



METLA  
TAIMI  
UUTISET

*numero 4/2014*

Koneellinen  
metsänistutus

Siirtomätäspilotti

Taimikonhoitoon  
tehokkuutta

Oma-valvonta käyttöön





**YHTEISTYÖSSÄ MUKANA:**

**Fin Forelia Oy**  
Linnoitustie 4 B  
02600 Espoo

**Ab Mellanå Plant Oy**  
Mellanåvägen 33  
64320 Dagsmark

**Partaharjun Puutarha Oy**  
Partaharjuntie 431  
76280 Partaharju

**Pohjan Taimi Oy**  
Kaarreniementie 16  
88610 Vuokatti

**Taimi-Tapio Oy**  
Pinninkatu 53, 3 krs.  
33100 Tampere

**UPM Metsä**  
Joroisten taimitarha  
Kotkatlahdentie 121  
79600 Joroinen

**TOIMITTAJA**  
Metsäntutkimuslaitos  
Itä-Suomen alueyksikkö/ Suonenjoki  
Marja.Poteri@metla.fi

**AINEISTON TOIMITUS**  
Metla / Ville Kankaanhuhta

**Taimitarhojen tietopalvelu** toimittaa Taimi-  
uutiset-lehteä, järjestää alan kursseja sekä  
julkaisee oppaita.

**TAITTO**  
Grano Oy, Erja Hirvonen

**KANSIKUVA**  
Ville Kankaanhuhta

**TILAUKSET**  
Tilaushinta vuodeksi 2015 on 35 euroa. Tai-  
miuutiset ilmestyy neljä kertaa vuodessa.  
Tilaukset toimittajalta tai verkkolomakkeella  
<http://www.metla.fi/taimiuutiset/>  
[taimiuutiset-tilaus.htm](http://www.metla.fi/taimiuutiset-tilaus.htm)

**JULKAISIJA**  
Metsäntutkimuslaitos  
Itä-Suomen alueyksikkö/Suonenjoki

ISSN 1455-7738 (painettu)  
ISSN 2242-9395 (verkkojulkaisu)

Grano Oy, 2015

<b>Aineisto lehteen</b>	<b>Ilmestyy</b>
Kevät 27.2.	30.3.
Kesä 8.5.	8.6.
Syksy 28.8.	28.9.
Talvi 27.11.	28.12.



**14** Hyvin menestynyt kuusen taimi isossa  
kuitusavimättäessä  
(valokuva Ville Kankaanhuhta)

**KIRJOITTAJIEN YHTEYSTIEDOT**

Jussi.Aikala@risutec.fi  
Risutec Oy  
Porintie 401  
29250 NAKKILA

Juha.Rautakoski@mhy.fi  
Mhy Kalajokilaakso  
Savarinväylä 2  
84100 YLIVIESKA

Kyosti.Sipila@metsakeskus.fi  
Suomen metsäkeskus  
Ähtärintie 73  
63700 ÄHTÄRI

Lauri.Haataja@metla.fi  
Pekka.Helenius@metla.fi  
Katri.Himanen@metla.fi  
Tiina.Laine@metla.fi  
Veli-Matti.Saarinen@metla.fi  
Karri.Uotila@metla.fi  
Metsäntutkimuslaitos  
Itä-Suomen alueyksikkö  
Juntintie 154  
77600 SUONENJOKI

Katja.Kangas@metla.fi  
Eero.Kubin@metla.fi  
Jouni Karhu  
Miia Parviainen  
Reijo Seppänen  
Metsäntutkimuslaitos  
Pohjois-Suomen alueyksikkö  
PL 413  
90014 OULUN YLIOPISTO



**16** Oikein ajoitettu varhaisperkaus  
(valokuva METLA/Erkki Oksanen)



**20** Taimikonhoidon omavalvonta  
(valokuva Ville Kankaanhuhta)

## Sisällys

Koneellinen metsänistutus soveltuu yksityismetsiin .....	4
<i>Juha Rautakoski</i>	
Valtakunnallinen koneistutushanke on päättymässä – mitä jäi käteen? .....	6
<i>Tiina Laine ja Kyösti Sipilä</i>	
Koneellisen metsänhoidon kärjessä jo kymmenen vuotta – Risutec Oy .....	8
<i>Jussi Aikala</i>	
Paikkatietoon yhdistetyn koneistutuksen kehittäminen Pohjois-Pohjanmaalla .....	10
<i>Katja Kangas, Miia Parviainen, Reijo Seppänen, Jouni Karhu ja Eero Kubin</i>	
Maanmuokkauksen korvaajaksi siirtomätäs kuitusavesta?.....	14
<i>Veli-Matti Saarinen</i>	
Varhaisperkaus pitää kuusentaimikon hyvässä kasvukunnossa .....	16
<i>Karri Uotila</i>	
Taimikonhoidon ajanmenekki arvioitavissa karkeasti metsikkötunnusten perusteella ..	18
<i>Karri Uotila</i>	
Palautetta omavalvonnasta.....	20
<i>Lauri Haataja</i>	
Koivun siemen puhaltamalla puhtaaksi.....	22
<i>Katri Himanen ja Pekka Helenius</i>	
METLAn Suonenjoen toimipaikassa investoitu taimitutkimukseen ja –tuotantoon EAKR-hankerahalla .....	24
Julkaisusatoa.....	25





# Koneellinen metsänistutus soveltuu yksityismetsiin

METSÄNHOITUYHDISTYS KALAJOKILAAKSO aloitti koneellisen metsänistutuksen ensimmäisenä yhdistyksenä Pohjois-Suomessa vuonna 2011. Edellisenä vuonna oli pohdittu toiminnan mahdollisuuksia ja riskejä. Totesimme, että motivaatio on avainsana. Ennen muuta metsänviljelytoiminnasta vastaavat toimihenkilöt tulee motivoida asian taakse, sen jälkeen voi alkaa metsänomistajien motivointi. Toinen keskeinen asia on löytää koneistutuksesta innostunut ja työhön sitoutuva urakoitsija. Nämä molemmat asiat loksaitivat Kalajokilaaksossa paikoilleen. Talven 2010–2011 aikana tehtiin yhdessä valitun urakoitsijan kanssa selvitystä erilaisista laitevaihtoehdoista ja samalla hankittiin työmaita tulevalle kaudella.

Istutuskoneeksi valittiin M-Planterin kaksipäinen laite ja peruskoneena oli 18 tonnin kaivinkone. Konevalinnat osoittautuivat sekä kokoluokaltaan että käyttöominaisuuksiltaan onnistuneiksi. M-Planter on omimmillaan kivettömissä ja vähäkivisissä maastoissa, joissa molempia istutuspäitä voidaan käyttää tehokkaasti. Mitä kivisempi maa, sitä vaikeampi on molempia päitä hyödyntää ja sitä heikompi on myös työn tuottavuus. Pääsimme heti alkuvaiheessa pilottiin mukaan Suomen metsäkeskuksen ja Metlan yhteiseen koneistutushankkeeseen. Tällä oli suuri merkitys toiminnan kehitystyöhön. Kahden vuoden aikana kelloitimme työvaiheita ja selvitimme kohdevalintaa sekä optimaalista logistiikkaa.

Yhdistyksessämme on 30 toimihenkilöä ja toimialueeseen kuuluu kahdeksan kuntaa. Logistiikan hoidon osalta päädyimme toimintamalliin, jossa yksi toimihenkilö hoitaa koneen ohjailun, eli vastaa koko logistiikkaketjusta. Seuraavan kauden hankkeet sovitaan metsänomistajien kanssa edellisen talven aikana ja aluevastaavat toimihenkilöt ajastavat työmaat hankjärjestelmään. Logistiikkahenkilö poimii työmaat ja ketjuttaa ne yhtenäiseksi ketjuksi, jossa siirtomatkat on minimoitu. Työmaiden keskikoko on noin vajaan kolmen hehtaarin luokkaa, joten ketjutuksella on keskeinen rooli toiminnan kannattavuudessa. Taimi-

huolto toimii niin, että ko. henkilö tilaa taimet urakoitsijan varastoon sovitussa aikataulussa. Urakoitsija vastaa taimien kastelusta ja muusta huollosta ja ottaa joka aamu töihin lähtiessään sopivan määrän taimia mukaan työmaalle.

Työjohdollisesti toiminta on kevyt ja tehokas. Muokkaus ja istutus tehdään samalla kertaa, ja urakoitsija vastaa suvereenisti toiminnan toteutuksesta ja työn laadusta omavalvontoineen. Urakoitsija ilmoittaa työmaalle mennessään aluevastaavalle ja tarvittaessa myös suoraan metsänomistajalle työmaan aloituksesta. Kivisyys on kriittinen tekijä ja ehkä 60 prosentin kivisyys on sellainen kriittinen raja, jota ei kannata ylittää. Olemme tehneet koneistusta jopa 80 prosentin kivisyyden omaavilla työmailla ja istutus on onnistunut hyvin. Urakoitsijan näkökulmasta kannattavuus kuitenkin alenee jyrkästi. Taimien tiivistys nousi ongelmaksi siinä vaiheessa kun urakoitsijan rutiini vahvistui ja työtahti kasvoi nopeammaksi kuin tekniikka antoi myöten. Niinpä koneeseen jouduttiin asentamaan merkkivalo, joka esti istutuspaan nostamisen liian aikaisen. Myös tiivistystassuja vähän jatkettiin tiivistyksen nopeuttamiseksi.

Olemme saaneet paljon hyvää palautetta koneistutuksesta ja se on vakiintunut normaaliksi toiminnaksi metsänviljelyssä. Vuotuinen taimimäärä liikkuu 250 000–300 000 taimen välillä vuodessa. Pieniä takaiskujakin on tullut, erityisesti kohdevalinnassa, mutta se kuuluu uuden työläjien kehitystyöhön. Koneistutus soveltuu hyvin yksityismetsätalouteen ja metsänhoitoyhdistyksen toimintaan. Kustannustehokkuus on työnjohdon helppous ja nopea viljelyketju huomioiden aivan kilpailukykyinen perinteisen mallin kanssa. Suosittelemme kokeilemaan!

**JUHA RAUTAKOSKI ON METSÄNHOITUYHDISTYS KALAJOKILAAKSON TOIMINNANJOHTAJA.**

**VALOKUVA VILLE KANKAANHUHTA**





# Valtakunnallinen koneistutushanke on päättymässä – mitä jäi käteen?

TIINA LAINE JA KYÖSTI SIPILÄ

VUODESTA 2010 saakka käynnissä ollut koneistutushanke on päättymässä vuoden 2014 lopussa. Hanketta on toteutettu onnistuneesti yhteistyössä Suomen metsäkeskuksen Etelä- ja Keski-Pohjanmaan alueyksikön ja Metsätutkimuslaitoksen Suonenjoen toimipaikan kanssa. Koneistutuksen parissa tällä hetkellä työskentelevät eri organisaatioiden toimihenkilöt on matkan varrella saatu puhaltamaan yhteen hiileen. Tuloksena on syntynyt koneellisen istutuksen opas ja iso joukko muita esitteitä ja julkaisuja, joiden avulla on lisätty tietoa koneistutuksesta niin maanomistajien kuin toimihenkilöiden suuntaan. Istutuskoneiden määrän selkeä kasvattaminen jää tulevaisuuden tehtäväksi.

## Tiedotus tärkeässä roolissa

Valtakunnallisen koneistutushankkeen keskeisenä tavoitteena on ollut tiedon lisääminen koneistutuksesta. Hanke on aktiivisesti tuottanut tietoa koneellisesta istutuksesta apunaan joukko asiantuntevia työryhmän jäseniä. Vuonna 2012 julkaistiin koneellisen metsänistutuksen opas, johon on koottu kaikki tämän hetkinen tieto koneellisesta istutuksesta. Keväällä 2013 järjestettyihin koneistutuskoulutuksiin tehtiin oppaasta tiivistetty versio lähinnä koneenkuljettajia

varten. Tähän työohjeeseen on koottu käytännön työn toteuttamisen olennaisimmat asiat. Tänä vuonna valmistui vielä maanomistajille tarkoitettu yleisesite koneellisesta istutuksesta. Painetun materiaalin lisäksi on oltu mukana lukuisissa tilaisuuksissa kertomassa koneellisesta istutuksesta sekä kirjoitettu monia juttuja eri alan lehtiin.

Maanomistajien, mutta myös toimihenkilöiden, keskuudessa on havaittavissa tietynlaista varauksellisuutta koneistutusta kohtaan. Hankkeessa on viimeisen toimintavuoden aikana järjestetty työnäytöksiä, joissa maanomistajat ja metsäammattilaiset ovat päässeet näkemään aikaisemmin koneellisesti istutettuja taimikoita, mutta myös istutuskoneen työssään. Koneellinen istutus vaatii tiedotusta ja monesti vasta omakohtaiset kokemukset karsivat vääristyneet ennakoasenteet. Koneistutuksenkin kohdalla tiedotusta tarvitaan monelta suunnalta ja työnäytöksiä tulee järjestää jatkossakin.

## Arvokkaita kokemuksia pilotoinneista

Materiaalin tuottamisen lisäksi keskeisenä tavoitteena on ollut toimivien prosessien ja toimintamallien löytäminen yksityismetsätalouden olosuhteisiin. Istutusko-neyrittäjien toimintatapoja ja työsaavutuksia seurattiin



**Kuva 1.** Kiinnostuneita metsänomistajia istutuskoneen ympärillä yhteistyössä metsänhoitoyhdistys Pohjois-Savon kanssa järjestetyssä työnäytöksessä Siilinjärvellä tänä syksynä. (valokuva Tiina Laine / Metla)

Valtakunnallisissa koneistutushankkeissa tuotettu materiaali ja pidettyjen tilaisuuksien esitykset ovat ladattavissa osoitteesta [www.metsakeskus.fi/hankkeet/koneistutushanke](http://www.metsakeskus.fi/hankkeet/koneistutushanke)

vuosina 2011–2013 eri puolilla Suomea toteutetuissa pilottihankkeissa. Näissä piloteissa koneellista istutusta tekevät istutuskoneenkuljettajat sitoutuivat seuraamaan oman työajan jakautumista eri työvaiheisiin ja arvioivat mm. kivisyyden vaikutusta istutuksen toteutukseen. Työn laatua he mittasivat omavalvontaa hyödyntäen. Toimihenkilöt puolestaan tekivät kohdevalintaa mittaamalla mm. kohteiden kivisyyttä. Jo hankkeen alkuvaiheessa selvisi, että koneistus on vielä vähäistä yksityismetsänomistajien mailla. Niin vähäistä, että sopivien pilottikohteidenkin saanti tuotti ennako-odotuksia suurempia vaikeuksia.

Pilottien mukaan kivisyys on merkittävin koneistutusta hidastava työvaikeustekijä kantojen ja hakkuutähteen ohella. Oikealla kohdevalinnalla ja työmaiden ketjuttamisella voidaan työtä tehostaa merkittävästi. Pilotit paljastivat myös, että koneistus kokonaisketjuna on paljon muutakin kuin vain taimien istuttamista. Koneyrittäjien vastuulla on myös taimien välivarastointi, kuljetus ja esimerkiksi koneiden kunnossapito, jotka vievät oman aikansa työpäivän kokonaisajankäytöstä. Myös merkittävä osa työpäivästä kuluu kuljettajien siirtymisiin kohteille.

