



METLA  
**TAIMI  
UUTISET**

*numero 4/2013*

**Metsänhoidon  
koneellistamisen  
teemanumero**

**Konenäkö  
ja muut  
innovaatiot**

**Koneellisen  
taimikonhoidon  
kausihyödyt**

**Konetyön  
kysynnän  
pullonkaulat**



**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.  
33101 Tampere

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

**TOIMITTAJA**

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

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

**TAITTO**

Metla/Essi Puranen

**KANSIKUVA**

Metla/Ville Kankaanhuhta

**TILAUKSET**

Tilaushinta vuodeksi 2014 on 35 euroa +  
9 % ALV. Taimiutiset ilmestyy neljä  
kertaa vuodessa. Tilaukset toimittajalta tai  
verkkolomakkeella  
www.metla.fi/taimiutiset/  
taimiutiset-tilaus.htm

**JULKAISIJA**

Metsäntutkimuslaitos  
Itä-Suomen alueyksikkö/ Suonenjoki

ISSN 1455-7738

ISSN 2242-9395 (verkkójulkaisu)

Kopijyvä Oy, 2013

**Aineisto lehteen**

Kevät 21.2.  
Kesä 5.5.  
Syksy 29.8.  
Talvi 28.11.

**Ilmestyy**

24.3.  
2.6.  
29.9.  
29.12.



**6** Mikä lisääsi konetyön  
kysyntää?

**KIRJOITTAJIEN YHTEYSTIEDOT**

Heikki.Hyyti@aalto.fi  
teemu.t.kemppainen@aalto.fi  
Otaniementie 17, Espoo  
PL 15500, 00076 Aalto

Timo.Korhonen@taimitarhatimokorhonen.fi  
Kangaslahdentie 200  
73990 KANGASLAHTI

Kari Kuru  
Röykynmäentie 5  
45370 VALKEALA

Heidi.Hallongren@metla.fi  
Ville.Kankaanhuhta@metla.fi  
Tiina.Laine@metla.fi  
Johanna.Riikonen@metla.fi  
Veli-Matti.Saarinen@metla.fi  
Ohto Salo  
Karri.Uotila@metla.fi  
Metsäntutkimuslaitos  
Itä-Suomen alueyksikkö  
Juntintie 154  
77600 SUONENJOKI

Harri.Savonen@pkky.fi  
Pohjois-Karjalan ammattiopisto Valtimo  
Metsurintie 2A  
75700 VALTIMO



**18** Ruotsalaisilta ideoita  
metsänhoitoon

**24** Onnistuuko taimien kasvatus  
"kaksivuotiaiksi" yhdessä vuodessa?

## Sisällys

Kausiyödyistä lisätua metsänhoidon koneellistamiseen — "metsurit talvella pilkillä ja korjuukonekuljettajat kesällä ongella hyvään työaikaan" .....	4
<i>Kari Kuru</i>	
Kohti koneellista metsänhoitoa — missä ovat suurimmat pullonkaulat? .....	6
<i>Heidi Hallongren</i>	
Konenäöllä kohti jatkuvatoimista koneistutusta .....	9
<i>Veli-Matti Saarinen, Heikki Hyyti ja Teemu Kemppainen</i>	
Tehokkuutta taimikonhoitoon työn ajoituksella ja koneellistamisella.....	12
<i>Karri Uotila</i>	
Varhaisperkauksen tarve arvioitavissa jo 4-vuotiaista kuusentaimikoista .....	14
<i>Karri Uotila</i>	
Tuote-esittely: uusi pakkauslaite irrottaa taimet kahdesta kennostosta kerrallaan .....	17
Ideoita metsänhoidon palvelutuotantoon — mitä Ruotsissa on kehitteillä? .....	18
<i>Ville Kankaanhuhta</i>	
Koneellisesta metsänhoidosta ensimmäinen oppikirja ja koulutusmateriaalia .....	22
<i>Harri Savonen</i>	
Lyhytpäiväkäsittelyn käyttö "2-vuotiaiden" kuusentaimien kasvattamiseen vuodessa vaatii lisätutkimuksia .....	24
<i>Ohito Salo ja Johanna Riikonen</i>	
Julkaisusatoa.....	26

# Kausihyödyt lisäetua metsänhoidon koneellistamiseen

— "metsurit talvella pilkillä ja korjuukonekuljettajat kesällä ongella hyvään työaikaan"

KARI KURU

METSÄNHOIDON KONEELLISTAMINEN ei lähtenyt käyntiin hakkuun koneellistamisen kanssa. Tai juuri siitä syystä. Hakkuukoneet vapauttivat metsureita metsänhoitotöihin, eli ei ollut tarvetta nostaa tuottavuutta metsänhoidossa. Toisaalta metsänhoidon koneellistaminen on paljon vaikeampi toteuttaa. Kun hakkuussa kone käsittelee päivän aikana jopa 400 tonnia puutavaraa, niin koneistutuksessa päivän taimet painavat alle 200 kg. Taimikonhoidossa koneen täytyy käsitellä jopa 50 000 runkoa päivässä, kun taas hakkuussa se on 1000 rungon luokkaa. Näkyvyys on taimikonhoidossa heikko, ainakin toistaiseksi. Ratkaisua tähän asiaan haetaan kameratekniikasta ja liikkeitä automatisoimalla.

