutusopetusta nuorille peruskoulutusvaiheessa oleville metsäkoneen kuljettajaopiskelijoille.

Koneistutuskoulutusta on annettava myös täydennyskoulutuksena jo työelämässä oleville koneenkuljettajille. Tavoitteeksi tulee asettaa, että käytännön koneistutustyössä opetteluvaihe lyhenee kuukauteen, pariin, kun se nyt kestää kuljettajilla useimmiten yhden koneistutuskauden. Hallongren ym. (2012) ovat arvioineet, että yksi koneistutuksen yleistymistä jarruttava tekijä saattaa olla juuri ammattitaitoisen työvoimaan saanti istutuskoneisiin.

Kustannustehokas koneistutustyö edellyttää, että koko koneistutusketju toimii tehokkaasti ja jouhevasti. Tutkimuksessa pyrittiin löytämään yrittäjien mielestä optimaalisin ja tehokkain koneistutusketju. Pääosin yrittäjät olivat tyytyväisiä istuttamiinsa taimiin ja yhteistyöhön taimitarhan kanssa: taimet toimitettiin taimitarhalta yleisimmin yrittäjän varastoon, jossa niille tehtiin taimihuolto ja josta taimet kuljettiin työmaille konesiirtojen yhteydessä ja/tai istutuskoneen kuljettajat veivät ne mukanaan työmaille työvuoroon mennessään.

Tutkimuksen perusteella ei voida todeta, että yksi, tietty taimilogistiikka olisi ylivoimaisesti parhain, koska koneistutusyritykset ovat toiminnaltaan hyvin erilaisia; pääasia on, että turhaa, ylimääräistä työtä taimien käsittelyssä vältetään. Taimikontit eivät tehostane istutuskoneyritysten taimilogistiikkaa toimittaessa nykyisellä koneistutuskalustolla ja -määrillä. Sen sijaan jos saadaan rakennettua tehokkaat, jatkuvatoimiset istutuskoneet, tällöin taimikonttilogistiikka voi tuoda merkittäviä kustannussäästöjä koneyritysten taimilogistiikkaan (vrt. Saarinen ym. 2013).

Koneistutusyrittäjät eivät olleet täysin tyytyväisiä kohdevalintaa ja sen toimivuuteen. Valtaosa koneistutuskohteista tulee tarjolle asiakasorganisaatioiden toimihenkilöiden kautta. Tällöin on hyvin tärkeää, että toimihenkilöt tekevät kohdevalintaa oikeilla kriteereillä sekä oikean ja tarkan tiedon pohjalta; kun metsänuudistusala tarjotaan koneistutukseen, sen olisi täytettävä seuraavat valintakriteerit:

- Työmaan koko yli 2 hehtaaria.
- Kivisyysindeksi työmaalla alle 40–50.
- Hakkuutähteet on korjattu tai ne tullaan korjaamaan ennen istutusta.
- Työmaa on suhteellisen tasainen.
- Vesitalous työmaalla on kunnossa (vrt. Laine & Syri 2012).

Kantojen nostoa ja korjuuta haastatellut yrittäjät eivät pääosin pitäneet niin kriittisenä tekijänä kuin muita listattuja tekijöitä (kuva 15). Edellä olevista valintakriteereistä kivisyyden määrittäminen vaatii nykyisin kivirassin käyttöä. Kesäaikaan työmaan kivisyys voidaan mitata luotettavasti – mutta tosin työläästi – Koneellisen metsänistutuksen oppaan (Laine & Syri 2012) mukaisesti. Talvella, kun maa on roudassa ja lumen peitossa, kivisyyden määrittäminen ei onnistu nyky menetelmillä.

Istutustyömaiden kohdevalintaan on kehitettävä päätöstukijärjestelmä, josta kukin toimija voi luotettavasti tarkastaa metsänuudistusalan koneistutuskelpoisuuden. Käsittelykuvioiden olosuhdetiedon – mukaan lukien kivisyystieto – systemaattinen keruu metsävara- ja -olosuhdetietokantaan eri metsänkäsittelyoperaatioiden (eli taimikonhoito, kasvatushakkuu, päätehakkuu) yhteydessä työkonisiin kiinnitetyillä antureilla on aloitettava viipymättä (vrt. Forest Big Data -tutkimusohjelma).