Kaikissa pilotoinneissa mukana olleissa metsänhoitoyhdistyksissä ei ollut vielä vakiintuneita toimintatapoja. Yleisin käytössä oleva malli on tuoda taimet suoraan taimitarhalta koneyrittäjän ylläpitämään välivarastoon, josta kuljettaja ottaa mukaansa työvuoron tai -päivän taimitarpeen. Pienimmillä koneiden siirroilla selvittiin tapauksissa, joissa koneyrittäjä hoiti työmaiden ketjutuksen.

## Koneluvun kasvattaminen haasteellista

Yhteistyössä Stora Enson, Itä-Suomen yliopiston ja Metsätehon kanssa tehdyssä kyselyssä koneellista istutusta toteutti vuonna 2013 yhteensä 22 koneyrittäjää 31 istutuskoneella. Vuonna 2003 tehdyn kyselyn mukaan vastaavat luvut olivat 14 koneyrittäjää ja 16 istutuskonetta. Syitä siihen, että menetelmä ei ole yleistynyt tämän enempää, on varmasti monia, eikä yksittäinen hanke riitä vielä istutuskoneiden lukumäärän kasvattamiseen. Menetelmän yleistymiseksi tarvitaan joukko asiasta kiinnostuneita käytännön toimijoita, uudenlaisia toimintatapoja ja ennakkoluulojen murtamista.

Tällä hetkellä koneellinen istutus on painottunut metsäteollisuusyhtiöiden maille, mutta yksityiset maanomistajat tulevat perässä pienin askelin. Yrittäjien näkökulmasta koneistutuksen kannattavuus vaatii alkuvaiheessa moniasiakkuutta, jotta päästään riittävän suuriin vuosittaisiin istutusmääriin. Työmäärää voidaan kasvattaa myös yhdistämällä työmaita suuremmiksi kokonaisuuksiksi, ketjuttamalla kohteet järkevästi ja valitsemalla koneyrityksen lähellä sijaitsevia kohteita, jolloin saadaan turhia siirtokustannuksia minimoitua. Lisäksi istutuskautta pidentämällä, tekemällä työtä kahdessa vuorossa ja karsimalla istutuskaudella tehtävät muut kaivinkonetyöt voidaan kasvattaa yrittäjien istutusmääriä.

Oikeiden kohteiden ohjautuminen koneellisesti istutettaviksi on myös tärkeä asia. Yrittäjä istuttaa mieluummin kauempana olevan hyvän kohteen, kuin lähellä olevan työvaikeustekijöiltään huonomman työmaan. Lisäksi tarvitaan ammattitaitoisia kuljettajia ja tehokasta työmaaketjutusta. Koneellisessa istutuksessa koko uudistamisketjun on oltava kunnossa. Jos ketjun muut lenkit pettävät, lupaavien koneistuslaitteiden maine vain kärsii turhaan.

## Kirjallisuutta:

Kärhä, K., Hynönen, A., Laine, T., Strandström, M., Sipilä, K., Palander, T. & Rajala, P.T. Koneellinen metsänistutus ja sen tehostaminen Suomessa. Metsätehon raportti 233.

Laine, T. & Syri, M. 2012. Koneellisen metsänistutuksen opas. Suomen metsäkeskus. 72 s.

Vartiamäki, T. 2003. Koneellinen metsänistutus vuonna 2003 – kyselytutkimuksen tulokset. Metsätehon raportti 154.



**Kuva 2.** Kalajoki-laakson metsänhoitoyhdistyksessä koneellinen istutus on ammatillisesti otettu osaksi palveluntarjontaa. Kuvassa yhdistyksen koneistutuksesta vastaava toimihenkilö ja koneyrittäjä. (valokuva Erkki Oksanen / Metla)

# Koneellisen metsänhoidon kärjessä jo kymmenen vuotta – Risutec Oy

## JUSSI AIKALA

ENNAKKORAIVAUKSEN puute sai nakkilalaisen metsäkoneyrittäjän Jussi Aikalan 2000-luvun alussa miettimään koko metsänhoidon ketjun toimivuutta.

Raivauslaitteen rakentaminen oli luonnollinen vaihtoehto koneisiin tottuneelle yrittäjälle. Tästä saikin alkunsa parin yrittämisen jälkeen Risutec 3 -malli. Naapurikunnasta löytyi toinen koneyritystä Juha Mäntylä, joka hankki ensimmäisen ns. tuotantokoneen ajokoneeseen. Motoon tarkoitettu malli 3 oli ajokoneelle liian raskas – syntyi kevennetty versio Risutec 2. Tämä oli alkuunlähtö Risutekniiikka KY:lle, taimikonhoidon ja metsänistutuksen koneenrakentamisen yritykselle.

Kymmenen vuotta metsänhoidon koneiden rakentamista on luonnollista näkemystä siitä, missä tilassa koneellistaminen nyt on. Taimikonhoitorästit eivät suinkaan ole vähentyneet; päinvastoin. Nyt on aina helpompaa jättää taimikonhoito tekemättä, koska käytännössä mikään ei enää pakota siihen.

Laikkumätästys sekä kääntömätästys ovat parantaneet taimikon selviytymismahdollisuuksia. Heinäämisen tarpeen väheneminen sekä vadelman varjostuksesta selviytyminen luovat hyvät lähtökohdat taimikolle. Taimikko osataan perustaa oikein, myös oikea muokkausmenetelmä osataan valita. Käytetäänkö koneistutusta oikeassa kohteessa onkin toinen juttu... työvoimaresurssiakin pitäisi tulevaisuudessa kohdentaa aina vain tarkemmin.

Varhaisperkaus kitkemällä on tehokas tapa jouduttaa taimikon kasvua ensiharvennussivaiheeseen. Metsäyhtiöt, kärjessä UPM-Kymmene, ovat tehneet merkittävää työtä antaessaan resursseja erilaisiin testauksiin sekä promotessaan uusia menetelmiä. Kentältä saatu kokemus on tärkeintä koneenrakentajille sekä yrittäjille, seisovat koneet eivät tuota eivätkä käy kaupaksi. Metsäyhtiöt ovat oivaltaneet sen jo ajat sitten: työvoiman

saatavuus sekä työvoiman hinta pakottavat maailmalla etsimään kustannustehokkaita ratkaisuja metsänhoitotöihin. Suomi ei poikkea tästä, manuaalityöhön ei tulevaisuudessa riitä väkeä.

Metsätyö koneellistui 70-luvulla tarpeesta. Suomi tarvitsi puuta ja ensimmäiset koneelliset ratkaisut tulivat hakkuutyöhön ja puun kuljetukseen. Sama tarve on edelleen, päätehakkuihin kannattavampi hinta pitää metsäkoneyrittäjät tiukasti siinä työssä kiinni, missä kannattavuus on paras. Harvennusta tehdään, jos on pakko. Suomessa on harvassa useamman koneketjun yrittäjiä, jotka tekevät pelkästään harvennuksia. Energia-puuhakkuuseen panostaminen on tällä hetkellä loppunut poliittisten päätösten poukkoilun vuoksi; kuka uskaltaa panostaa muiden päätöksiin perustuvaan liiketoimintaan?

Päätehakkuihin jälkeen tehdään metsänuudistaminen, tähän velvoittaa vielä laki. Mutta seuraavista hoitotöistä tulee aina lasku. Metsänkierto Suomessa on aivan liian hidasta, että se ruokkisi itseään. Ensimmäinen ns. tili tulee aikaisintaan vasta 20 vuoden kuluessa istutuksesta. Jos kasvukierto on 80 vuotta, tiliväli ylittää sukupolven.

Valtiovalta ei tule tukemaan tässä tilanteessa metsätalouden resursseja, ellei niillä ole jotain tekemistä vientituotteiden kanssa. Ja jos tilanne muuttuisikin, viive on vuosia ennen päätösten toteutumista.



Jussi Aikala (valokuva Timo Saksa)



**Kuva 1.** Eukalyptus-plantaaseilla muokkaus tehdään n. 50 cm syvyyteen. Samalla ajetaan torjunta-aine heinien torjumiseksi (valokuva Jussi Aikala)



## Voisimmeko ottaa oppia plantaasitaloudesta?

Suomalainen metsänhoito perustuu omaan historiaamme. Maailma kuitenkin muuttuu, muuttumeko me sen mukana? Tässä tilanteessa on mahdollisuus valita erilaisia tapoja käsitellä metsää – suojelusta tehometsätalouteen. Voisiko seuraava aste tehometsätaloudesta olla ultratuotanto?

Plantaasitalouden suurin ero uudistamisessa on kasvukierto, suuret uudistusalat ja suorat rivit. Kiviä toki on plantaaseillakin, mutta uudistusalat ovat periaatteessa tasalaatuisia. Korkeuserot ovat suurempia, tämä vaihtelu on Suomessakin. Kannonnosto yleistyy maailmalla, jonnekin uudet taimet pitää saada. Plantaasitalous muistuttaakin enemmän peltoviljelyä, lannoitusta ja torjunta-aineiden käyttöä ei voi välttää (kuva 1).

Miksi puut eivät voi olla Suomessa istutettuna riviin? Äesjälkeen kylvetty männikkö on rivissä. Koneella tehty laikkumätäs voi olla rivissä, rivit voivat olla suoria tai tasaisesti kaareutuvia. Jos rivit olisivat tasavälillä maaston rajoittamien poikkeuksia lukuun ottamatta, saadaan aivan toisenlainen metsätalous-ultratuotanto.

Normaali tapa plantaaseilla on istuttaa kolmen metrin välein oleviin riveihin 1,5–2,3 metrin

välein. Näin saadaan 2200–1450 kappaletta taimia hehtaarille, 1700 taimea pidetään optima. Istutuksen jälkeinen hoito on helppoa, kolmen metrin riviväli mahdollistaa koneiden tehokkaan käytön.

## Puuhuollon varmistaminen vaatii radikaaleja toimenpiteitä

Luontoarvot otetaan nykyään hyvin huomioon puuplantaaseilla. Eläimille järjestetään kulkureittejä, luonnonarvoltaan merkittäviä alueita suojellaan huolellisesti. Metsäyhtiöille imagon rakentaminen on tärkeää.

Ultratuotannossa voidaan järjestää – jos halutaan – uudistusalan ympärille suojavyöhyke, jota voidaan hoitaa perinteisesti tai luomusti. Lähinnä kyseessä on silmän totuttaminen uuteen menetelmään.

Istutus tehtäisiin kolmen metrin rivivälillä. Kannot pitäisi olla nostettuja, ainakin se helpottaisi ensivaiheen toteutusta. Taimiväli olisi 1,3–1,5 m, pyrittäisiin siis yli 2200 kpl/ha. Tämä siksi, että rivissä on välillä istutuseste, joka jättää isomman välin. Myös ajouraa voidaan tilapäisesti joutua levittämään esim. kiven kiertämiseksi. Istutuksen käytännön

toteutus vaatii istutuksen ohjausjärjestelmän itsenäisenä tai karttapohjaan sovellettuna. Istutuksen muussa toteutuksessa voitaisiin antaa hidasliukoinen lannoitus ja boorilannoitus (tapauskohtainen valinta). Hoitamalla ruohoaminen taimirivien välistä poistettaisiin varhaisperkauksen tarve. Mikäli käytetään suoria rivejä, on huomioidettava tuuli. Myrskyn sattuessa sopivasta suunnasta puurivi muodostaa tuulitunnelin ja tuhoriski on suuri.

On aivan sama, kuinka paljon nyky menetelmässä panostetaan istutukseen, kun kuitenkin taimikon jälkihoito jätetään retuperälle. Nykyinen suuntaus ei kasvata kitkijöiden määrää tai yleensäkin taimikonhoidon tekemistä. Riveihin istuttamalla voidaan hyväksyä eräänlainen hoitamattomuus; tällä menetelmällä saadaan aikaan ainakin runsas puubiomassa. Istutuskustannus nousee, mutta hoitamisen helppous lisää käytettävää konekantaa ja alentaa kustannuksia. On helppo valita, otetaanko hehtaarilta biomassaa 200 km<sup>3</sup> 20 vuoden kuluttua, otetaanko hyvälaatuista harvennuspuuta tehokkaasti vai hyvälaatuista tukkia?

Risutec Oy:ltä löytyy ratkaisut näihin kaikkiin tarpeisiin. Ohjausjärjestelmät, istutuskoneet ja ruoohoamislaitteet. Kaikki valmiina – onko suomalainen metsätalous?



# Paikkatietoon yhdistetyn koneistutuksen kehittäminen Pohjois-Pohjanmaalla

KATJA KANGAS, MIIA PARVIAINEN, REIJO SEPPÄNEN, JOUNI KARHU JA EERO KUBIN

KONEELLISEEN TAIMIEN ISTUTUKSEEN on olemassa erilaisia laiteratkaisuja, joilla päästään sopivissa työolosuhteissa hyvään istutustulokseen. Koneistutus ei vaadi etukäteen tehtyä maanmuokkausta, vaan muokkaus tapahtuu taimien istutuksen yhteydessä. Näin ollen taimi istutetaan tuoreeseen koneen tekemään mättäeseen, jolloin taimi saa parhaat mahdolliset olosuhteet kasvulle.

Vaikka koneelliseen metsänistutukseen kehitetyt laitteet ovat olleet markkinoilla jo useita vuosia, istutetaan koneellisesti tällä hetkellä vain muutamia prosentteja istutusalaista (Hallongren ym. 2012). Koneellisesta metsänistutuksesta ja sen soveltumisesta eri istutusaloille sekä -ajankohdille löytyy enenevässä määrin tietoa (esim. Luoranen ym. 2011), mutta tutkimukset ovat painottuneet Etelä- ja Keski-Suomeen. Näin ollen on tarpeellista selvittää koneistutuksen soveltuvuutta ja tuottaa uutta tietoa metsänhoitosuositusten tarkentamiseen myös Pohjois-Suomessa.

Metsänhoidon koneellistumisen lisäksi nykyaikainen metsätalous kaipaa yhä tarkempaa ja reaaliaikaisempaa tietoa metsistä. Erilaisia paikannustekniikoita ja paikkatietoa hyödynnetäänkin jo mm. hakkuukoneissa, puunhankinnan kuljetuksissa ja maanmuokkauksessa. Myös metsävaroja, kuten puustoa ja kasvupaikkaa, koskevat kuviokohtaiset tiedot kerätään ja ylläpidetään nykyään yleisesti paikkatietomuodossa, ja niitä voidaan hyödyntää metsänhoidon suunnittelussa. Metsän uudistamiseen liittyvää puuvaratietoa on mahdollista kerätä ja kytkeä paikkaan myös koneistutuksen yhteydessä.