Aikoinaan "Serlan" istutuskone oli ehkä aikaansa edellä liian paljon ja liian hyvällä tuottavuudella. Muokaus ja koneistutustaimet eivät vain olleet silloin oikealla tasolla. Kyseinen istutuskone jäi liian korkeaksi "rimaksi" kehittää konemenetelmiä metsänhoitoon. Se lamaanutti kehittä-

tämisen ja on ollut näihin päiviin asti jarruna. Metsänhoitokoneiden ei tarvitse korvata kuin reilun kaksi metsuria työpäivässä, jotta konetyö on kilpailukykyinen perinteisiin menetelmiin verrattuna. Tietenkin urakoitsija itse ratkaisee, mikä on koneen järkevä investointiarvo.

## Kausihyödyt suuret koneellisessa taimikonhoidossa

Kausihyödyn hyödyntäminen on parhaimmillaan koneellisessa taimikonhoidossa, kun käytetään puunkorjuun peruskoneita taimikonhoidon lisälaitteiden kanssa. Tällä hetkellä kitkennän ja varttuneen

taimikon lisälaitteet ovat erittäin edullisia ja toimintavarmuus hyvä verraten yleensä puunkorjuussa käytettyihin työlaitteisiin. Karkeasti ottaen metsäkoneiden taimikonhoidon lisälaitteet maksavat 6000–18000 euroa. Halvimmat laitteet ovat varttuneen taimikon koneperkauksessa ja kitkennässä hieman kalliimpia.



Selvitysten mukaan Suomessa on n. 3000 korjuukonetta, joista n. 1000 on osan aikaa vuodesta ilman työtä. Tämä aiheuttaa yrittäjien työntekijöille lomautustarvetta merkittävässä määrässä. Osa-aikainen työ aiheuttaa kuljettajien vaihtuvuutta sekä myös alalta pois siirtymistä. Myös kiinteät kustannukset nousevat.

Kevyempi työ korjuukoneilla jatkaa niiden käyttöikä, eli tavallaan koneen elinkaaren toisessa päässä se on kierrätystä. Vajaatyöllistetyissä metsäkoneissa on iso potentiaali käyttää metsänhoitotöissä. Esim. Metsätehon katsauksessa 1/2005 on arvioitu hakkuukoneen lisätyöllistämisen etuja. Tällä tavalla alueen hakkuukonekalustoa voidaan työllistää vuoden aikana tasaisemmin. Lisähyöty voisi olla laskettavissa kausihyödyksi 50–60 euroa/ha. Tänä päivänä euromäärä on vielä hieman isompi. Lisäksi hakkuukonekalustoa käytettäessä metsänhoitotöihin ei tarvitse valmistaa erikoiskoneita, joilla saattaisi saada uuden työllistämisongelman koko vuodelle. Tosin niitäkään ei kannata vastustaa.

Kaivinkoneet ovat koneistutuksessa hakkuukoneyrittäjien kuljettajien täystyöllisyyden välineitä. Käytetyt kaivurit ovat myös edullisempia. Vanhempikin kaivuri käy koneistutuksen peruskoneeksi, koska koneistutuksessa kaivurilla tehdään työaika kohden vähemmän raskasta työtä eli muokkausjälkeä.

### **Ojitukset ja teiden korjaukset pidentämään koneistuttajien työkautta**

Työkautta koneistutuksessa voisi lisätä ohjaamalla saman alueen ojituksia ja metsäautoteiden korjaamisia koneistutusyrittäjälle. Koneistuttaja voisi myös tehdä seuraavan vuoden istutusalojen kunnostusojitukset. Näin uudistusala olisi istutuskelpoinen ja yrittäjä tuntisi tulevan työmaansa hyvin.

Korjuukoneiden uusien kuljettajien perehdyttäminen koneenkäyttöön

on helpompaa aloittaa esim. kitkentätyössä hakkuukoneella. Helpompi perehdyttämismahdollisuus laskee kynnystä tulla metsäkoneenkuljettajaksi ja helpottaa yrittäjiä ottamaan uusia kokelaita työhön oppimaan. Kun puunkorjuuyrittäjille siirretään metsänhoitotöitä, ovat työmaat pienemmällä säteellä ja yrittäminen on kannattavampaa. Koneiden siirtäminen laajalle alueelle on kustannuskysymys, koska päivittäin kuljettajat ajavat pitkiä työmatkoja tai heille joudutaan kustantamaan majoitusta lähempää työmaita. Edellisestä joutuessa työpäivä venyy pitkäksi ja nostaa yrittäjän kustannuksia ja aiheuttaa kustannuspainetta taksoihin.

### **Kantokäsittely ja vesakontorjunta samoilla laitteilla?**

Tutkimusten mukaan näyttäisi, että hakkuun yhteydessä voisi levittää samoilla laitteilla purppuranahakkaa harmaaorvakan kanssa. Harmaaorvaka torjuu juurikäpää ja purppuranahakka kantovesaa lehtipuun kannossa. Alustava tutkimus on osoittanut, että harmaaorvakan teho on parempi, kun mukana on purppuranahakka. Tämäkin on metsänhoidon koneellistamista ja antaa yrittäjälle enemmän liikevaihtoa hakkuualueen pinta-alaa kohti, ja vähentää koneiden siirtojen määrää. Samalla menetelmä vähentää perinteistä vesakon poistamista harvennushakkuualalta tai uudistusalueelta. Kokonsa takia uudistusalueen kantovesakko nostaa suhteessa enemmän resurssitarvetta kuin muokkauksen jälkeen syntynyt siemensyntyinen lehtipuuvesakko. Lisäksi kantovesakko on heikosti kitkettävissä.