Koneistutustyömaiden ketjutuksen yrittäjät tekevät useimmiten itsenäisesti – toki kuunnellen asiakasta (kuva 18). Asiakkaan yksinään tekemää ketjutusta yrittäjät eivät pitäneet toimivana. Vuonna 2015 käyttöönotettava metsätyöurakoiden sovelluspalvelu (WoodForce) tuo osaltaan helpotusta eri urakanantajien työmaiden hallintaan ja moniasiakkuuden lisääntymiseen, mikä mahdollistaa operoinnin pienemmällä maantieteellisellä toiminta-alueella. Nykyisin lähes puolet koneistutusyrittäjistä istuttaa vain yhdelle asiakkaalle (kuva 3).

Istutuskoneita kehittämällä istutustyön tuottavuutta voidaan myös pyrkiä nostamaan, vaikkakaan yrittäjät eivät uskoneet, että istutuslaitteita kehittämällä työn tuottavuutta voitaisiin nostaa merkittävästi (kuva 21). Muutaman viime vuoden aikana niin Suomessa kuin Ruotsissa on esitetty useita uusia istutuslaiteinnovaatioita istutustyön tuottavuuden nostamiseksi (esim. Ersson ym. 2011, 2013, 2014, Safrani & Lideskog 2011, Saarinen ym. 2013, Keränen 2014, Laine 2014). Kone- ja laitevalmistajien on jatkossakin aktiivisesti tuoteistettava hyviä kone- ja laiteinnovaatioita koneistutukseen.

Kun koneistutus saavuttaa kustannuskilpailukyvyssä metsurityöketjun ja koneistutuspalveluille syntyy hyvä kysyntä, voidaan ennustaa, että koneistutus lähtee nousukiitoon ja koneistutuslalle tulee nykyisten yrittäjien lisäksi uusia istutuskoneyrittäjiä. Uusia koneistutusyrittäjiä tarvitaan lisää erityisesti

Etelä- ja Länsi-Suomeen (kuva 2). Usealla yrittäjällä, kuten tässäkin tutkimuksessa havaittiin, koneellinen metsänistutus integroituu osaksi normaalia, laajavastuista metsäkoneyrittämistä.

On myös suotavaa, että kun koneistutustavoitteet on asetettu (Strandström ym. 2009, Strandström & Pajujoja 2013), koneellisen metsänistutuksen työmääriä seurattaisiin vuosittain julkisilla tilastoilla. – Samassa tilastossa voisi seurata myös taimikonhoitotöiden koneellistamiskehitystä Suomessa.

### **4.3 Johtopäätökset**

Suomessa siirryttiin 1980-luvulla paljasjuuristen puuntaimien kuokkaistutuksesta paakkutaimien pottiputki-istutukseen (Metsätilastollinen vuosikirja... 1981–1988, Uusitalo 1989, Arne ym. 1990). Seuraava askel on metsänistutustöiden koneellistuminen.

Koneellinen metsänistutus yleistyy lähivuosina, mutta se ei tapahdu itsestään: Koneistutuksen kustannuskilpailukyky on laitettava kuntoon. Kun koneistutus on kustannuskilpailukykyinen verrattuna metsurityöhön, koneistutuksen markkinointi yksityismetsänomistajille on helpompaa; vain suurien metsätalous- ja -teollisuustoimijoiden omia metsiä koneistuttamalla asetettuja koneistutustavoitteita ei tulla saavuttamaan.

Koneistutuspalvelujen tarjonta lisääntyy, kun koneistutuspalveluilla on kysyntää ja koneistutusliiketoiminnan kannattavuus on hyvä. Istutuslaitteiden lisääntynyt kysyntä puolestaan kasvattaa kone- ja laitevalmistajien kiinnostusta panostaa istutuslaitekehitykseen, millä on positiivinen vaikutus istutuksen tuottavuuteen ja edelleen kustannuskilpailukykyyn.

Koneellisen metsänistutuksen edistämistoimintaan tarvitaan kaikkia alan toimijoita niin koneyrittäjiä, koneenkuljettajia, metsänomistajia, urakanantajia, taimitarhoja, kone- ja laitevalmistajia, T&K-organisaatioita kuin mediakin. Koneistutusmäärien lisääminen on alan kaikkien toimijoiden etu.