Euroopan maaseuturahaston rahoittaman ”Paikkatietoon yhdistetyn koneistutuksen kehittäminen Pohjois-Pohjanmaalla” -hankkeen (1.1.2012 – 31.12.2014) tavoitteena on ollut selvittää koneistutuksen ja paikkatiedon käyttöönottoa metsänuudistamisessa. Hankkeessa tutkitaan koneistutuksen soveltuvuutta Pohjois-Suomen vaihteleviin olosuhteisiin, etenkin paksukunttaisille kangasmaille, ja mahdollisuutta istutuskauden pidentämiseen myöhäiseen syksyyn sekä kerätään taimikohtaista paikkatietoa metsänuudistamisen yhteydessä.

Hanke tuo merkittävän lisän muualla Suomessa tehtävään koneistutustutkimukseen etenkin paikkatiedon osalta, sillä sitä ei ole aikaisemmin kerätty koneistutuksen yhteydessä. Hankkeen päätoteuttajana toimii Metsäntutkimuslaitos (Metla) yhteistyössä Oulun seudun ammattiopiston (OSAO) Taivalkosken yksikön kanssa.

## Koneistutuksella mahdollista pidentää istutuskautta Pohjois-Suomessa

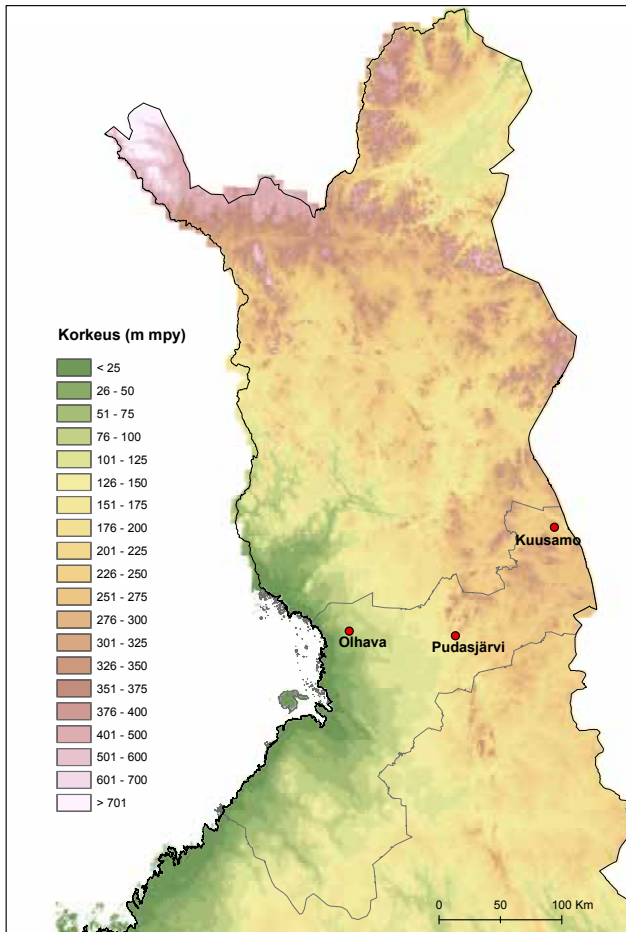
Nykyinen, pääsääntöisesti manuaalisesti tehtävä istutus ajoittuu Pohjois-Pohjanmaalla kevääseen ja alkukesään. Hankkeen keskeisenä tavoitteena oli selvittää, onko kuusen istutuskautta mahdollista pidentää koneistutuksella myöhäiseen syksyyn.

Tutkimuksen koealat sijaitsevat kolmella eri korkeusvyöhykkeellä (kuva 1). Taimia istutettiin vuonna 2013 kesä-, heinä-, elo- ja lokakuussa sekä ohut- että paksukunttaisille koealoille. Olhavassa istutuksia tehtiin vain paksukunttaisilla kohteilla. Kesä-, heinä- ja elokuussa istutetut taimet olivat tutkimusalueille sopivasta siemenalkuperästä kasvatettuja vuonna 2012 kylvettyjä 1-vuotiaita taimia ja lokakuussa istutetut taimet olivat istutusvuoden keväänä kylvettyjä taimia.

Koealoille istutetut taimet inventoitiin elosyyskuussa 2014. Taimien kunto arvioitiin käyttäen seuraavaa luokittelua: terve, heikentynyt, kituva ja kuollut. Taimista arvioitiin samalla mahdollisen tuhon syy. Kaikilta koekentiltä mitattiin lisäksi ympäristömuuttujia, kuten kivisyyttä, maaperän raekoostusta sekä lämpötilaa 10 cm mättään yläpuolelta ja juuripaakusta.

Tulosten perusteella taimien kunto on keskimäärin paras elokuun istutuksissa ja heikoin kesäkuun istutuksissa. Terveiden taimien osuus oli hieman suurempi ohutkunttaisilla kohteilla, mutta taimien kuolleisuuden kunnakerroksen paksuudella ei havaittu olevan selvää vaikutusta. Taimien menestymisessä oli kuitenkin alueellisia eroja (kuva 2a-e). Olhavassa ja





**Kuva 1.** Tutkimuksen koealat sijaitsevat Pohjois-Pohjanmaalla kolmella eri korkeusvyöhykkeellä.

Pudasjärvellä parhaat istutusajankohdat olivat heinä- ja elokuu. Kuusamossa myös lokakuussa istutetut taimet olivat menestyneet erittäin hyvin.

Taimien kunto oli heikoin Pudasjärvellä, jossa vähintään 60% taimista esiintyi hallan aiheuttamia tuhoja kaikkina istutuskautena. Kuusamossa hallavaurioiden määrä oli huomattavasti alhaisempi, ja vaurioita esiintyi lähinnä kesäkuun istutuksissa. Olhavaassa merkittävin tunnistettu taimituhojen aiheuttaja oli rouste (5%). Koealoilla tehtyjen lämpötilamittausten mukaan Pudasjärvellä esiintyi ankaraa hallaa (< -4°C maanpinnan läheisyydessä) sekä kesällä 2013 että 2014, mikä selittää Pudasjärven laajoja hallavaurioita. Kuusamossa ei esiintynyt ankaraa hallaa vuonna 2014 ja hallavaurioiden runsas esiintyminen nimenomaan kesäkuun istutuksissa viittaa siihen, että hallavauriot ovat syntyneet jo vuonna 2013. Kesäkuulta 2013 ei kuitenkaan ollut saatavissa Kuusamos-ta lämpötilamittaustietoja asian varmistamiseksi.

Tässä lyhytaikaisessa tutkimuksessa saadut tulokset viittaavat siihen, että paras ajankohta kuusen koneistutukselle on vasta kesäkuun jälkeen etenkin hallalle alttiilla alueilla. Kenttäkokeissa istutetut taimet olivat menestyneet pääpiirteissään hyvin ensimmäisen

vuoden ajan. Kuolleisuus jäi pääsääntöisesti alle 5.5 %, poikkeuksena Pudasjärvi, jossa taimikuolleisuus oli kesäkuussa jopa 15.3% ja lokakuussa 7.5 %. Istutusajankohdan pidentäminen jopa myöhäissyyn näyttää myös lupaavalta, sillä myös lokakuussa istutettujen taimien kunto oli verrattain hyvä. Myöhäinen istutusajankohta ei myöskään lisännyt roustevaurioiden määrää. On kuitenkin muistettava, että tulokset perustuvat vain yhden vuoden seurantaan, joten pidempiaikaista tutkimusta tarvitaan seuraamaan taimien kunnan ja kasvun kehitystä jatkossa tulosten luotettavuuden ja yleistettävyyden parantamiseksi.

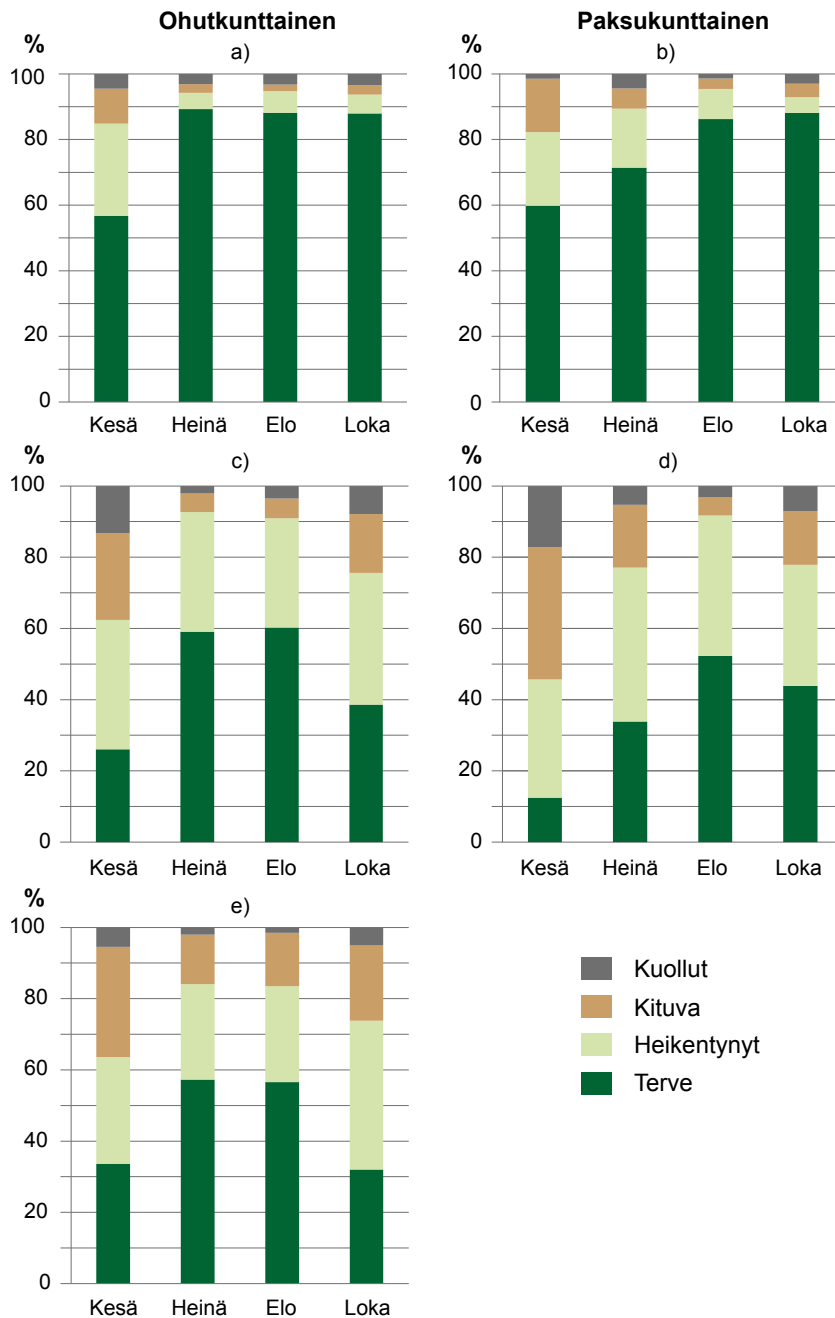
## Taimikohtaista paikkatietoa 3D-mittalaitteilla

Paikkatietoa voidaan kerätä myös koneistutuksen yhteydessä. Istutuskone voidaan varustaa satelliittipaikannuslaitteilla, joiden tarkkuus riittää keräämään tietoa kuviotason metsäsuunnitteluun. Mikäli kuitenkin halutaan yksityiskohtaisempaa, puu- tai koelatastason sijaintitietoa, voidaan istutuskoneet varustaa maanrakennuspuolella yleistyneillä 3D-mittalaitteilla, jotka pystyvät ottamaan vastaan RTK-korjausta tai muita tarkentavia signaaleja.

Tästä syystä hankkeessa ollut istutuskone varustettiin Scanlaserin 3D-mittalaitteistolla (kuva 3), joka perustuu RTK-GNSS satelliittipaikannukseen. 3D-mittalaitteita on markkinoilla runsaasti ja järjestelmien toimintaperiaatteissa ei ole merkkien välillä juurikaan eroja, koska niiden käyttämä paikkatietotekniikka on samankaltaista. Järjestelmä koostuu istutuspään, puomiston ja rungon anturoinnista, näyttö- ja tietokonelaitteista sekä satelliittipaikantimista. Järjestelmä yhdistää alustakoneen paikantimien sekä antureiden tuottaman tiedon puomin asennosta, jolloin puomin päässä olevan istutuspään tarkka sijainti määrittyy. Kahden GNSS-antennin ansiosta koneen paikka ja suunta ovat koko ajan tiedossa, ja tukiaseman tai verkkokorjauspalvelun tuottaman korjaussignaalin avulla järjestelmällä saavutetaan jopa senttimetriluokan tarkkuus.

Taimikohtaisen paikkatiedon kerääminen onnistuu 3D-mittajärjestelmän avulla varsin helposti, sillä taimen sijaintitieto tallentuu samalla napinpainalluksella, kuin taimikin istutetaan. Samalla kuljettajan omavalvonta tehostuu, sillä kuljettaja pystyy seuraamaan reaaliaikaisesti hytissään olevan näytön avulla istutuksen etenemistä ja työjäljen laatua.

Tuloksena syntyvän taimikartan (kuva 4), jossa jokaisella istutetulla taimella on tarkka sijaintitieto, voi lähettää suoraan paikkatietomuodossa työn tilaajalle (ja valvontaviranomaiselle). Uudistusalaa koskeva taimikohtainen tieto on sen jälkeen käytössä.



**Kuva 2.** Taimien eri kuntoluokkien osuus tutkimusalueittain eri istutuskuukausina paksu- ja ohutkuntaisilla kohteilla: Kuusamo (a,b), Pudasjärvi (c,d) ja Olhava (e).

tettävissä metsäsuunnittelussa ja koneellisessa taimikonhoidossa, ensiharvennuksessa ja myöhemmissä harvennuksissa. Esimerkiksi varhaisperkauksen yhteydessä istutetut taimet voidaan tunnistaa karttaan istutushetkellä tehdyn sijaintimerkinnän perusteella ja muut kuin istutetut taimet konenäön avulla (Strandström ym. 2009).

### Paikkatiedon haasteita ja mahdollisuuksia

Vuonna 2013 tehdyissä istutuksissa ei päästy tavoiteltuun alle 10 cm:n paikannustarkkuuteen 3D-mittalaitteistossa ilmenneen kalibrintivirheen takia. Kesäkuun istutusten yhteydessä havaittua ongelmaa yritettiin korjata useita

kertoja, mutta se saatiin lopullisesti ratkaistua vasta lokakuun istutusten jälkeen. Kalibrintivirheestä huolimatta taimien paikannustarkkuudessa päästiin keskimäärin 1 metrin tarkkuuteen, joten tulokseen voidaan olla varsin tyytyväisiä. Koska kalibrintivirhe pystyttiin korjaamaan, päätettiin istutuksia jatkaa kesällä 2014 mittalaitteiston todellisen paikannustarkkuuden selvittämiseksi Taivalkosken ja Kuusamoon perustetuilla uusilla koelaitteilla.