Puunkorjuukoneiden työmäärän lisääntyminen metsänhoidossa edesauttaa kuljettajaresurssien kasvatamista. Tämä varmistaa tasaisen puuhuollon. Näin myös koneellistamisen myötä tuottavuus nousee ja metsureja tarvitaan vähemmän. Konekuljettajien kouluttaminen on edullisempi toteuttaa, koska koulu-

tettavia on vähemmän. Konetyönä kuljettaja pystyy tekemään pitemmän ajan vuodesta istutustyötä ja varsinkin taimikonhoitoa. Varttuneen taimikon koneperkausta voi tehdä myös talvella. Edellä mainituista syistä resursseja tarvitaan parhaimmillaan vain kolmasosa verrattuna perinteisiin ”manu-menetelmiin”. Toisaalta varsinkin varhaisperkaukset aiheuttavat keskikesälle ison työvoimatarpeen. Kun varhaisperkaus tehdään ison lehden aikana, on kantovesan pituuskasvu silloin heikompaa.

### **Tasainen laatu konetyön valtti**

Laadun hallinta on konetyössä helpompaa. Toki ensin täytyy koneenkuljettajan ammattitaidon olla työn laatuvaatimusten mukainen. Kone toistaa työvaiheen aina samalla lailla ja kuljettaja varmistaa työkohdan laadun valitsemalla oikean paikan. Nykyinen koneistutus on tästä hyvä esimerkki. Koneistutusjälki on tasalaatuisempi kuin erillismuokkaus ja manu-istutus. Kitkennässä toimivat samat periaatteet. Molemmissa töissä täytyy työnjohdon osata suunnitella ajoitukset oikein. Taimikonhoidon konetyö on istutusta edullisempi, kun otetaan huomioon oikein toteutetun työnjohdon kulu ja työlajen parempi laatu. Kitkentä on jo selvästi raivaussahatyömenetelmiä edullisempi. Varttuneen taimikon koneet kilpailevat kustannuksissa raivaussahamenetelmän kanssa, jos työkohteiden ajoitus on oikea eivätkä ne ole rästäikohteita.

Kausihyöty on metsätaloudelle hyötynä 10% koneellisissa metsänhoitomenetelmissä. Tämä tarkoittaa käytännössä ympärivuotisia työpaikkoja, suurempia konekuljettajaresursseja ja yrittäjien kiinteiden kustannusten alenemista. Kausihyöty vaikuttaa myös puun kantohinnan maksukykyyn.

Kari Kuru on UPM Silvestan eläkkeelle jäänyt resurssiasiantuntija.

# Kohti koneellista metsänhoitoa – missä ovat suurimmat pullonkaulat?

HEIDI HALLONGREN | METLA



*Mitä metsänomistajat ajattelevat metsänhoitotöiden koneellistumisesta?  
Miten koneyrittäjät suhtautuvat koneellisen metsänhoidon toteutukseen?  
Millaisten tekijöiden metsäasiantuntijat näkevät vaikuttavan koneellisen metsänhoidon kysyntään?  
Muun muassa näihin kysymyksiin etsitään vastauksia Metlassa käynnissä olevan kyselytutkimuksen avulla.*

**Kuva 1.** Pentin pajan kitkevä Naarva-perkaaja varhaisperkauskohteella. (valokuva Heidi Hallongren)

**Kuva 2.** Työnäytösten järjestämiseen on metsäalan toimijoiden puolelta kiinnostusta. Usewoodin Tehojätkä-pienmetsäkoneen työskentelyä pääsi seuraamaan työnäytöksessä Kangasniemellä syksyllä 2011. (valokuva Heidi Hallongren)



KULUTTAJAT EIVÄT alkaneet ostaa kännyköitä ennen kuin kylältä alkoi löytyä verkkoa. Vastaavasti nopeat laajakaistat eivät alkaneet lyödä läpi ennen kuin pitäjään saatiin valokuituyhteys ja nopeat reitittimet. Metsänhoidossa koneellistettuja palveluja ei voi ostaa ennen kuin koneita on hankittuna. Yksi keino löytää ratkaisu em. kaltaiseen haasteeseen on tutkia eri toimijoiden omaksumisprosesseja.

Metsänhoidon koneellistamisessa on kyse riippuvaisesta omaksumisprosessista, jossa metsäpalveluntarjoajalla on oltava palveluksessaan koneyrittäjiä, jotka ovat hankkineet metsänhoitolaiteita. Vasta tämän jälkeen asiasta kiinnostunut yksityinen metsänomistaja voi kokeilla näitä palveluja, ja mahdollisesti myöhemmin siirtyä käyttämään niitä vakituisesti. Nykyisellään koneityön osuus on vielä vähäinen istutuksessa, varhaisperkauksessa ja taimikonhoidossa (kuvat 1–3). Taimikonhoidon osalta noin prosentti ja istutuksista vajaa viisi prosenttia tehdään koneellisesti. Tässä vaiheessa alustavia tuloksia tehdyistä internet-kyselyistä on käytettävissä metsäpalveluntarjoajien ja puunkorjuu- ja metsänparannusalan koneyrittäjien osalta. Metsänomistajien osalta tiedonkeruu on vielä kesken.