## LÄHTEET

- Aarne, M., Uusitalo, M. & Herrala-Ylinen, H. (toim.). 1990. Metsätilastollinen vuosikirja 1989. Metsäntutkimuslaitos, SVT Maa- ja metsätalous 1990:4, Folia Forestalia 760.
- Arnkil, R. & Hämäläinen, J. 1995. Bräcke Planter- ja Ilves-istutuskoneiden tuottavuus ja työpäälki. Metsätehon katsaus 1/1995.
- Bergroth, J., Kärhä, K., Palander, T. & Keskinen, S. 2007. Tela-alustainen kaivukone hakkuukoneena. Metsätehon raportti 199.  
[http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Raportti/Raportti\\_199.pdf](http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Raportti/Raportti_199.pdf).
- Ersson, B.T., Bergsten, U. & Lindroos, O. 2011. The Cost-Efficiency of Seedling Packaging Specifically Designed for Tree Planting Machines. *Silva Fennica* 45(3): 379–394.  
<http://www.metla.fi/silvafennica/full/sf45/sf453379.pdf>.
- Ersson, B.T., Jundén, L., Bergsten, U. & Servin, M. 2013. Simulated productivity of one- and two-armed tree planting machines. *Silva Fennica* 47(2) / 958.  
<http://www.silvafennica.fi/pdf/article958.pdf>.
- Ersson, B.T., Bergsten, U. & Lindroos, O. 2014. Reloading mechanized tree planting devices faster using a seedling tray carousel. *Silva Fennica* 48(2) / 1064.  
<http://www.silvafennica.fi/pdf/article1064.pdf>.
- Hallongren, H., Laine, T. & Juntunen, M.-L. 2012. Metsänhoitotöiden koneellistamisesta ratkaisu metsuripulaan? *Metsätieteen aikakauskirja* 2/2012: 95–99. <http://www.metla.fi/aikakauskirja/full/ff12/ff122095.pdf>.
- Harstela, P., Helenius, P., Rantala, J., Kanninen, K. & Kiljunen, N. 2006. Tehokkaan toimintakonseptin kehittäminen metsänhoitopalveluun. Metlan työraportteja 23.  
<http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2006/mwp023.pdf>.
- Hänninen, H., Karppinen, H. & Leppänen, J. 2010. Suomalainen metsänomistaja 2010. Metlan työraportteja 208.  
<http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2011/mwp208.pdf>.
- Härkönen, M. 2008. M-Planter- ja Bräcke-istutuskoneiden työn laatu. Joensuun yliopisto, Metsätieteellinen tiedekunta, Metsäympäristön hoidon ja suojelun pro gradu -työ.
- Juntunen, M.-L. 2013. Metsänhoitoyhdistykset metsänhoidon työpalvelujen tuottajina. *Metsätieteen aikakauskirja* 2/2013: 141–154.  
<http://www.metla.fi/aikakauskirja/full/ff13/ff132141.pdf>.
- Juntunen, M.-L. & Herrala-Ylinen, H. 2013. Metsien hoito. Julkaisussa: Ylitalo, E. (toim.). Metsätilastollinen vuosikirja 2013. Metsäntutkimuslaitos, Suomen virallinen tilasto, Maa-, metsä- ja kalatalous 2013. s. 103–146.  
[http://www.metla.fi/metinfo/tilasto/julkaisut/vsk/2013/vsk13\\_03.pdf](http://www.metla.fi/metinfo/tilasto/julkaisut/vsk/2013/vsk13_03.pdf).