Paikannustarkkuus vaihteli alueittain siten, että paras tarkkuus saavutettiin Taivalkoskella (79 % taimista <10 cm paikannustarkkuudella), kun taas Kuusamossa istutetuista taimista vain vähän yli puolet oli tallennettu vastaavalla tarkkuudella. Eroa voidaan ainakin osittain selittää etäisyydellä RTK-korjausviestiä lähettävään tukiasemaan, joka oli Taivalkoskella huomattavasti lähempänä (6 km) kuin Kuusamossa (30 km). Istutuskoneeseen vaihdettiin kesken Kuusamon istutusten keväällä 2014 markkinoille tulleet uudentyyppiset paikannusantennit, joiden etäisyys tukiasemaan voi olla jopa 60-80 km entisen 20-30 km:n sijaan. Tämä vaihdos vaikutti paikannustarkkuuteen huomattavasti, sillä uusilla antennilla saavutettiin myös Kuusamossa 75 % tapauksista <10 cm tarkkuus.

Maanrakennuspuolelle kehitetyllä 3D-mittausjärjestelmällä päästään tutkimustulosten valossa erittäin tarkkoihin paikannustuloksiin ja näin ollen se soveltuu taimikohdaisen paikkatiedon keräämiseen. Järjestelmän käyttöön liittyy kuitenkin vielä haasteita. Paikkatiedon keräämisessä yleisimmin ilmenneet ongelmat liittyivät toisaalta 3D-järjestelmän kalibrintiongelmien ja toisaalta ympäristöstä aiheutuviin haasteisiin.

Ympäristön aiheuttamat haasteet tarkoittavat koneistutuksen näkökulmasta lähinnä hakkuuaukkoa ympäröivän metsän muodostamia



katvealueita, joihin ei saada satelliittiyhteyttä. Myös mobiiliverkon katveista johtuvat ongelmat aiheuttavat epätarkkuutta koneohjausjärjestelmien paikannustarkkuuteen, mikäli korjausdatan siirtämiseen käytetään 3G- tai 4G -yhteyttä. Lisäksi pitkä etäisyys korjausviestiä lähettävään tukiasemaan aiheuttaa paikannuksiin epätarkkuutta. Varsinaista istutustyötä edellä mainitut ongelmat eivät haittaa, mutta esimerkiksi satelliittikatveen aikana järjestelmä ei pysty tallentamaan tietoja – ainakaan suurella tarkkuudella. Näin ollen tuloksena saatava taimikartta voi olla osittain hyvinkin aukkoinen, vaikka todellisuudessa taimia on istutettu suunnitelman mukaisesti.

Toisen merkittävän haasteen muodostavat taimien syöttöhäiriöistä ja istutusputken puhdistamisesta aiheutuvat virhepaikannukset, sillä sijaintitieto tallentuu automaattisesti joka kerta kun istutuskäsky annetaan. Virhepaikannusten poistaminen voidaan tehdä istutusten yhteydessä, mutta se hidastaa istutustyötä, jos virhepaikannuksia on paljon.

3D-koneohjausjärjestelmään olisi tärkeää lisäksi kehittää pintaalakohtainen taimilaskuri, mikä



**Kuva 3.** Taimet istutettiin Bracke P11.a istutuskoneella ja paikkatieto kerättiin Scanlaserin 3D-koneohjausjärjestelmän avulla. (valokuva Miia Parviainen)

mahdollistaisi reaaliaikaisessa istutustiheyden omavalvonnan. Ominaisuutta ei pystytty hankkeen puitteissa sisällyttämään olemassa olevaan ohjelmistoon, sillä ohjelmiston kehittäminen vaatisi suurempia investointeja ja laajempaa kysyntää.

Suurin kynnys 3D-järjestelmien hyödyntämisen yleistymiselle on kuitenkin laitteiden korkea hinta. 3D-järjestelmän hankkiminen on suuri investointi, joka voi kuitenkin olla kannattavaa, mikäli kaivuko-

netta käytetään istutustöiden lisäksi myös koneohjausjärjestelmää edellyttäviin maanrakennustöihin.

### Lisätietoja

Projektipäällikkö Katja Kangas,  
puh. 040 801 5056,  
katja.kangas@metla.fi

Hankkeen vetäjä Eero Kubin,  
puh. 029 532 3710,  
eero.kubin@metla.fi

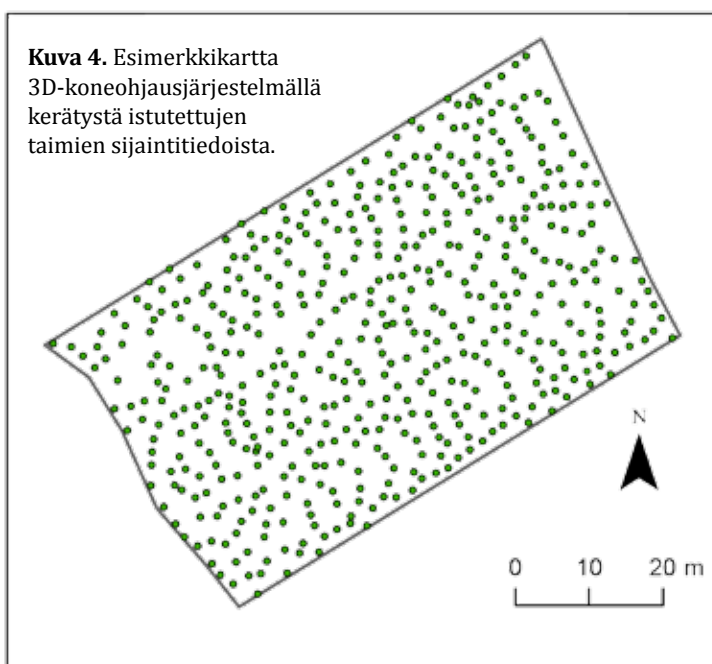
<http://www.metla.fi/hanke/7497/>

### Kirjallisuus

.....  
Hallongren, H., Laine, T. & Juntunen, M-L.  
2014. Metsänhoitotöiden koneellistamisesta ratkaisu metsuripulaan? Metsätieteen aikakauskirja 2/2012: 95-99.

.....  
Luoranen, J., Rikala, R. & Smolander, H.  
2011. Machine planting of Norway spruce by Bracke and Ecolplanter: an evaluation of soil preparation, planting method and seedling performance. *Silva Fennica* 45(3): 341-357.

.....  
Strandström, M., Hämäläinen, M. & Pajuoja, H. 2009. Metsänhoidon koneellistaminen – Visio ja T&K-ohjelma. *Metsätieteen raportti* 206. 47s.



**Kuva 4.** Esimerkkikartta 3D-koneohjausjärjestelmällä kerätystä istutettujen taimien sijaintitiedoista.

# Maanmuokkauksen korvaajaksi siirtomätäs kuitusavesta?

VELI-MATTI SAARINEN

KONEELLISEN ISTUTUKSEN työn tuottavuus nykyisillä istutuslaitteilla on junnannut viimeiset parikymmentä vuotta miltei paikallaan. Huomattavia tuottavuushyppyjä ei ole tapahtunut, vaikka markkinoille tullut kaksipäinen istutuslaite ja prototyyppiasteella oleva taimien automaattinen syöttölaite tuottavuutta lisäävätkin.

Työn tehostamiseen on esitetty ideoita, kuten automatisoituja puomin työliikkeitä ja hyvien istutuspaikkojen tunnistusta konenäköjärjestelmällä. Käytännön toteutukset kuitenkin puuttuvat. Edellä mainittuja ideoita selvästi yksinkertaisempi vaihtoehto maanmuokkaustyövaiheen tehostamiseen saattaisi olla ns. siirtomaamätästys, jossa koostumukseltaan sopiva maa-aines tuotaisiin taimen kasvualustaksi muualta ja annosteltaisiin uudistusalalla mätäiksi (Malmberg 1990, Örlander & Wallertz 2007).

Eryyisesti mahdollista jatkuvatoimista istutuskonetta ajatellen menetelmällä voitaisiin saavuttaa riittävä nopeus ja työn laatu. Myös kivisillä ja hankalasti muokattavilla kohteilla siirtomaamätästys olisi luultavasti perinteistä laikkumätästystä nopeampaa ja mahdollistaisi laadukkaamman lopputuloksen ainakin kuuselle istutettavilla kohteilla.

## Kenttäkoe kuitusavella

Siirtomaamättään ideaa testattiin kuitusavella, jota käytetään jonkin verran muun muassa kaatopaikkojen tiivistämiseen sekä laskettelurinteiden ja golfkenttien muotoiluun. Metsäteollisuudella on kuitenkin intressejä löytää tälle sivutuotteelle uutta hyötykäyttöä lähinnä polttamisen tilalle.

Kuitusavi syntyy sellua tai mekaanista massaa käyttävien paperitehtaiden kuitulietteestä tai keräyspaperista uusiomassaa tekevän paperitehtaan siustauslietteestä. Kuitusaven erottaminen kuitu- tai siustauslietteestä tehdään suotonauhalla, ruuvilla tai lingolla. Sellusta kertyvä kuitusavi sisältää paljon puukuitua, mutta mekaaniseen massaan siirryttäessä täyteaineista kaoliinin, talkin ja kalsiumkarbonaatin osuus kasvaa. Uusiomassaa tehtäessä kuitusavessa on hieman painomustetta. Kuitusaven ominaisuuksia ovat keveys (irtotilavuuspaino 650 kg/m<sup>3</sup>), routimattomuus, hyvä muodonmuutoskestävyys ja alhainen ravinnepitoisuus.

Kenttäkokeen tavoitteena oli verrata kuusen taimien alkukehitystä kuitusavimättäessä ja perinteisessä laikkumättäessä kolmella eri lehtomaisen – tuoreen kankaan metsikkökuviolla Mäntässä. Kui-

tusavimättään teossa käytettiin muottina halkaisijaltaan noin 30 cm:n putkenpätkää, jonka sisään keskelle oli kiinnitetty samansuuntainen halkaisijaltaan noin 5 cm putki pystyasentoon. Muotti asetettiin suhteellisen tasaiselle maanpinnalle pystyasentoon. Muotin sisäputken asetettiin paakkutaimien siten, että juuripaakun pohja oli maanpintaa vasten. Muotin ja sen sisäputken välinen vaippa täytettiin kuitusavella, jonka jälkeen muottia nostettaessa kuitusavi täytti istutuskuopan ja teki taimen ympärille mättään. Kuitusavimättäitä ei tiivistetty, joten taimet jäivät suhteellisen löyhästi mättäeseen. Käytössä oli kaksi erikokoista muottia: pienempi 8 litraa ja suurempi 13 litraa.

Istutusajankohdan vertailua varten istutukset tehtiin syksyllä



**Kuva 1.** Näyte syksyllä 2012 istutetuista taimista kahden kasvukauden jälkeen. Rivit ylhäältä lukien metsikkökuviot C6, C53 ja C55. Sarakkeet vasemmalta lukien laikkumätäs, pieni kuitusavimätäs ja iso kuitusavimätäs. (valokuva Pekka Voipio).



2012 ja keväällä 2013. Kaikki laikkumättäät tehtiin syksyllä 2012. Kaikilla metsikkökuvioilla oli tavoitteena istuttaa kumpanakin ajankohtana yksilöidyt 50 tainta kaikille eri mätästyypeille. Aineistossa oli siten noin 900 tainta, joiden kasvua ja elävyyttä seurattiin kasvukauden 2014 loppuun saakka.

## Ennakkotuloksia

Kuitusavimättäissä taimien selviytyminen ja kasvu oli selvästi heikompaa kuin laikkumättäissä. Laikkumättäissä elävyys oli kahden kokonaisen kasvukauden jälkeen keskimäärin 89 %, pienissä kuitusavimättäissä 75 % ja isoissa kuitusavimättäissä 71 %.

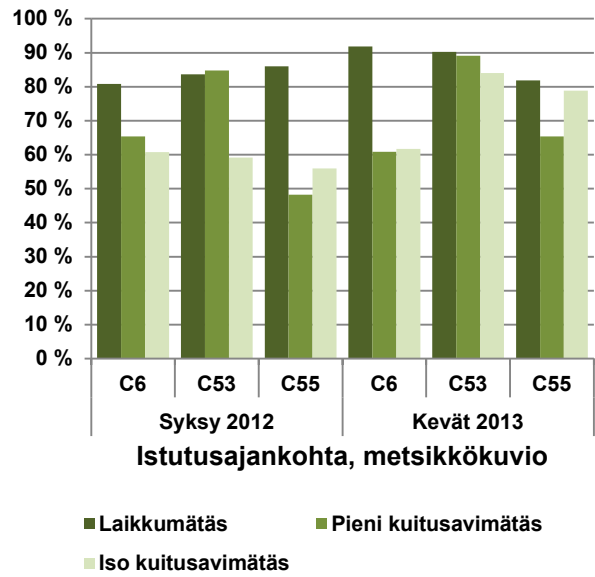
Kaikilla kohteista esiintyi jonkin verran tukkimiehentäin syöntiä, roustetta ja hallaa. Rousteen nostamat ja maan pinnalla maanneet vain hienojuurillaan maassa kiinni olevat elävät taimet, samoin kuin yleisilmeeltään kituvan näköiset taimet luokiteltiin kasvatuskelvottomiksi. Kasvatuskelpoisiksi syksyn 2014 loppumittauksessa luokiteltiin 86 % laikkumättäiden, 69 % pienten kuitusavimättäiden ja 67 % isojen kuitusavimättäiden taimista. Kaiken kaikkiaan laikkumättäisiin istutetut taimet vaikuttivat jo silmänvaraisesti arvioiden elinvoimaisemmilta sekä neulasistoltaan että juuristoltaan (kuva 2). Laikkumättäissä kasvatuskelpoisiksi luokiteltujen taimien loppupituus oli keskimäärin 46 cm, kun se kuitusavimättäissä oli noin kymmenen senttiä vähemmän. Vastaavasti kuluneen kesän kasvu oli laikkumättäissä  $15 \pm 8$  cm, pienissä kuitusavimättäissä  $7 \pm 5$  cm ja isoissa kuitusavimättäissä  $6 \pm 5$  cm, eli kasvu yksilöiden välillä vaihteli kuitusavimättäissä huomattavasti.

## Pohdintaa

Uudistamistulos olisi saattanut olla hieman parempi, mikäli kuitusavimättään alle jäänyttä maanpintaa olisi edes hieman rikottu. Tällöin paakun kontakti maahan olisi ollut parempi ja juurtuminen olisi mahdollisesti nopeutunut, ja rousteen vaikutus olisi ollut vähäisempi. Myös kuitusavimättäisiin istutettujen taimien tiivistys polkemalla olisi saattanut parantaa juurtumista ja vähentänyt rousteen aiheuttamaa paakun nousua ja mahdollista kaatumista.