Uudenlaisten tuotteiden tai palveluiden omaksumisen taustalla on päätösprosessi, jossa kuljetaan ajan kuluessa läpi eri omaksumisvaiheet uutta ideaa tai asiaa arvioiden. Omaksuminen ei tapahdu välittömästi yksilön, saati yhteiskunnan kohdalla. Ensivaiheessa koneellisesta metsänhoidosta tullaan tietoisiksi, minkä jälkeen on mahdollista muodostaa suhtautuminen uutta asiaa kohtaan ja päättää joko omaksua tai hylätä se. Mikäli uutta asiaa päätetään alkaa omaksua, siitä kaivataan lisätietoa sekä mahdollisuuksia tutustua tarkemmin, esimerkiksi koneellisen metsänhoidon kohdalla työnäytöksissä. Tätä kautta koneityötä aletaan lopulta ottaa käyttöön ja toiminta vahvistuu käyttöönoton yleistymisen myötä. Samansuuntaista lähestymistapaa on käytetty muun muassa tutkittaessa maatalouden uusia torjunta-aineita, aurinkopaneelien käyttöön-ottoa kanadalaisissa kotitalouksissa tai teknologian hyödyntämistä terveydenhoitoalan koulutuksessa.

### Missä vaiheessa ollaan nyt?

Koneyrittäjistä (n=100, vastausprosentti 21,4) noin puolet kaippaa kyselyn mukaan lisätietoa koneellisesta metsänhoidosta ja toivoo lisäksi investointilaskelmia päätöksentekonsa tueksi pohtiessaan

koneellisten metsänhoitotöiden aloitusta. 60 % koneyrittäjistä olisi tällä hetkellä valmiita kokeilemaan koneellista metsänhoitoa osana muuta toimintaansa, esimerkiksi laitteiden koeajon kautta, mikäli tällaiseen tarjottaisiin mahdollisuus. Mikäli metsänhoitolaiteita olisi mahdollista saada käyttöön leasing-sopimuksella, olisi 86 % vastanneista koneyrittäjistä kiinnostuneita tästä vaihtoehdosta perinteisen laiteinvestoinnin sijaan. Noin puolet vastanneista ilmaisi kiinnostuksensa koneellisen metsänhoidon aloittamiseen, 16 %:n toteuttaessa jo tällä hetkellä jotain mainituista koneellisen metsänhoidon työlajeista.

Metsäasiantuntijoista (n=45, vastausprosentti 32,8) lähes kaikki kokevat edustamallaan metsäalan yhdistyksillä tai yrityksillä olevan jo nykyisellään riittävästi tietoa koneellisesta metsänhoidosta, mutta investointilaskelmia kaivataan käyttöön koneyrittäjien tavoin. Lähes 70 % vastaajista ilmoitti työnantajansa olevan kiinnostunut kokeilemaan koneellista metsänhoitoa osana muuta toimintaansa ja reilu 80 % olisi halukkaita järjestämään koneellisen metsänhoidon työnäytöksiä. Lähes 60 %:lla vastaajista työnantaja toteuttaa jo jossain mitakaavassa koneellista metsänhoitoa, ja yli 60 %:lla niistä, jotka vielä eivät koneellista metsänhoitoa tee,

olisi kiinnostusta sen aloittamiseen. Yritysten osalta koneellisen metsänhoidon toteutus on yhdistyksiä yleisempää, mutta Metlan ja Metsäkeskuksen yhteinen koneellisen istutuksen pilotointi-hanke on hyvä osoitus koneellisen metsänhoidon käyttöönoton edistämisestä yhdistyskentän puolella.

Koneellisen metsänhoidon omaksumisen näkökulmasta voi todeta metsäalan yhdistysten ja yritysten olevan metsäasiantuntijoiden vastausten perusteella koneellisen metsänhoidon omaksumisessa hiukan pidemmällä kuin koneyrittäjät. Koneellisesta metsänhoidosta ollaan jo laajasti tietoisia eikä lisätietoa

enää kaivata samalla tavoin kuin koneyrittäjien kohdalla. Sen sijaan konkreettisia toimia innovaatioiden laajempaa käyttöönottoa tukemaan kaivataan. Enin osa vastanneiden metsäasiantuntijoiden edustamista toimijoista on valmiita konetyön aloittamiseen, ellei jo ole aloittanut, mikä on hyvä merkki koneellisen metsänhoidon yleistymisen kannalta. Koneyrittäjien tapauksessa olisi tarpeen vielä parantaa tiedon saatavuutta koneellisesta metsänhoidosta. Koska vasta hyvin pienellä osalla koneyrittäjistä on kokemusta koneellisesta metsänhoidosta, olisi paikallaan kehittää toimintamalleja, joiden avulla kynnys laitteiden käyt-

töönottoon ja työläjien kokeiluun saataisiin mahdollisimman matalaksi. Kiinnostusta metsänhoitolaiteiden leasing-mahdollisuuteen löytyi runsaasti, joten olisiko tässä ajatus, jota kannattaisi lähteä jalostamaan kohti konkreettista toimintaa?