- Juntunen, M.-L. & Herrala-Ylinen, H. 2014. Metsänhoito- ja metsänparannustyöt 2013. Metsäntutkimuslaitos, Metsätilastotiedote 14/2014. <http://www.metla.fi/metinfo/tilasto/julkaisut/mtt/2014/mhpp13.pdf>.
- Keränen, A. 2014. Koneellinen metsänistutus Risutec APC -istutuskoneella. Lapin ammattikorkeakoulu, Luonnonvara- ja ympäristöala, Metsätalouden koulutusohjelma, Opinnäytetyö. <http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/73499/OPINNAYTETYO.pdf?sequence=1>.
- Koneluokitus. Tela-alustaiset kaivukoneet. 2014. <http://www.koneluokitus.fi/KKHt.php>.
- Kuitto, P.-J., Keskinen, S., Lindroos, J., Oijala, T., Rajamäki, J., Räsänen, T. & Terävä, J. 1994. Puutavaran koneellinen hakkuu ja metsäkuljetus. Metsätehon tiedotus 410.
- Kukkonen, M. & Kukkonen, E. 2013. Koneellinen metsänhoito. Karelia-ammattikorkeakoulu, Julkaisuja B:12. <https://www.theseus.fi/handle/10024/68489>.
- Kärhä, K. & Peltola, J. 2004. Metsäkoneiden monikäyttöisyys. Metsätehon raportti 181. [http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Raportti/Raportti\\_181.pdf](http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Raportti/Raportti_181.pdf).
- Kärhä, K., Poikela, A., Rieppo, K., Imponen, V., Keskinen, S. & Vartiamäki, T. 2007. Korjurit ainespuun korjuussa. Metsätehon raportti 200. [http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Raportti/Raportti\\_200.pdf](http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Raportti/Raportti_200.pdf).
- Laine, T. 2014. Taimien automaattisyydellä tehokkuutta koneelliseen metsänistutukseen. Koneyrittäjä 3/2014: 34–35.
- Laine, T. & Rantala, J. 2012. Koneellinen metsänistutus – nykytilanne sekä koneistusprosessi ja sen kriittiset menestystekijät. Kuljettajien ja toimihenkilöiden ammattitaidon kehittäminen koneellisessa metsänviljelyssä -hanke (2012-2013). Esitysmateriaali. [http://metko.info/media/download\\_gallery/Valtimo\\_Tiina\\_16.4..pdf](http://metko.info/media/download_gallery/Valtimo_Tiina_16.4..pdf).
- Laine, T. & Rantala, J. 2013. Mechanized tree planting with an excavator-mounted M-Planter planting device. International Journal of Forest Engineering 24(3): 183–193.
- Laine, T. & Syri, M. 2012. Koneellisen metsänistutuksen opas. Metsäntutkimuslaitos ja Suomen metsäkeskus. [http://www.metla.fi/metinfo/metsanhoito-palvelut/pdf/Koneistusopas2012\\_netti\\_suojattu2.pdf](http://www.metla.fi/metinfo/metsanhoito-palvelut/pdf/Koneistusopas2012_netti_suojattu2.pdf).
- Luoranen, J., Rikala, R. & Smolander, H. 2011. Machine Planting of Norway Spruce by Bracke and Ecoplanter: An Evaluation of Soil Preparation, Planting Method and Seedling Performance. Silva Fennica 45(3): 341–357. <http://www.metla.fi/silvafennica/full/sf45/sf453341.pdf>.
- Metsätilastollinen vuosikirja 1980. 1981. Metsäntutkimuslaitos, Suomen virallinen tilasto XVII A:12, Folia Forestalia 460.

- Metsätilastollinen vuosikirja 1981. 1982. Metsäntutkimuslaitos, Suomen virallinen tilasto XVII A:13, Folia Forestalia 510.
- Metsätilastollinen vuosikirja 1982. 1983. Metsäntutkimuslaitos, Suomen virallinen tilasto XVII A:14, Folia Forestalia 550.
- Metsätilastollinen vuosikirja 1983. 1984. Metsäntutkimuslaitos, Suomen virallinen tilasto XVII A:15, Folia Forestalia 590.
- Metsätilastollinen vuosikirja 1984. 1985. Metsäntutkimuslaitos, Suomen virallinen tilasto XVII A:16, Folia Forestalia 620.
- Metsätilastollinen vuosikirja 1985. 1986. Metsäntutkimuslaitos, Suomen virallinen tilasto XVII A:17, Folia Forestalia 660.
- Metsätilastollinen vuosikirja 1986. 1987. Metsäntutkimuslaitos, Suomen virallinen tilasto XVII A:18, Folia Forestalia 690.
- Metsätilastollinen vuosikirja 1987. 1988. Metsäntutkimuslaitos, Suomen virallinen tilasto XVII A:19, Folia Forestalia 715.
- Rantala, J. & Laine, T. 2010. Productivity of the M-Planter Tree-Planting Device in Practice. *Silva Fennica* 44(5): 859–869.  
<http://www.metla.fi/silvafennica/full/sf44/sf445859.pdf>.
- Rantala, J. & Saarinen, V.-M. 2006. Istutuskoneinvestointi alueyrittäjän näkökulmasta. *Metsätieteen aikakauskirja* 3/2006: 343–352.  
<http://www.metla.fi/aikakauskirja/full/ff06/ff063343.pdf>.
- Rantala, J., Harstela, P., Saarinen, V.-M. & Tervo, L. 2009. A Techno-Economic Evaluation of Bracke and M-Planter Tree Planting Devices. *Silva Fennica* 43(4): 659–667. <http://www.metla.fi/silvafennica/full/sf43/sf434659.pdf>.
- Roms, J. 2007. Koneellisesti istutettujen kuusen paakkutaimien maastomenestyminen. Helsingin yliopisto, Maatalous-metsätieteellinen tiedekunta, Metsänhoitotieteen pro gradu -tutkielma.
- Rummukainen, A., Tervo, L. & Kautto, K. 2002. Ilves- ja Bräcke-istutuskoneet – Tuottavuus, työnjälki ja kustannukset. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 857.
- Rummukainen, A., Kautto, K. & Tervo, L. 2003. Estimating the theoretical development potential of a boom-tip forest planting machine. *Baltic Forestry* 9(1): 81–86.
- Saari, S. 2008. Mättäiden ominaisuudet koneellisen istutuksen yhteydessä taimen varhaiskehityksen kannalta. Helsingin yliopisto, Maatalous-metsätieteellinen tiedekunta, Metsäekologian pro gradu -tutkielma.
- Saarinen, V.-M. 2006. The effects of slash and stump removal on productivity and quality of forest regeneration operations – preliminary results. *Biomass and Bioenergy* 30(4): 349–356.