Routimatonta kivennäismaata käyttämällä lopputulos olisi myös saattanut olla parempi. Ruotsissa ainakin tukkimiehentäin torjunta-aineella käsiteltyjen kuusen taimien elävyys pelkästä kosteasta kivennäismaasta tehdyssä siirtomättäessä "Asamockan" oli vertailukelpoinen Bracke-istutuskoneella tehdyn muokkausjäljen kanssa (Petersson 2011).

## Kasvatuskelpoiset taimet syksyllä 2014



Kuva 2. Syksyllä 2014 kasvatuskelpoisiksi luokiteltujen taimien osuus erityyppisissä mättäissä istutusajankohdittain ja metsikkökuvioittain.

Yhtenä heikkoutena siirtomaamätästyksestä tulee joka tapauksessa olemaan logistiikka. Kuitusavimättäiden teko hehtaarille vaatii noin 12.000 kg eli kuormatraktorikuormallisen kuitusavea. Tämän lisäksi vaaditaan vielä rahti paperitehtaalta metsätien varteen ja mahdollisesti myös uudelleenlastaus metsänviljelykoneeseen.

Olipa siirtomaamätästyksestä käytettävä maalaji mikä tahansa, täytyisi maanmuokkauksen nopeutua huomattavasti, jotta menetelmä voisi kilpailla nykyisten muokkausmenetelmien kanssa. Silti siirtomaamätästymenetelmä puoltaa paikkansa hankalasti muokattavilla, mutta mätästystä vaativilla kohteilla. Oma mahdollisuutensa menetelmällä saattaa olla myös jatkuvatoimista istutuskonetta kehitettäessä.

## Kirjallisuutta

Malmberg, C. E. 1990. Mekanisering av skogsodling. Styrelsen för Teknisk Utveckling. Stockholm. STU-info: 783-1990. 196 s.

Petersson, M. 2011. Markberedningsmetoders effect på snytbaggeskador. Rapport nr 1. Sveriges lantbruksuniversitet, Asa försökspark. 13 s.

Örlander, G. & Wallertz, K. 2007. Asamockan. Rapport nr 4. Sveriges lantbruksuniversitet, Asa försökspark. 24 s.



# Varhaisperkaus pitää kuusentaimikon hyvässä kasvukunnossa

KARRI UOTILA

KUUSENTAIMIKOISSA taimikonhoito tehdään yleensä kerran tai pari uudistamisketjun aikana. Joskus vielä useampi taimikonhoito on tarpeen. Ensimmäinen taimikonhoito 4–7-vuotiaassa taimikossa on varhaisperkaus. Varhaisperkauksessa vapautetaan yleensä havupuusto kilpailevasta nopeakasvuista lehtipuustosta ennen kuin lehtipuusto on kasvanut huomattavasti havupuita pidemmäksi. Kuusentaimikossa varhaisperkaus on ajankohtainen yleensä, kun taimikko saavuttaa metrin pitemmän. Oikein ajoitettu varhaisperkaus varmistaa taimikon mahdollisimman hyvän nuoruusvaiheen kehityksen.

Varhaisperkaus nähdään erittäin tärkeänä metsänhoidollisena toimenpiteenä, jolla turvataan nuoren metsikön kehitys läpi taimikkovaiheen. Kustannustehokkaassa taimikonhoidossa vesominen on varhaisperkauksessa suuri ongelma. Vesomisen seurauksena raivaussahalla toteutetun varhaisperkauksen jälkeen taimikko pääsääntöisesti tarvitsee lisäksi myöhemmän taimikonhoidon. Todennäköisesti ajatus vesomisen seurauksena uusiutuvasta taimikonhoidosta ja siitä seuraavasta kustannusten lisäyksestä johtaa usein metsänomistajan päätökseen viivästyttää ensimmäistä taimikonhoitoa; pyritään hoitamaan taimikko yhdellä perkausharvennuksella läpi uudistamisketjun. Tämä on taimikon kehityksen kannalta huono päätös, sillä

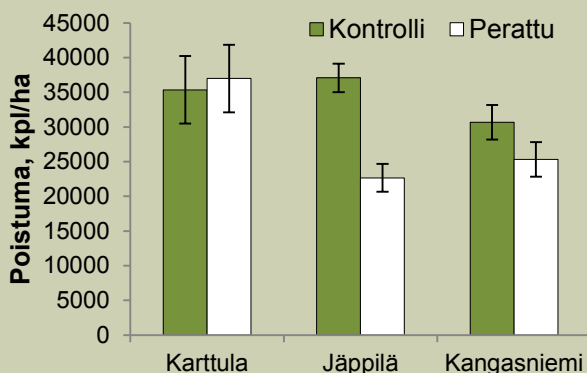
tarpeellisen perkauksen viivästyminen heikentää tuotantuon kasvua. Varhaisperkauksen aiheuttama kustannusten lisäys ei toisaalta ole välttämättä niin suuri kuin taimikonhoitokertojen määrän lisääntymisen ja vesomisen johdosta ajatellaan.

Hiljattain julkaistu tutkimus selvitti varhaisperkauksen vaikutuksia kuusentaimikon kehitykseen. Kolmeen koemetsikköön perustuvan tutkimuksen havainnot tukevat varhaisperkauksen tarpeellisuutta taimikon hyvän kasvun ylläpidossa. Tutkimus antaa myös viitteitä varhaisperkauksesta taloudellisesti kannattavana toimenpiteenä.

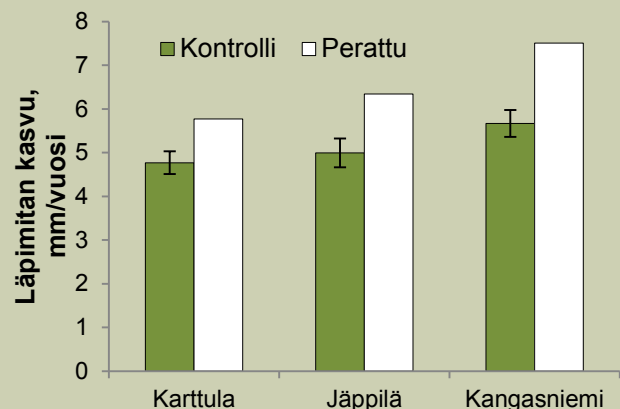
## Vesominen varhaisperkauksen jälkeen maltillista

Tutkimuksen perusteella lehtipuuston määrän reipas kasvu tai jopa moninkertaistuminen varhaisperkauksen jälkeen vaikuttaa harhaluulolta. Itse asiassa tutkimuksen tulokset ovat päinvastaiset. Kahdella kolmesta koealueesta varhaisperkaus alensi lehtipuuston kokonaismäärä taimikossa. Parhaillaan se lähes puolitti perattavan puuston määrän. Tällaisessa tapauksessa kustannussäästöt myöhemmässä taimikonhoidossa ovat ilmeisiä.

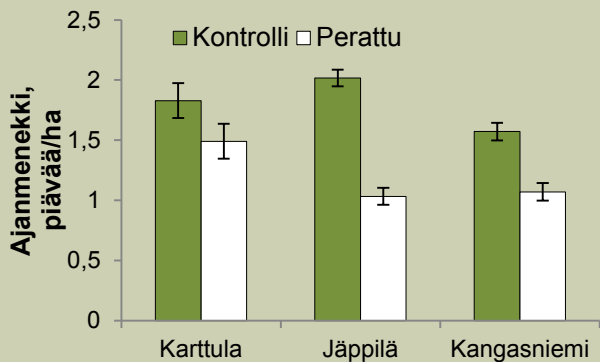
**Kuva 1.** Vesominen on varhaisperkauksen jälkeen maltillista. Varhaisperkaus alensi perattavan puuston tiheyttä kahdella kolmesta tutkitusta koealueesta. Pylväiden hajonta on 95 % luottamusväli.



**Kuva 2.** Tuotantuon läpimitan kasvu parani varhaisperkauksesta selvästi kaikilla kolmesta tutkitusta koealueesta. Pylväiden hajonta on 95 % luottamusväli. Luottamusväliä ei ole esitetty peratuille kohteille laskentateknisen syyn takia, mutta suuruusluokaltaan sen vastaa kontrolissa havaittua.



**Kuva 3.** Varhaisperkauksen jälkeen myöhempi taimikonhoito on selvästi nopeampaa kuin perkaamatta jääneen taimikon taimikonhoito. Pylväiden hajonta on 95 % luottamusväli.



Kolmen metsikön otos ei sulje pois sitä vaihtoehtoa, että jossain tapauksessa varhaisperkaus voi aiheuttaa reipasta vesomista. Toisaalta käsitys perkauksen jälkeiseen erittäin runsaaseen vesomiseen juontanee alkuperänsä hieman vanhempien lehtipuiden raivauksista. Varhaisperkaamattoman taimikon harvennuksessa poistetaan paljon 5–10 cm paksuja lehtipuita. Tässä kokoluokassa kannot ovat erityisen hyvin vesovia. Sen sijaan hyvin uudistetun varhaisperkauskohteen lehtipuiden kannot ovat tyypillisesti vain noin senttimetrin paksuisia. Varhaisperkauksessa katkaistut pienet koivunkannot kuolevat usein perkauksen jälkeen, eläviin vesoviin kantoihin syntyy tyypillisesti vain 1–3 vesaa ja vesojen kasvu on hitaampaa kuin suuremmissa kannoissa. Eli lehtipuiden vesomisen aiempi teoria tukee tutkimuksessa havaittua vanhempiin perkaamattomiin taimikonhoitokohteisiin verrattua kohtuullisen vähäistä varhaisperkauksen jälkeistä vesomista.

### Varhaisperkaus parantaa tuotantopuuston kasvua

Tutkimuksessa havaittiin kuusen kasvun reagoivan nopeasti varhaisperkaukseen. Varhaisperkauksessa vapautettujen kuusikoiden läpimitan kasvu kiihtyi 21–32 % jo heti ensimmäisinä vuosina perkauksen jälkeen. Sen sijaan pituuskasvussa perkauksen vaikutus ei lyhyehköllä tarkastelujaksolla vielä näkynyt. Toisaalta aiemman tietämyksen perusteella pituuskasvu reagoi parin–kolmen vuoden viiveellä perkaukseen suhteellisesti jotakuinkin saman verran kuin läpimitan kasvu. Eli on vahvasti oletettavaa, että jatkossa kyseisissä taimikoissa nähdään vastaava kasvunlisäys myös pituuskasvussa.

Tutkimuksen verraten lyhytkestoisessa seurannassa varhaisperkaus ei vaikuttanut taimikon kuolleisuuteen. Sen sijaan, jos perkauksen tarve jatkuu pidempään ja varhaisperkausta tarvitseva taimikko hoidetaan ensimmäisen kerran vasta noin neljän metrin pituisena, todennäköisiä perkaamattomuuden vaikutuksia ovat tuotantopuiden kunnan heikkeneminen ja vaurioituminen sekä joissain tapauksissa jopa kuolema.

Tutkimuksen perusteella jo 5-vuotiaan perkausta tarvitsevan kuusentaimikon kasvu paranee selvästi varhaisperkauksella. Tuotantopuiden nopea kasvu edesauttaa taimikon myös nopeammin ohi kustannuksia vaativan taimikonhoitovaiheen, kohti tuottavaa ensiharvennusmetsikköä.

### Varhaisperkaus alentaa myöhempiä taimikonhoitokustannuksia

Taimikonhoidossa poistettavan puuston järeys vaikuttaa paljon työn kustannuksiin. Varhaisperkauksessa poistetaan pienikokoista puuta, joten perkauksen kustannukset ovat kohtuullisen alhaiset vaikka poistuma on tiheää. Varhaisperkauksen jälkeen syntyvät vesat jäävät myös katkaisemattomia verrokkejaan hoikemmiksi myöhemmässä taimikonhoidossa. Eli varhaisperkaus alentaa tätä kautta myöhemmän taimikonhoidon kustannuksia. Tutkimuksessa varhaisperkauksen arvioitiin alentavan myöhemmän taimikonhoidon kustannuksia 18–49 %.

Taimikonharvennus on huomattavasti edullisempi aiemmin varhaisperatussa taimikossa kuin perkaamattomassa, jossa taimikonhoito tehdään vasta ensimmäistä kertaa. Toki taimikonhoidon kokonaiskustannukset ovat silti korkeammat, kun taimikko hoidetaan kahteen kertaan. Toisaalta investointi varhaisperkaukseen todennäköisesti kannattaa tuotantopuuston paremman kasvun ansiosta.

### Kirjallisuus

- Björkdahl, G. 1983. Höjdtveckling hos stubbskott av vårt- och glasbjörk samt tall och gran efter mekanisk röjning. Sveriges Landsbruksuniversitet, Institution för skogsproduktion. Stencil 18. 54 p.
- Johansson, T. 1992. Sprouting of 2- to 5-year old birches (*Betula pubescens* Ehrh. and *Betula pendula* Roth) in relation to sump height and felling time. *Forest Ecology and Management* 53: 263–281.
- Uotila, K. & Saksa, T. 2013. Effects of early cleaning on young *Picea abies* stands. *Scandinavian Journal of Forest Research*. Saatavilla: <http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/02827581.2013.869349>





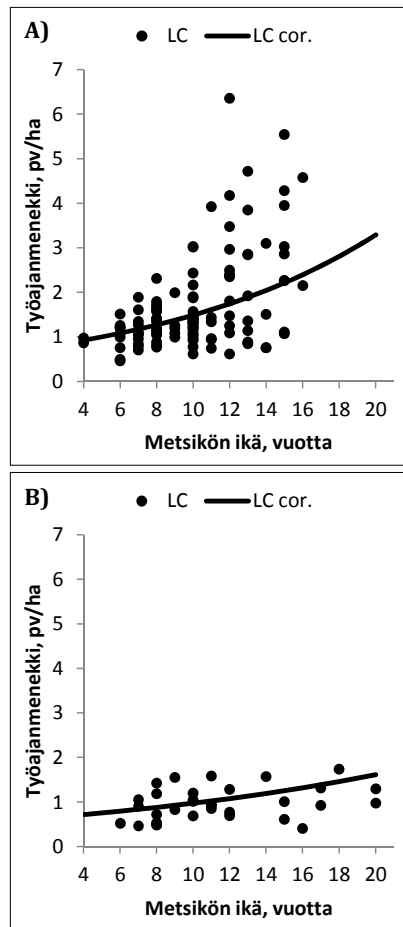
# Taimikonhoidon ajanmenekki arvioitavissa karkeasti metsikkötunnusten perusteella

KARRI UOTILA

TAIMIKONHOIDON kustannustaso arvioidaan usein tilastokeskiarvo- ja käyttäen. Esimerkiksi vuoden 2013 Metsätilastollisessa vuosikirjassa taimikonhoidon keskimääräinen kustannus on 399 €/ha. Toisaalta taimikonhoidon työläys vaihtelee paljon kohteittain, ja kustannustason tarkempi tuntemus toisi etua monessa käytötarkoituksessa, esimerkiksi työmaiden hinnoittelussa sekä metsätalouden kassavirta-arvioissa, päätöksenteossa ja toimenpiteiden kannattavuuden arvioinnissa. Kiinteä taimikonhoitokustannusten arvio on silti käytössä jopa monissa metsänhoidon kannattavuutta tarkastelevissa tutkimuksissa, vaikka kustannustason vaihtelu voi olla ratkaiseva tekijä kannattavuuden suhteen.