### Mitkä asiat luovat konetyölle kysyntää?

Näkemykset siitä, mitkä tekijät vaikuttavat koneellisen metsänhoidon kysyntään vaihtelevat vastaajaryhmien välillä. Koneurakoitsijoiden keskuudessa koetaan etenkin metsänhoitolaiteiden kustannustehokkuus, koneellisen metsänhoidon hyvä imago ja metsänomistajien kiinnostus tärkeiksi koneellisen metsänhoidon kysyntään vaikuttaviksi seikoiksi. Vähiten merkitykselliseksi koneurakoitsijat näkevät pulan metsurityövoimasta. Vastaavasti metsäasiantuntijoiden vastauksissa pulaa metsurityövoimasta, metsänhoitolaiteiden hyvä työjälki sekä metsurityön korkeat kustannukset nähdään vaikutuksiltaan merkittävimmiten pohdittaessa koneellisen metsänhoidon kysyntään vaikuttavia asioita. Kaikkein vähäisin vaikutus arvioidaan olevan koneellisen metsänhoidon hyvällä imagolla. Metsäasiantuntijoiden vastausten perusteella konetyön kysyntä syntyy sen kustannustehokkuuden ja laadun kautta, koneyrittäjien painottaessa myös yleisen mielikuvan ja mielipiteiden merkitystä. Metsänhoitotöiden koneellistamista lähestytään eri vastaajaryhmissä hyvin eri lähtökohdista ja eri näkökulmista, joten kiinnostuksella odotetaan, mihin metsänomistajien vastaukset tulevat sijoittumaan suhteessa koneyrittäjien ja metsäasiantuntijoiden vastauksiin.



**Kuva 3.** Istutuslaitteen hankinta on kallis investointi. Tarjoaisiko leasing-laitte uudenlaisen mahdollisuuden laitteen käyttöönotolle? (valokuva Heidi Hallongren)



# Konenäöllä kohti jatkuvatoimista koneistutusta

VELI-MATTI SAARINEN, HEIKKI HYYTI JA TEEMU KEMPPAINEN

KONEELLINEN METSÄNISTUTUS yleensä kaivinkoneeseen asennetuilla istutuslaitteilla on 1990-luvulta alkaen vakiintunut osaksi suomalaista metsänuudistamista. Koneistutuksen osuus on hiljalleen kasvanut, mutta se on viime vuosina jämähtänyt kolmeen prosenttiin. Metsureita on tähän saakka ollut saatavilla istutustyöhön, eikä koneistutus ole tuonut huomattavaa kustannussäästöä. Vaikka istutustyön laatu on koneistutuksessa todettu jopa käsin istutusta paremmaksi, on koneellistumisen hitaus voinut johtua myös metsänomistajien, koneyritysten ja metsäammattilaisten ennakkoluuloista. Selvästi ripeämmin koneistutus on yleistynyt Metsähallituksen ja metsäyhtiöiden mailla kuin yksityismetsissä. Yhden toimijan hallinnassa olevat pinta-alaltaan suuremmat käsittely-yksiköt ovat helpommin ketjutettavissa, jolloin koneistutuksella saadaan helpommin kustannussäästöjä myös työnjohdossa, taimihuollossa ja koneiden siirrossa.

Yleistyäkseen koneistutus tarvitsisi selvän tuottavuushypyn. Yksi mahdollisuus työn tuottavuuden moninkertaistamiseen on jatkuvatoiminen täysautomaattinen istutuskone. Jatkuvatoiminen istutuskone ei ole uusi keksintö, sillä jo 30 vuotta sitten Suomessa Serlachiuksen istutuskoneella saatiin aikaiseksi tyydyttävä istutustyönjälki. Kone teki samanaikaisesti kahta äesvakoa ja istutti niihin taimet. Jopa taimien syöttö oli automatisoitu. Työn tuottavuus oli lähes 1000 tainta käyttötunnissa eli noin nelin-viisinkertainen

nykyisiin kaivinkoneen puomiin asennettuihin istutuslaitteisiin verrattuna.

Vaikka automaatiotekniikka on noista ajoista kehittynyt huomasti ja oletettavasti helpottanut koneenrakennusta, on toisaalta maanmuokkausmenetelmän vaihtuminen äestyksestä laikkumätästykseen tuonut lisää haastetta koneenrakennukseen. Mätäässä taimi on istutettava halkaisijaltaan noin 40 senttiä olevan mätään keskelle, kun taas äestyksessä käytettävissä on äesvakoa selvästi pidemmälti. Tehtävä ei ole helppo, kun istutuspaikan pitää löytyä ja istutuksen tapahtua vauhdissa. Pelkkä vanhojen konepiirustusten ja tekniikan päivitys ei siten riitä.

Uusia toimintaperiaatteita mätästävään jatkuvatoimiseen istutuskoneeseen selvitettiin ja testattiin Biotalousklusteri Oy:n (FIBIC) rahoittamassa EffFibre-tutkimusohjelmassa Aalto-yliopiston Automaatio- ja systeemitekniikan laitoksen ja Metlan yhteistyönä.

## Kuvatulkintaa ja vaalimatematiikkaa

Oikean istutuskohdan määrittämistä laikkumätäisiin testattiin konenäköjärjestelmän avulla, jota varten Aalto-yliopistossa rakennettiin testilaitteisto. Kuvaukset tehtiin työmaalla, jossa oli käytännön olosuhteita vastaavasti kohtuullisesti maaperän kivisyyttä, pintakiviä, hakkuutähteitä, kantoja ja juurten osia. Konenäköjärjestelmän ydin oli kaksi tavallista kuluttajille tarkoitettua taskudigikameraa, joiden synkronointi keskenään

mahdollisti stereokuvien ottamisen. Itse kuvaus tapahtui siten, että tankoon asennettua kameraparia kannettiin Bräcke BD 296 -mätästäjän tekemää mätäsriiviä pitkin mätästäjän työskentelysuunnassa noin 1,5 metrin korkeudella hitaalla nopeudella. Kuvia otettiin noin 30 senttimetrin välein, jolloin kuvatuksi tulivat laikkumätästä sekä mätäs että laikku ja mätään ulkopuolinen muokkaamaton maanpinta (kuva 1).