- Saarinen, V.-M., Hyyti, H., Laine, T. & Strandström, M. 2013. Kohti jatkuvatoimista koneistutusta. Metsätehon raportti 227. [http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Raportti/Raportti\\_227\\_Kohti\\_jatkuvatoimista\\_koneistutusta\\_v-ms\\_ym.pdf](http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Raportti/Raportti_227_Kohti_jatkuvatoimista_koneistutusta_v-ms_ym.pdf).
- Safrani, E. & Lideskog, H. 2011. Konzeptutveckling för kostnadseffektiv och tidseffektiv mekanisk skogsplantering. Luleå tekniska universitet, Institutionen för teknikvetenskap och matematik, Examensarbete i maskinteknik. <https://pure.ltu.se/portal/files/32558287/LTU-EX-2011-32538536.pdf>.
- Sigurdh, M. 2004. Mekaniserad planting med Eco-Planter in södra Sverige. SLU, Institutionen för skogens produkter och marnader, Examensarbeten 39/2004. [http://ex-epsilon.slu.se:8080/archive/00000222/01/exjobb\\_39.pdf](http://ex-epsilon.slu.se:8080/archive/00000222/01/exjobb_39.pdf).
- Strandström, M. & Pajuoja, H. 2013. Metsäsektorin työvoimatarve – Savotta 2020. Metsätehon raportti 224. [http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Raportti/Raportti\\_224\\_Metsasektorin\\_tyovoimatarve\\_ms\\_hp.pdf](http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Raportti/Raportti_224_Metsasektorin_tyovoimatarve_ms_hp.pdf).
- Strandström, M., Hämäläinen, J. & Pajuoja, H. 2009. Metsänhoidon koneellistaminen: Visio ja T&K-ohjelma. Metsätehon raportti 206. [http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Raportti/Raportti\\_206\\_Metsanhoidon\\_koneellistaminen\\_ms-jh-hp\\_stand.pdf](http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Raportti/Raportti_206_Metsanhoidon_koneellistaminen_ms-jh-hp_stand.pdf).
- Strandström, M., Saarinen, V.-M., Hallongren, H., Hämäläinen, J., Poikela, A. & Rantala, J. 2011. Koneellisen istutuksen ja taimikonhoidon kilpailukyky. Metsätehon raportti 218. [http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Raportti/Raportti\\_218\\_Koneellisen\\_istutuksen\\_ms\\_ym.pdf](http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Raportti/Raportti_218_Koneellisen_istutuksen_ms_ym.pdf).
- Toivanen, T. 2012. Koneistutuksen onnistuminen turvemaidilla. Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu, Metsätalouden koulutusohjelma, Opinnäytetyö. [http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/38779/Toivanen\\_Tero\\_2012\\_01\\_23.pdf?sequence=1](http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/38779/Toivanen_Tero_2012_01_23.pdf?sequence=1).
- Torvelainen, J., Ylitalo, E. & Nouro, P. 2014. Puun energiakäyttö 2013. Metsäntutkimuslaitos, Metsätalostatiedote 31/2014. <http://www.metla.fi/metinfo/tilasto/julkaisut/mtt/2014/puupolttoaine2013.pdf>.
- Uusitalo, M. (toim.). 1989. Metsätalostollinen vuosikirja 1988. Metsäntutkimuslaitos, SVT Maa- ja metsätalous 1989:1, Folia Forestalia 730.
- Vartiamäki, T. 2003. Koneellinen metsänistutus vuonna 2003: Kyselytutkimuksen tulokset. Metsätehon raportti 154. [http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Raportti/Raportti\\_154.pdf](http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Raportti/Raportti_154.pdf).