Taimikonhoidon työmaakohtainen kustannusarvio on tarkentavissa maastomittauksilla ja siihen perustuvalla työn ajanmenekin arviolla. Mittaukseen perustuva arvio on hyvä, mutta se on työläs ja edellyttää verraten suurta rahallista panostusta arviointiin. Toisaalta työn kustannusten ennakoarviointiin panostaminen ei suoraan lisää metsätalouden tuloja, joten se on moneen käyttötarkoitukseen kallis menetelmä.

Sen sijaan erittäin edullinen, mutta silti huomattavasti keskimääräistä tilastokeskiarvoa tarkempi vaihtoehto kustannusten arviointiin on tilastollinen malli, jossa työmaan ajanmenekki arvioidaan tunnettujen metsikkökohtaisten taustatietojen avulla.



**Kuva 1.** Taimikonhoidon työajanmenekki mustikkatyyppin kuusikoissa (A) ja puolukkatyyppin männiköissä (B) metsikön iän mukaan (LC = Taimikon työajanmenekki, LC cor. = työajanmenekkimallin estimaatti).

Tarvittavat taustatiedot malliin löytyvät metsäsuunnitelmasta. Mallilla voi arvioida keskimääräiset kustannukset hyvin monelle eri metsikkötunnuksen yhdistelmälle. Tällainen malli on arvokas myös siitä näkökulmasta, että sillä voi arvioida taimikonhoidon kustannuskehitystä metsikön kasvaessa.

## Taimikonhoidon ajanmenekin malli

Hiljattain julkaistussa tutkimuksessa laadittiin taimikonhoidon ajanmenekin ennustemallit männyn ja kuusen taimikoihin sekä pääpuulajiltaan lehtipuista koostuviin taimikoihin (Uotila ym. 2014). Mallilla voi arvioida korkeintaan 20-vuotiaiden ja rinnankorkeusläpimitaltaan keskimäärin alle 8 cm paksujen taimikoiden taimikonhoidon ajanmenekkiä kohteissa, joilla ei ole tehty aiemmin taimikonhoitoa. Aineisto kattoi Pohjois-Savon metsäkeskuksen alueelta 448 taimikkoa. Taimikonhoidon työajanmenekki laskettiin taimikoista mitatun taimikonhoidon poistetun puuston lukumäärän ja kantoläpimitan perusteella, eli samalla menetelmällä, joka on Suomessa käytössä taimikonhoitotyön palkkataulukossa ja työn urakkahinnoittelussa.

## Taimikonhoidon ajanmenekkiin vaikuttavat tekijät

Taimikonhoidon ajanmenekkiä selittävä malli toimii kohtuullisesti, silloin kun on kyse uudistamisketjun ensimmäisen taimikonhoidon toteutuksesta. Malli selittää jotakuinkin puolet siitä taimikonhoidon ajanmenekin vaihtelusta, joka selittyy maastomittaukseen perustuvalla arviolla. Taimikonhoidon ajanmenekkiin vaikuttivat metsikön ikä, kasvupaikka, puulaji ja kuvion pinta-ala.

**Laskentatyökalu raivaussahatyön kustannusten arviointiin**

**Kustannus- & ajanmenekkiarvio**

Ajanmenekki	1,57	pv/ha
Työn hinta	35	€/h
Kustannusarvio	411	€/ha
	616	€/Kuvio

**Kohteen tiedot**

Puulaji	2	1= Mänty 2= Kuusi 3= Koivu
Ikä	10	Vuotta (4-20)
Metsätyyppi	3	2= OMT 3= MT 4= VT
Maanmuokkaus	1	0= Muokaamaton 1= Muokkattu
Pinta-ala	1,5	Hehtaaria (0,2-10)

**Ohje:**




Laskentapohjalla voi arvioida metsikkötunnusten perusteella taimikonhoidon kustannukset kiertoajan ensimmäisestä taimikonhoidosta.

Taimikonhoidon kustannukset lasketaan ajanmenekistä muutettavan tuntikustannuksen mukaan. Työpäivän pituudeksi on oletettu 7,47 h.

Työkalu soveltuu 4-20-vuotiaiden taimikoiden hoitokustannusten arviointiin. Laskentamallin aineisto on Pohjois-Savosta, joten paras soveltuvuus on siellä. Yksittäisessä kohteessa mallin virhe voi olla suuri.

Sinisellä merkatut solut ovat muunnettavissa.

Laskentapohjan tekijä:  
 Karri Uotila  
[karri.uotila@metla.fi](mailto:karri.uotila@metla.fi)  
 Metsäntutkimuslaitos, 2014

**Kuva 2.** Taimikonhoidon kustannustasoa metsikkötunnusltaan erilaisissa taimikoissa voi arvioida netissä saatavilla olevalla laskentatyökalulla.

Etenkin kuusikoissa vanhemmat taimikot olivat selvästi hitaampia perata kuin nuoremmat; ajanmenekki nousi keskimäärin 8,2 % vuodessa (kuva 1). Vastaavasti männikoissä taimikonhoidon ajanmenekki nousi vuosittain keskimäärin 5,2 % ja lehtipuille uudistetuissa taimikoissa 3,3 %. Taimikonhoidon ajanmenekin nousu taimikoiden ikääntyessä johtui ennen kaikkea puuston järeytymisestä. Taimikonhoidon poistuman määrä ei juuri muuttunut taimikon iän muuttuessa. Kasvupaikoista nopeimmin taimikonhoito sujui puolukkatyypillä, joka oli tutkimusaineiston karuin kasvupaikka. Mustikkatyypillä aikaa kului 66 % ja käenkaali-mustikkatyypillä 114 % puolukkatyypin kohteita enemmän. Viljavalla kasvupaikalla poistumaa oli enemmän ja se oli myös järeämpää karrumpiin kasvupaikkoihin verrattuna.

Maanmuokkausmenetelmien välillä erot taimikonhoidon ajanmenekissä olivat vähäisiä. Toisaalta maanmuokkaus lisäsi taimikonhoidon poistumaa ja muokatuilla kohteilla taimikonhoidon ajanmenekki oli jonkin verran muokkaamattomia suurempi. Lisäksi suuremmat kuviot olivat pinta-alayksikköä kohden hitaampia hoitaa kuin pienemmät. Oletettavasti viereisten kuvioiden puuston reunavaikutus oli tekijä,

joka alensi pienillä kuvioilla sekä poistuman järeyttä että tiheyttä.

Taimikonhoidon työajanmenekkiä kuvaavat mallit laadittiin myös aiemmin hoidettuihin (varhaisperattuuihin) taimikoihin. Malli on kuitenkin tehoton aiemmin hoidettujen taimikoiden metsikkötunnusten vaikutusten arvioinnissa. Aiemman taimikonhoidon ajankohta on oletettavasti suurin myöhemmän taimikonhoidon ajanmenekkiin vaikuttava tekijä, mutta se ei ollut tutkimusaineistossa tarkkaan tiedossa. Siksi aiemmin hoidettujen taimikoiden osalta tulosten tulkinta on hankalaa. Ainoa johtopäätös on, että aiempi taimikonhoito näyttää selvästi alentavan myöhemmän taimikonhoidon ajanmenekkiä.

Jos taimikko oli aiemmin hoidettu, niin etenkin viljavilla kasvupaikoilla taimikonhoidon ajanmenekki oli huomattavasti hoitamattomia taimikoita alhaisempi. Esimerkiksi hoidetussa 15-vuotiaassa lehtomaisen kannan kuusentaimikossa ajanmenekki oli keskimäärin 1,3 työpäivää hehtaarilta, kun se vastaavassa hoitamattomassa taimikossa oli 2,8 työpäivää.

## Mallit kustannusarvioinnin apuvälineenä

Mallit auttavat erottelamaan taimikoita työajanmukaan metsikkötunnusten perusteella. Malleja on mahdollista hyödyntää metsänhoidon päätöksenteon apuvälineenä ja jopa tietynlaisten taimikkotyömaiden hinnoittelussa. Hinnoittelussa mallit ovat avuksi erityisesti pienialaisilla työmailla, joissa tarkemman ennakkohinnan määrittelyn kustannukset olisivat suhteettoman korkeat itse taimikonhoitotyön toteutumiseen verrattuna.

Ajanmenekkimalleja käytettäessä täytyy muistaa, että perattava puusto vaihtelee taimikoiden välillä paljon kasvupaikkatiedoiltaan identtisiltä vaikuttavilla kohteilla. Tämä tarkoittaa sitä, että yksittäisessä tapauksessa malli voi antaa huomattavasti todellisesta mitatusta ajanmenekistä poikkeavan arvon. Sen sijaan mitattaessa useita vastaavia taimikoita lähestyy kohteiden keskiarvo mallilla laskettua arvoa.

Taimikonhoidon ajanmenekkimalli on sovitettu Ms Excel -pohjaiseen laskentatyökaluun, jolla voi arvioida erilaisten taimikoiden hoitokustannuksia (kuva 2). Laskentatyökalu on saatavilla nettiosoitteesta [http://www.metla.fi/metinfo/metsanhoitopalvelut/TH\\_manuaali.htm](http://www.metla.fi/metinfo/metsanhoitopalvelut/TH_manuaali.htm)

## Kirjallisuus

Uotila, K., Saksa, T., Rantala, J. & Kiljunen, N. 2014. Labour consumption models applied to motor-manual pre-commercial thinning in Finland. *Silva Fennica* 48(2). 14 s. Saatavissa: <http://www.silva-fennica.fi/article/982>



# Palautetta omavalvonnasta

LAURI HAATAJA

KOLMEKYMMENTÄ ammattimetsuria kokoontui perjantaina 21.11.2014 Nilsin Tahkolla. Kyseessä oli Metsänhoitoyhdistys Savotan omille sopimusmetsureilleen järjestämä koulutus- ja tykypäivä. Tahko Spa:n kappelissa keskusteltiin ajankohtaisista asioista kuten uudistuvasta Kemera-laista ja työehtosopimuksesta, kuultiin luottamusmiestä ja otettiin pieni katsaus myös menneeseen. Omavalvonta-hankkeen tutkimusryhmä oli kutsuttu paikalle antamaan ja ottamaan palautetta metsurien vuosina 2012 – 2014 tekemistä omavalvontamittauksista. Sen lisäksi, että metsurit kuuluivat yhteenveitoja itse mittaamastaan työnlaadusta, pääsivät he vuorostaan kommentoimaan heille räätälöityä omavalvontamenetelmää. Tunnelma paikan päällä oli hyvä.

Mhy Savotta on ollut yhteistyökumppanina mukana Suomen metsäkeskuksen ja Metsäntutki-

muslaitoksen vetämässä omavalvonta-hankkeessa. Hankkeessa on kehitetty kaikkiin keskeisiin metsänhoidon työvaiheisiin yleiset omavalvontamenetelmät, joita on testattu yhteistyökumppaneiden työmailla. Saadun palautteen perusteella menetelmiä on paranneltu ja nyt hankkeen päättyessä niiden uskotaan olevan mahdollisimman käyttökelpoisessa muodossa. Metsurit ja konemiehet ovat järjestelmällisesti mitanneet oman työnsä laatua, verranneet mittaustulosta tavoitearvoihin ja tehneet sen perusteella korjausliikkeitä, mikäli tarvetta on ollut. Näin toimien on varmistettu laadukas työn lopputulos. Hankkeen käytännön mukaan mittaustuloksilla täytetyt omavalvontalomakkeet on toimitettu Suonenjoelle Metsäntutkimuslaitokselle, jossa tulokset on koottu, analysoitu ja koostettu kullekin toimijalle vuosittain esiteltäväksi palautepa-

ketiksi. Tahkolla vuorossa olivat Mhy Savotan metsurit, jotka ovat muutaman vuoden aikana mitanneet hankkeen lomakkeille yhteensä yli 1600 hehtaaria istutus- ja taimikonhoitoaineistoa.

## Esiin nousseita asioita

Istutuksen omavalvonnassa metsurit ovat mitanneet ja kiinnittäneet huomiota erityisesti istutustiheyteen, istutuskohdan valintaan sekä istutussyvyyteen. Istutustiheyta-voitteet vaihtelivat Savotan kuusenistutuskohteilla 1800 taimen ja 2000 taimen välillä hehtaaria kohden. Tuloksista ilmeni selvästi, kuinka tärkeä merkitys tavoitteella on työn lopputulokseen. Tiheystavoitteen ollessa suurempi myös lopputuloksena oli keskimäärin tiheämpi taimikko. Istutustiheyden vaihtelu uudistusalan sisällä kuitenkin nousi keskustelussa esiin; esimerkiksi uudistusallalla olevat mätät painaumat, kivikot, suuret ojat ja hakkuujätekasat alentavat istutustiheyttä. Maanmuokkauksen onnistuminen vaikuttaa myös istutustulokseen. Jos viljelykelpoisia muokkausjälkiä ei ole riittävästi, ei metsuri voi enää korjata tilannetta. Metsurit olivat yhtä mieltä siitä, että muokkaamattomaan maahan tainta ei pitäisi istuttaa esimerkiksi tukkimiehen-täivaaran takia. Istutussyvyyksissä



**Kuva 1.** Ajoissa tehdyillä taimikonhoitokohteilla myös omavalvontamittaus on helppoa ja nopeaa. (valokuva Jouni Hurskainen)



oli myös hieman vaihtelua. Eräs kommentti kuuluikin: ”*Jos istutusmätäs on liian korkea, on normaaliiväljineillä vaikea saada taimi riittävän syvälle. Silloin voi joutua istuttamaan mättään reunaan, jolloin taimi taas saattaa päätyä melko pintaan.*”

Taimikonhoidon omavalvonnassa mitattavat asiat ovat olleet kasvamaan jätetyn puuston tiheys hehtaarilla sekä jäävän puuston pituus ja rinnankorkeusläpimitta. Poistumaa on mitattu työvaikeus-tekijöiden selvittämiseksi. Taimikonhoidon omavalvonta herättikin keskustelua. Metsurit tiedostavat, että tärkeintä on kontrolloida, mitä jää kasvamaan, ja sen mittaaminenkin onnistuu verrattain helposti. Sen sijaan varsinkin vaikeilla kohteilla, jossa taimikonhoito on myöhästynyt, kantojen laskenta on haastavaa: ”*Kantoja syntyy joskus todella paljon ja osa voi jäädä piiloon kaadettujen runkojen alle.*”

## Oma-**valvonta osana organisaation työnlaadun hallintaa**

Oma-**valvonnasta** saadaan irti eniten hyötyjä, kun se nähdään osana oman toiminnan kehittämistä. Keskiössä on yhteinen käsitys siitä, mitä on hyvä laatu ja miten siihen päästään. Oma-**valvontatietoja** pitää pystyä lisäksi hyödyntämään mahdollisimman monella tavalla. Kun metsässä töitä tekevä henkilö tietää, mitä häneltä odotetaan, on oma-**valvonnalla** helppo tarkistaa, vastaako työnjälki odotuksia. Toki tavoitteeseen pääsy ei aina ole mahdollista, eikä se välttämättä johdu työntekijästä. Tällöin oma-**valvontatuloksen** lisäksi kohteen tietoihin voidaan lisätä huomioita työn tekemiseen vaikuttaneista työntekijästä riippumattomista tekijöistä. Oma-**valvonnalla** pyritään myös tasoittamaan vaihtelua laadussa; toisin

sanoen karsimaan ääritapauksia. Tästä seuraa työn laadun yleinen paraneminen, josta suurimman hyödyn saa lopulta työn tilaaja eli metsänomistaja.