Kuvat analysoitiin Teemu Kemppaisen diplomityönään kehittämällä konenäköjärjestelmällä. Ensin konenäköjärjestelmä laski yksittäisestä kuvasta karkeat piirteet. Stereokamerakuvaparin piirteet yhdistämällä ja niitä mallintamalla saatiin kuvien yhteisesti kattamalle osalle laskettua kolmiulotteisella mallilla maanpinnan korkeusasema ja muoto kameroni nähden. Jokaisen uuden stereokuvaparin avulla luotu kolmiulotteinen malli yhdistettiin aikaisempiin kuviin ja niiden malleihin, joiden perusteella saatiin muodostettua mätäsriiville kolmiulotteinen pintamalli (kuva 2).

Seuraavassa vaiheessa istutuspaikan etsintään mätäsriivin kolmiulotteisesta pintamallista käytettiin koneoppimisjärjestelmää, joka opetettiin etsimään hyviksi istutuspaikoiksi pinnaltaan tasaisia ja kivettömiä kohoumia, jotka esiintyvät mätästysrivissä normaalisti matalan laikun jälkeen. Järjestelmään muodostettiin opetusvaiheessa "mätäskirjasto" optimaalisista istutuspaikoista. Automaattinen istutuspaikan tunnistus toimi siten, että havaittuja pinta-

mallin (kolmiulotteisten) pisteiden piirteitä verrattiin mätäskirjaston samankaltaisimpiin malleihin ja niiden perusteella pisteet äänestivät parasta istutuspaikkaa. Ääniä annettiin paljon ja joka puolelle mätäsrivin pintamallia. Äänenlaskennassa painotettiin korkeimpiin kohtiin annettuja ääniä ja hylättiin selvästi mätäsrivin ulkopuolelle annetut äänet. Valituksi istutuspaikaksi tuli se kohta, jossa painotettujen äänien tihentymä oli suurin (kuva 3).

Konenäköjärjestelmä onnistui istutuskelpoisten mättäiden valinnassa erittäin hyvin, sillä se määritteli istutuspaikat ja mättäiden istutuskelpoisuuden 95 %:n

**Kuva 1.** Kaksi perättäistä stereokuva-paria Bracke-mätästäjän tekemästä mättästä koneen etenemissuunnan ollessa kuvissa alhaalta ylöspäin. (valokuva Teemu Kempainen)

tarkkuudella samoin kuin mättäät silmänvaraisesti luokitellut tutkijat. Istutuskelvottomiksi mättäiksi luokiteltiin silmänvaraisesti lähes pelkkää humusta, hakkuutähdettä ja juurta sisältävät höttömättäät sekä jo päältä päin liian kivisiksi arvioidut mättäät.

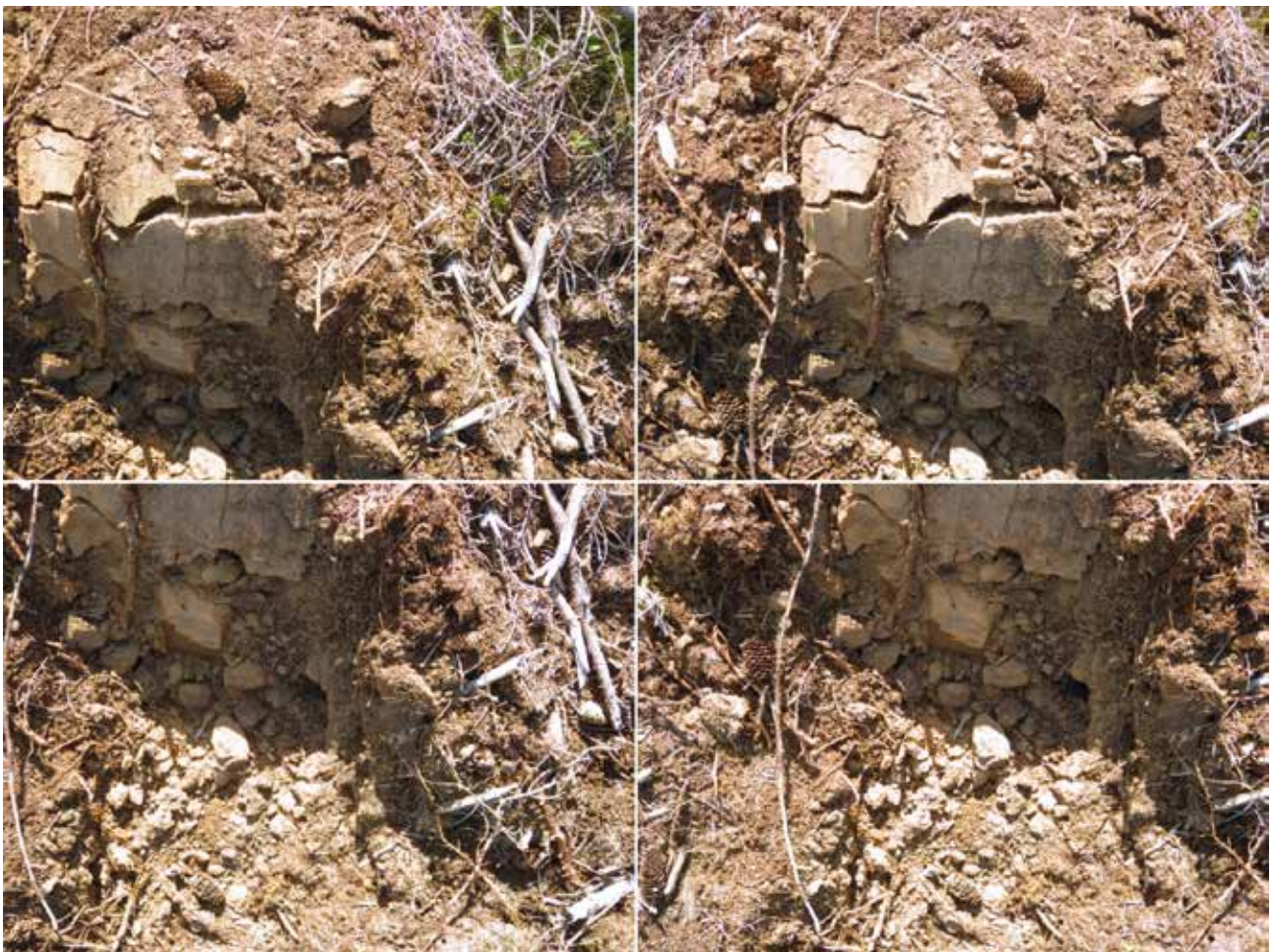
Lupaavista tuloksista huolimatta testattu konenäköjärjestelmää vaatii vielä paljon kehitystyötä, jotta se soveltuisi mätästäjien ajonopeudella 0,5–0,8 metriä sekunnissa käytettäväksi. Testissä käytetyllä kamera- ja tietojenkäsittelytekniikalla ei olisi pysytytuossa vauhdissa kuvauksen ja laskennan osalta reaaliaikaisesti mukana. Nämä puutteet voidaan kuitenkin korvata käyttämällä kuvauksissa jatkuvatoimisia konenäkökameroita sekä laskennassa rinnakkaislaskentaa ja optimointia. Myös mätästäjien moottoreiden ohjauksesta saatavaa tietoa

voitaisiin mahdollisesti käyttää konenäköjärjestelmän ohella potentiaalisten istutuspaikkojen karkeaan paikantamiseen, jolloin laskentakapasiteetin tarvetta voitaisiin mahdollisesti vähentää.

On todettava, että koe suoritettiin ainoastaan yhdellä metsikkökuviolla, jolta kerättiin koko mätäsrankki ja jolla koneoppimisjärjestelmää testattiin. Menetelmän muun hienosäädön ohella mätäsrankkiin olisi kerättävä aineistoa erityyppisistä olosuhteista, koska tehtävien mättäiden muotoa ja kokoa säädellään mätästäjiä käytettäessä kohteittain mm. maan kivisyyden ja maalajin mukaan.

### Lisää haasteita

Hyvän istutuspaikan tunnistaminen mättästä konenäöllä tai muulla sopivalla tekniikalla



ei vielä riitä. Jatkuvatoimisella mätästäjällä työskenneltäessä on tavallista, että ylimääräisiä istutuskelpoisia laikkumättäitä ei ole. Tämän vuoksi on tärkeää, että kaikki istutuskelpoiset mättäät todella istutetaan. Huonoimmilla kohteilla riittävä istutuskelpoisten mättäiden määrä saattaa metsikkökuviolla tai sen osalla jäädä kaikesta huolimatta vajaaksi, jolloin täydentäviä taimia on syytä istuttaa toissijaisesti laikkuihin. Kun konenäöllä tai muulla tekniikalla päällisin puolin istutuskelpoisiksi luokitellut mättäät saattavat olla kivien tai paksujen oksien tai juurten takia osittain tai jopa kokonaan istutuskelvottomia, on myös istutuspaikan tunnistettava esteet ennen taimen pudotusta mättäiseen. Tällaista mekaanista esteet tunnistavaa istutuspaikasta ei tarvitse keksiä uudelleen, koska sellainen on ollut jo mm. Serlachiuksen istutuskoneessa. Sen sijaan taimen istuttaminen ja mahdollisen maanalaisten esteiden sattuessa uusintayrityksen tekeminen koneen liikkuessa ja mätästä rikkomatta on jo selvästi haasteellisempi tehtävä. Ratkaisuehdotukseksi tähän löydettiin liukupuomiratkaisu, joka mahdollistaisi istutuspaikan nopean ja tarkan säädön koneen liikku-

essa ja heiluessa. Anturitekniikka mahdollistaisi koneen heilunnan vaikutusten vaimentamisen mm. siten, että koneen rungossa olevilla antureilla voitaisiin hillitä istutuspaikan heiluntaa ja riskiä mättään rikkoutumiselle.

Myös mätästystä ja istutusta edeltävissä työvaiheissa on vielä kehitettävää. Nykyisillään istutuskoneilla merkittävä noin 15 % työajasta kuluu taimikasetin lataamiseen. Toimivan automaattisen syöttölaitteen kehittäminen nykyisiin kaivinkoneen puomin päähän asennettuihin istutuslaitteisiin olisi merkittävä edistysaskel koneellisen istutuksen työn tuottavuuden lisäämiseen. Jatkuvatoimisiin istutuskoneisiin siirryttäessä automaattisen syöttölaitteen kehittäminen on vieläkin tärkeämpää, sillä ilman syöttölaitetta työajasta noin kolmasosa kuluisi taimien käsin lataukseen. Se on ehdottomasti liikaa, kun otetaan huomioon oletettavasti suhteellisen kalliin erikoiskoneen suuret kiinteät kustannukset.