Laadun seurannalla ja säännöllisillä palautetilaisuuksilla on havaittu olevan myönteisiä vaikutuksia toimintaan. Jo pelkkä tieto siitä, että laatua seurataan ja oma-**valvontamittauksia** hyödynnetään, saa herkästi aikaan kierteen, josta kaikki hyötyvät. Palautetilaisuuksissa tuloksia ja niiden muutoksia on yleensä tarkasteltu ja vertailtu korkeintaan toimihenkilöalueen tarkkuudella, mutta tilaisuuksien jälkeen metsurit ja konemiehet ovat usein olleet kiinnostuneita kuulemaan lisää myös henkilökohtaisista tuloksistaan. Mhy Savotan kenttäpäällikkö Jukka Haataja on ollut tyytyväinen oma-**valvonnasta** saatuihin kokemuksiin ja tuloksiin: ”*Oma-**valvonta** jatkuu.*”, hän totesi yksiselitteisesti.

**Taulukko 1.** Mitä oma-**valvonnassa** mitataan ja miksi.

Työlaji	Mitä mitataan?	Miksi mitataan?
Istutus	Istutustiheys (taina /ha)	Riittävän suuri istutustiheys (kuusella 1800 – 2200 tainta/ha) turvaa kehityskelpoisen puuston määrän läpi myöhempien metsänhoitovaiheiden. Taimien luontaista kuolemaa esiintyy poikkeuksetta.
	Istutusyyvyys (cm)	Mättäeseen istuttaessa taimen juuripaakun pitäisi päätyä tarpeeksi syvälle mättään sisällä olevaan humuskerrokseen. Humuskerroksessa on ravinteita, se tasaa kosteus- ja lämpötilaolosuhteita. Syväistutus vähentää myös routimisvaurioita.
	Istutustaimen etäisyys muokkaamattomasta maasta (cm)	Tukkimiehentäituhot ja pintakasvillisuuden taimelle aiheuttamat haitat ovat suurimmillaan muokkaamattomassa maassa. Tuhoriski pienenee mitä enemmän taimen ympärillä on muokkauksessa paljastunutta kivennäismaata.
Taimikonhoito	Maan tiivistäminen taimen ympäriltä	Istusukohta tulee tiivistää polkaisemalla kevyesti maata taimen ympäriltä. Taimella on tällöin tukeva kasvualusta ja juuristosta haihtuu vähemmän vettä.
	Kasvamaan jätetty puusto (runkoa/ha)	Taimikonhoidossa kasvatettavan puulajin runkoluku säädellään halutulle tasolle. Oikeassa tiheydessä kasvava taimikko hyödyntää maaperän ravinteisuuden maksimaalisesti ja tuottaa laadukasta puuainesta.
	Kasvamaan jätetyn puuston pituus (m) ja rinnankorkeusläpimitta (cm)	Kasvatettavan puuston koko määrittää jäävän puuston tiheyden.
	Poistettu puusto (kantoja/ha) Poistetun puuston kanto- läpimitta (cm)	Poistetun puuston määrä (syntyneet kannot) ja koko (sahattujen kantojen keskiläpimitta) määrittävät työn vaikeuden, joka voidaan ottaa huomioon esimerkiksi työn hinnoittelussa ja maksettavassa Kemerassa.



# Koivun siemen puhaltamalla puhtaaksi

KATRI HIMANEN JA PEKKA HELENIUS

Koivu kuuluu ns. koppisiemenisiin lajeihin, joten sen siemen eroaa rakenteeltaan paljassiemenisiin lajeihin kuuluvien männyn ja kuusen siemenestä. Siementen eroista johtuen myös koivun siemenen keräys, karistus ja puhdistus eroavat havupuista. Siinä missä alkuksyllä kerättyä männyn käpyä voi joutua karistamaan yli kaksi vuorokautta välikasteluineen, koivun kypsä eminorkko luovuttaa lenninsiivelliset siemenet helposti karistajalleen. Kaupan päällisenä mukaan tulevat kuitenkin myös eminorkkosuomut, joita puhdistamattomassa siemenessä voi olla painoon ja tilavuuteen nähden enemmän kuin siemeniä. Kooltaan ja painoltaan eminorkkosuomut ovat lähellä lenninsiivellisiä siemeniä, joten siemenen puhdistus on työlästä ja aikaa vievää puuhaa. Pienet siemenet puhdistetaan yleensä käsin seulomalla.

Koivun vuotuinen viljelymäärä on marginaalinen mäntyyn ja kuusen verrattuna, minkä takia myös siementarve on vähäinen. Grammassa koivun siementä on noin 5000 yksilöä, joten isollakaan taimitarhalla siementä ei kiloissa laskettuna kulu paljon. Koivun siemen säilyttää pakkasvarastossa hyvin itävyytensä useita vuosia, joten sitä ei välttämättä tarvitse myöskään tuottaa vuosittain. Koivun siemenen karistus ja puhdistus eivät em. syistä johtuen ole samalla tavalla rutiinitoimenpiteitä kuin männyllä ja kuusella.

Taimitarhoilla yleistynyt koneellinen koivun kylvä edellyttää siemenen pilleröintiä. Tätä varten koivun siemenistä tulisi saada myös lenninsiivet poistettua.

## Jyvät erilleen ”akanoista”

Markkinoilla on olemassa paljon erilaisia ja erikoisia, puhallusilmaan perustuvia lajittelijoita epäpuhtauksien erotteluun siementen joukosta. Puhallusilmalajittelijan toimintaperiaate on yksinkertainen ja pitkään tunnettu; nousevassa ilmavirtauksessa kevyt aines (roskat, tyhjat siemenet tms.) leijailee korkeammalle kuin niitä painavimmat täydet siemenet. Nousevaan ilmavirtaukseen perustuva siementen puhdistus lienee jossain muodossa käytössä kaikilla käpykaristamoilla sekä meillä että maailmalla. Ilmavirtaus saadaan aikaan joko puhaltimella tai imurilla ja lajittelija on usein sijoitettu seulaston jälkeen. Maataloudessa em. puhdistusmenetelmä on käytössä



**Kuva 1.** Puhallusilmalajittelija puhdistamassa koivun siemeniä. Puhdistamaton siemen laitetaan putken alapäässä olevaan astiaan, jonka yläosa on avoin ja pohja tiheää mesinkiverkkoa. Kaapin sisällä oleva sähkömoottorin pyörittämä keskipakopuhallin puhalttaa ilmaa verkon ja sen päällä olevan siemen- ja eminorkkomassan läpi. Eminorkkoja kevyemmät siemenet leijailevat putkessa korkeammalle ja putoavat lopulta putken molemmilla sivuilla oleviin keräimiin. Puhalluksen voimakkuutta säädetään putken yläpäässä olevan poistoilma-aukon kokoa muuttamalla (valokuva Pekka Helenius)

mm. leikkuupuimureissa ja viljan-kuivaamoissa.

Suonenjoella puhallusilmalajittelijaa (South Dakota Seed Blower) kokeiltiin menestyksellisesti koivun siementen erotteluun eminorkkosuomuista (kuva 1). Koska koivun siemenet ovat hieman kevyempiä kuin eminorkkosuomut, lajittelija toimi käänteisesti eli puhalsi lenninsiivelliset siemenet eminorkkosuomuja korkeammalle, josta ne putosivat putken sivulla oleviin irrotettaviin keräimiin (kuva 2). Puhaltimen sähkömoottori pyöri vakiokierroksilla ja puhalluksen voimakkuutta säädettiin putken yläpäässä olevan poistoilma-aukon kokoa muuttamalla. Lajitteluprosessin säätötarve voitiin arvioida helposti ja nopeasti, koska lajittelijan putkisto on tehty kokonaisuudessaan läpinäkyvästä muovista. Säädön merkitys korostuu etenkin silloin, kun eroteltavat materiaalit ovat kooltaan ja painoltaan lähellä toisiaan. Poistoilma-aukon alapuolella on tiheä messinkiverkko, joka estii siemeniä lentämästä ulos putkesta. Muovin haittapuolena on staattinen sähkö, minkä seurauksena osa lenninsiivellisistä koivun siemenistä tarttui kiinni putken sisäseinämiin. Ongelma on pahin silloin kun ilman suhteellinen kosteus on alhainen, esimerkiksi kovalla pakkasella. Ongelmaa voi helpottaa käsittelemällä putkiston sisäosat antistaattisella sprayllä. Kerrallaan lajittelijaan voi laittaa noin 10 g puhdistamatonta siementä. Liian suuri määrä pidentää puhdistukseen tarvittavaa aikaa ja vähentää lajittelun tarkkuutta. Kapasiteettinsa puolesta laite onkin tarkoitettu lähinnä laboratoriokäyttöön, mutta soveltunee ainakin koivulla myös pienten tuotantoerien puhdistamiseen. Puhaltimien hinnat liikkuvat 1000–2000 € välillä.

Puhallusilmalajittelijan toimintaperiaate ja rakenne on hyvin yksinkertainen, joten sen voi tarvittaessa vaikka rakentaa itse. Maatiloilla mm. lehtipuhaltimia

on viritetty viljan puhdistukseen siirron yhteydessä samalla periaatteella.

## Lenninsiivet myös

Koivun taimituotannossa on pääosin siirrytty perinteisestä, mutta työläästä hajakylvöstä ja sirkkaimien priklauksesta pilleröidyn siemenen koneelliseen kylvöön suoraan kasvatusarkkiin. Ainakin osa siementen pilleröintiä tekevistä yrityksistä vaatii roskattomuuden lisäksi lenninsiivetöntä siemenmateriaalia. Siementen joukossa olevat roskat pilleröityvät prosessissa siementen tavoin, eikä niitä pysty sen jälkeen erottelemaan oikeiden siementen joukosta. Suonenjoen siemenlaboratoriossa lenninsiivet poistetaan yksinkertaisesti: roskatonta siementä kaadetaan kangaspussiin ja pussia hierotaan käsin. Kun lenninsiivet ovat murtuneet ja irronneet siemenen ympäriltä, erä käsitellään jälleen puhaltimella. Tällä kertaa roskat eli lenninsiivet leijailevat keveinä putkea ylös keräimiin ja puhdas siemen jää puhaltimen alaosaan (kuva 3). Kerralla pussiin on laitettu 5–10 g puhdistettua siementä, joten suurien tuotantomääriä varten menetelmää pitää kehittää edelleen.

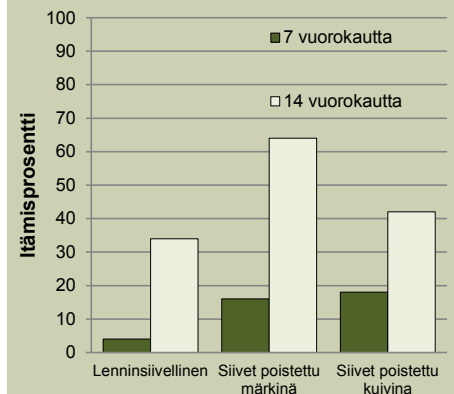
Käsin tehtävän lenninsiipien poiston vaikutusta itävyyteen on myös kokeiltu siemenlaboratoriossa pienellä aineistolla. Yllättävää kyllä, lenninsiipien mekaaninen poisto ei ole heikentänyt itävyyttä, vaan päinvastoin parantanut sitä (kuva 4). Tulos voi selittyä sillä, että lenninsiipien poiston aiheuttamat pienet murtumat siemenkuoressa parantavat alkion hapensaantia ja sitä kautta itävyyttä. Liian kovakouraista hierontaa on kuitenkin syytä välttää ja asian varmistamiseksi menetelmää pitäisi testata useammalla siemenereällä. Lenninsiipien poistossa kannattaneekin ensin käsitellä pieni koe-erä ja tarkistaa itävyys ja siementen muukunto vahinkojen välttämiseksi.



**Kuva 2.** Puhallusilmalajittelijalla puhdistettua koivun siementä. (valokuva Pekka Helenius)



**Kuva 3.** Koivun siementä, josta lenninsiivet on poistettu hankaamalla niitä käsin kangaspussissa ja käsittelemällä kangaspussin sisältö sen jälkeen puhallusilmalajittelijalla. (valokuva Pekka Helenius)



**Kuva 4.** Lenninsiipien poiston vaikutus rauduskoivun siementen itävyyteen. Idätys tehtiin 20 °C:ssa petrimaljalla imupaperin päällä.

## Puhallusilmalajittelijoiden valmistajia / markkinoijia

Seedburo Equipment Company USA  
Seed Processing Holland Hoffman Manufacturing USA  
Westrup A/S Denmark





# METLAn Suonenjoen toimipaikassa investoitu taimitutkimukseen ja –tuotantoon EAKR-hankerahalla

Suonenjoen toimipaikassa on kuluvana vuonna tehty merkittäviä investointeja taimituotantotekniikkaan ja taimitutkimukseen pääosin Euroopan aluekehitysrahaston rahoituksella.

Hankintojen tavoitteena on tukea tutkimuksia, joilla voidaan entistä paremmin vastata alan erilaisiin tietotarpeisiin. Uuden tutkimuslaitteikannan toivotaan myös edistävän toimipaikan verkottumista ja lisäävän tutkimusyhteistyötä koti- ja ulkomaisten tutkimusryhmien kanssa.

Investoinnit luovat myös entistä paremmat puitteet tutkimustaimitarhalla tehtävään tiedonsiirtoon ja muulle taimituotantoon liittyvälle opetus- ja kurssi-toiminnalle.

Tutkimuskäyttöön hankituilla kasvatuskaapeilla on mahdollista säätää taimien kasvatusolosuhteita lämpötilan, ilman suhteellisen kosteuden ja valomäärän suhteen. Tavanomaisten kasvatusvalojen lisäksi kaapeissa on LED-valot. Hankittujen LED-valojen erikoisominaisuutena on niissä oleva mahdollisuus säätää valon aallonpituuksia ja intensiteettiä portaattomasti. Valon eri aallonpituuksien vaikutukset kasveihin on uusi tutkimusala ja toistaiseksi puuvartisilla kasveilla tehtyjä raportteja aiheesta on vähän.

LED-valoilla on löydettävissä sovelluksia myös taimituotannossa. Taimien kasvurytmiä voidaan tut-

**Kuva 1.** Kasvatuskaapeissa LED-valojen aallonpituutta ja määrää voidaan säätää portaattomasti. (valokuva Pekka Voipio)



kia entistä tarkemmin käyttämällä valittuja valon eri aallonpituuksia. Samoin LED-valoista odotetaan apua taimien kasvun suuntaamiseen, kuten pituus- ja paksuskasvun säätelyyn.

Kasvatuskaapeissa on myös mahdollista tutkia suljetussa ja kontrolloidussa tilassa taimien taudin- ja tuhonaiehtajia. Suonenjoen toimipaikan kasvipatologian laboratoriossa tehdään vieraslajeihin liittyvää tutkimusta, jolloin olosuhdekaapit soveltuvat patogeenisillä vieraslajeilla tehtäviin taimien altistuskokeisiin.

Taimitarhalla yksi tuotantomuovihuone on varustettu uusilla mittalaitteilla. Taimien kasvuolosuhteita voidaan seurata monipuolisesti jatkuvatoimisilla mittaustureilla, joista mittaustulokset siirtyvät automaattisesti tutkijoiden käyttöön.

Muovihuoneen ilmasta ja taimikasvustosta voidaan mitata mm. lämpötilaa, suhteellista kosteutta, pintakosteutta sekä hiilidioksidin ja säteilyn määrää. Kasvualustasta seurattavia tietoja ovat johtokyky, kosteus sekä happipitoisuus. Lisäksi kasvatuskennostojen haihdunnan seuraamista varten on rakennettu punnitukseen perustuva järjestelmä, joka mittaa jatkuvatoimisesti taimikennoston painon vaihtelua.

Taimituotantoa varten on uusittu paakkutaimien täyttö- ja kylvölinja. Uudessa linjastossa on kiinnitetty huomiota tutkimuksen tarpeisiin, kuten mahdollisuuteen kylvää pieniä siemeneriä ja käyttää erilaisia kasvatusalustoja.

Taimitarhalle on lisäksi hankittu uusi lyhytpäiväkäsittelylaitteisto. LP-alue on osastoitu, jolloin kolmessa eri osastossa voidaan käyttää eripituisia pimennysjaksoja.

Taimikasvatusta haittaavien kevät- ja syyshallojen hallintaan sekä aiheeseen liittyvän tutkimuksen avuksi on uusittu hallahälytysjärjestelmä ja hankittu lämpökamera.

Investointeihin on käytetty kaikkiaan 610 000 euroa. Päärahoitus tulee Pohjois-Savon Liiton kautta ja sen lisäksi hanke on saanut merkittävää tukea Metsäntutkimuslaitokselta. Suonenjoen kaupunki on myös myöntänyt tukea.



**METLA**



Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahast

# Julkaisusatoa



## VÄITÖSKIRJA RUOTSISTA KONEELLISESTA METSÄNISTUTUKSESTA

Ersson, B. T. 2014. Concepts for mechanized tree planting in Southern Sweden. Doctoral thesis no. 2014:76. Faculty of forest sciences. SLU.

Lokakuun 10. päivä Uumajassa väitteli Back Tomas Ersson koneellisesta istutuksesta Etelä-Ruotsin olosuhteissa. Hänen väitöskirjansa käsitteli koneistutuksen tuottavuuden nostamista taimilogistiikkaa, peruskonetta, istutuslaitetta ja taimien syötön automatisointia kehittämällä. Kuten Suomessa, myös Ruotsissa koneistutuksen laadun on todettu olevan hyvä, mutta tuottavuudessa ja sitä kautta kustannustehokkuudessa olisi vielä kehitettävää verrattuna erilliseen maanmuokkaukseen kaivinkoneella ja käsinistutukseen.

### Väitöskirjan osajulkaisut käsittelivät:

- 1) taimilogistiikan kehittämistä koneelliseen istutukseen  
Ersson, B. T., Bergsten, U. & Lindroos, O. 2011. The cost-efficiency of seedling packaging specially designed for tree planting machines. *Silva Fennica* 45(3): 379-394.
- 2) yksi- ja kaksipuomisen istutuskoneen simuloitua tuottavuutta  
Ersson, B. T., Jundén, L., Bergsten, U. & Servin, M. 2013. Simulated productivity of one- and two-armed tree planting machines. *Silva Fennica* 47(2), article id 958. 23 s.
- 3) monipuomisen istutuslaitteen simuloitua tuottavuutta  
Ersson, B. T., Jundén, L., Lindh, E. M. & Bergsten, U. 2014. Simulated productivity of conceptual, multi-headed tree planting devices. Hyväksytty julkaistavaksi sarjassa: *International Journal of Forest Engineering*.
- 4) taimien syötön automatisointia Bracken MagMat-istutuslaitteella  
Ersson, B. T., Bergsten, U. & Lindroos, O. 2014. Reloading mechanized tree planting devices faster using a seedling tray carousel. *Silva Fennica* 48(2), article id 1064. 14 s.

Ensimmäisessä julkaisussa verrattiin kahden olemassa olevan (kasvatuskenno ja pahvilaatikko) ja kahden istutuskoneelle suunnitellun (taimien sitominen yhteen

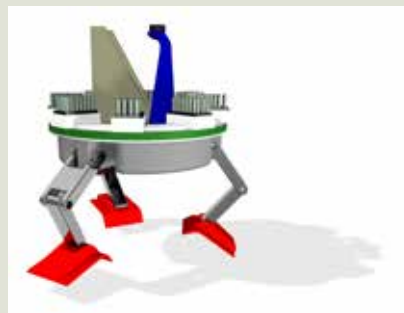
ja kontti) taimipakkausvaihtoehdon vaikutuksia koneellisen istutuksen kustannuksiin. Tulokset osoittivat, että nykyisillä istutuskoneiden määrällä koneille suunnitellut pakkausvaihtoehdot ovat nykyisin käytössä olevia kalliimpia. Kustannustehokkain tapa taimilogistiikkaan oli taimien kuljettaminen kasvatuskennoissa.

Toisessa ja kolmannessa julkaisussa simuloinnin avulla selvitettiin lisäksi puomien lukumäärän (yksi tai kaksi) tai istutuslaitteessa olevien istutusyksiköiden lukumäärän (1–4) lisääminen koneellisen istutuksen tuottavuutta nykyisestäään. Simuloinnissa käytettiin apuna maastomallia, jossa kantojen, juurien, kivien määrää ja kokoa sekä humuskerroksen paksuutta voitiin vaihdella ja näin muodostaa vaikeusasteeltaan erilaisia istutuskohteita. Toisen puomin lisääminen ei tuloksien mukaan ollut tehokasta, mutta puomin päässä olevien yksiköiden lisääminen vastaavasti kasvattaisi tuottavuutta. Kuitenkin, maaston työvaikeustekijät huomioiden, optimaalisin vaihtoehto olisi neljän istutuspään sijasta kolme (kuva 1). Nämä kolme istutus-päätä olisivat lähellä toisiaan ja istutustaimien tilajärjestyksestä muodostuisi hieman ryhmittäinen.

Viimeinen artikkeli käsitteli Bracke-istutuslaitteelle kehitettyä taimien automaattisyöttölaitetta, Magmatia. Siihen taimet ladataan yhteensä kahdeksassa Hiko v93 kasvatuskennoissa, yhteensä 320 tainta. Tuloksien mukaan taimien lataaminen kennoissa oli kaksi kertaa nopeampaa kuin yksitellen käsin lataaminen, nostoen koneellisen istutuksen tuottavuutta 8–9 %.

Kokonaisuudessaan väitöskirja tarjoaa tietoa koneellisen istutuksen tuottavuuden nostamisesta teknisillä ratkaisuin. Todennäköisin seuraava askel istutuskoneiden kehittämisessä lienee taimien syötön automatisointi, tätä kehitystyötä tehdään Ruotsin lisäksi myös Suomessa. Johtopäätöksenä voidaan todeta, että teknisillä parannuksilla koneellisen istutuksen tuottavuutta on mahdollista nostaa ja nykyisiä koneita kannattaa kehittää. Näin saadaan toivottua tuottavuutta ja siten kustannustehokkuutta koneelliseen istutukseen.

**Kuva 1.** Kolmepäinen istutuslaite, joka väitöskirjan mukaan olisi optimaalisin ja nostaisi koneistutuksen tuottavuutta. (kuva Rikard Wennberg)



## TAIMIEN SYÖTÖN AUTOMATISOINTI UUDELLA RISUTEC APC -ISTUTUSKONEELLA

Laine, T. & Saarinen, V-M. 2014. Comparative study of the Risutec Automatic Plant Container (APC) and Bracke planting devices. *Silva Fennica* vol. 48 no. 3 article id 1161.

Uudessa Risutec Oy:n ja UPM Metsän yhteistyönä kehittämässä istutuslaitteen prototyyppissä, taimien käsin lataamiseen kuluva aikaa on pyritty vähentämään taimien automaattisella syöttö-

laitteella (kuva 1). Risutec APC -istutuslaitteeseen (Automatic Plant Container) taimet lastataan kuudessatoista BCC:n Plantek81-kasvatuseroissa kahteen kerrukseen, yhteensä 1296 tainta. Risutec APC-istutuslaitteen työn tuottavuuden ja laadun selvittämistä varten toteutettiin vertaileva aikatuutkimus tällä hetkellä käytetyimmän Bracken istutuslaitteen kanssa. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää istutuskoneiden työn tuottavuus, työajanjakauma ja istutustyön laatu. Lisäksi koneille laadittiin kustannuslaskelmat. Tämän lisäksi kustannuslaskelma tehtiin myös

Bracke-istutuslaitteelle, johon kuviteltiin varusteeksi taimien automaattinen syöttölaite.

Risutecin tehoajan tuottavuus (196 tainta tunnissa) jäi vertailussa mukana olleelle Brackelle 19,7 % (244 tainta tunnissa). Molemmat kuljettajat saivat korkeammat tuottavuudet koneilla, joita olivat käyttäneet aikaisemmin. Risutecilla lähinnä syöttölaiteesta johtuvien keskeytyksien osuus oli 17,6 %, mikä laski käyttöajan tuottavuuden 163 taimeen tunnissa. Istutustyön laatu oli molemmilla koneilla hyvä. Matalamman tuottavuuden takia Risutecin yksikkökustannukset olivat 39,1 % korkeammat (0.39 €/

**Kuva 1.** Risutec APC-istutuslaite. Taimennoutaja (A) noutaa yhdeksän tainta kerralla siirtäen ne välisyöttimeen (B), josta taimet istutetaan yksitellen. Seitsemännen istutetun taimen jälkeen alkaa uusi työkierto, kun noutaja lähtee hakemaan uusia taimia välisyöttimeen ladattavaksi. Yhdeksännen istutetun taimen jälkeen syötin palaa noutamaan uutta yhdeksän taimen erää. Kun välisyötin palaa noutamaan taimia, on mahdollista tehdä muita työvaiheita (kuten muokata maata), mutta noutajan laskiessa taimia syöttimeen, istutuslaite on pidettävä paikallaan. (valokuva Tiina Laine)





taimi) kuin Bracken (0,28 €/taimi). Kuvitteellisen automaattisyöttölaitteella varustetun istutus-koneen yksikkökustannukset olivat puolestaan 4,7 % matalammat kuin Bracken (0,27 €/taimi).

Risutecin APC-istutuslaite ei tuonut toivottua tuottavuuden nousua eikä kustannussäästöjä verrattuna nykyisin käytössä oleviin istutuslaitteisiin. Risutec APC:n syöttölaitteen toimintatapa aiheuttaa istutustyöhön pieniä keskeytyksiä. Taimien noudon aikana on mahdollista tehdä pelkkiä mättäitä, mutta taimien laskuvaiheessa laite on pidettävä paikallaan ja muuta työtä ei voida tehdä. Risutecia aikaisemmin käyttänyt kuljettaja osasi hyödyntää taimien

noutoon kuluvan ajan mätästyksestä, ja pääsi näin kohtuulliseen tuottavuuteen. Kuljettajalla, mutta myös työtekniikalla, on suuri merkitys työn tuottavuuteen, siksi hyvä perehdytys uuden koneen käyttöön otossa onkin ensiarvoisen tärkeää.

Risutecin yhtenä heikkoutena oli myös taimilogistiikka. Taimia ei voitu lastata koneeseen suoraan kasvatuskennoissa, vaan kuljettajan oli ensin irrotettava juuripakut taimen irrottajan avulla. Irrotusta ei voi tehdä taimitarhalla, koska taimet ehtivät kiinnittymään uudelleen kasvatuskennoihin lyhyissäkin varastoinneissa. Lisäksi taimien kuljettaminen kasvatuskennoissa ei ole yhtä kustannuste-

hokasta kuin esimerkiksi ritiläpohjaisissa laatikoissa.

Tulokset osoittivat sen, että toimintavarma automaattisyöttölaite olisi kannattava investointi nykyisiin istutuslaitteisiin. Risutec APC:n syöttölaite vaatii kehitystyötä toimintavarmuuden parantamiseen ja taimien noudon nopeuttamiseen. Tulevaisuudessa mahdollisen jatkuvatoimisen istutuskoneen kehitystyössä automaattisyöttölaitteen merkitys korostuu entisestään, koska koneen tuottavuus olisi moninkertainen nykyisin käytössä oleviin koneisiin verrattuna. Myös syöttölaitteen pitää tällöin toimia Risutec APC:n syöttölaitteesta poiketen keskeytyksettä ja samalla toimintavarmasti.

# Metsätaimitarhapäivät 2015

**Aika: 20.-21.1.2015**

**Paikka: Kylpylähotelli Peurunka, Laukaa**

- Taimituottajien puheenvuoro ja ajankohtaista Kekkilästä
- Metsälain vaikutukset viljelymääriin sekä metsänkasvatuksen menetelmät ja kannattavuus
- Koneellinen metsänistutus -hankkeiden tuloksia
- Kuusen paakutaimien juuriston kehitys
- Kuusen kasvullinen lisäys
- LED-valot kuusen ja männyn taimien kasvatuksessa
- Rikkakasvihankkeen tuloksia ja kasvinsuojelun kuulumiset
- Maanmuokkaus ja tukkimiehentäituhot
- Itä- ja keskieurooppalaisten kuusialkuperien menestyminen Etelä-Suomessa ja havaintoja mustakorosta
- Kuusen ja männyn kirjaviiden siemenerien itäminen
- Siemenviljelysten tilannekatsaus

Valmis ohjelma laitetaan Metlan www-sivuille:  
<http://www.metla.fi/metinfo/taimitieto/taimi-ajankohtaista.htm>

Tiedustelut: Pertti Utriainen, Kekkilä Oy, p. 0207906598; [pertti.utriainen@kekkila.fi](mailto:pertti.utriainen@kekkila.fi) ja  
Marja Poteri, p. 050- 391 4853; [marja.poteri@metla.fi](mailto:marja.poteri@metla.fi)

# PUUPELLON KUPLETTOSALITY

PUUPELLON KYLÄSSÄ VILJELEVÄT HUUMORIA SUSIPARI NIILO NÄRE JA TAIMI PAAKKUNAINEN