Automaattisen syöttölaitteen tulisi mieluiten olla sellainen, että siihen pystytään lataamaan taimet sellaisenaan yleisesti käytössä olevilla kasvatusalustoilla. Muussa tapauksessa taimien käsittelyn kustannukset jossain vaiheessa tai-

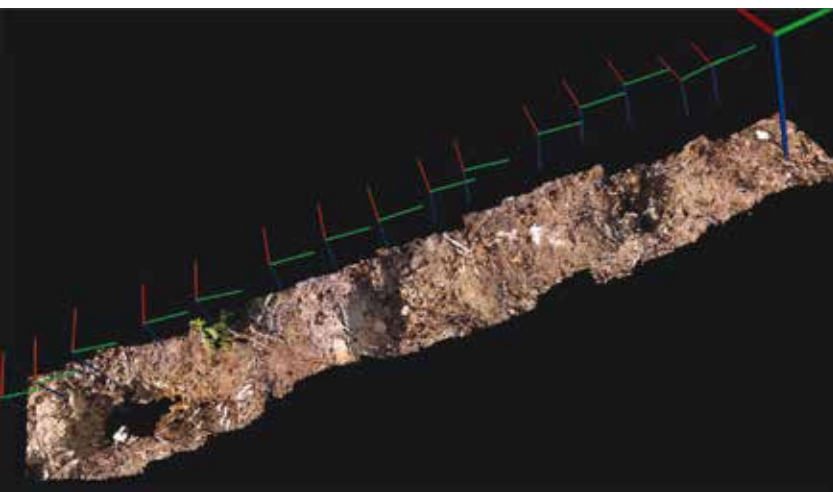
mitarhan ja istutuskoneen välillä heikentävät koneellisen istutuksen kilpailukykyä. Yksi mahdollisuus on, että taimet jopa kasvatettaisiin tai ainakin kuljetettaisiin taimitarhalla istutuskoneelle valmiiksi ladattuina sopivissa konteissa. Luonnollisesti tällainen järjestely edellyttäisi koneistutukselta kohtalaista volyyymia, jotta taimitarhat voisivat liiketaloudellisin perustein investoida uudenvälisiin tuotantolinjoihin. Joka tapauksessa työn tuottavuuden lisääminen tavalla tai toisella kaikissa metsänkasvatuksen työvaiheissa on tavoiteltavaa, kun otetaan huomioon ennustettavissa oleva pula metsätyöntekijöistä. Istutuksen koneellistaminen on tähän saakka osoittautunut selvästi vaihtelevimmissa olosuhteissa tehtäviä taimikonhoitotöitä helpommaksi.



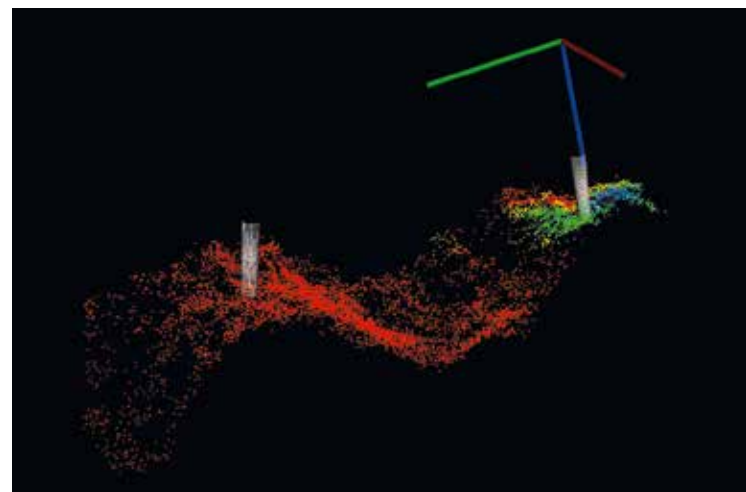
## Kirjallisuus

.....  
Kempainen, T. 2012. Stereo vision based planting spot detection in a continuously operating forest planter. Diplomityö, Aalto-yliopisto (<http://urn.fi/URN:NBN:fi:aalto-201305296456>)

.....  
Kempainen T. & Visala, A. 2013. Stereo vision based tree planting spot detection. IEEE International Conference on Robotics and Automation – Proceedings, Karlsruhe, Germany: IEEE, 2013, s. 731–737.



**Kuva 2.** Stereokamerajärjestelmällä luotu kolmiulotteinen pintamalli muokatusta mätäsrivistöstä. (valokuva Teemu Kempainen)



**Kuva 3.** Istutuspaikan automaattinen valinta konenäköjärjestelmälle opetetun mallin pohjalta äänestysmenettelyn jälkeen. (valokuva Teemu Kempainen)



# Tehokkuutta taimikonhoitoon työn ajoituksella ja koneellistamisella

KARRI UOTILA | METLA

VARTTUNEIDEN TAIMIKOIDEN ja nuorten metsien tila on heikentynyt valtakunnan metsien viimeisimmän inventoinnin tulosten mukaan. Myös erilliset selvitykset taimikon varhaisperkauksen tarpeesta osoittavat huomattavan osan taimikoistamme jäävän oikea-aikaista hoitoa vaille. Tämän lisäksi taimikonhoidon kustannukset ovat viime vuosikymmenen aikana kohonneet voimakkaasti, muiden metsänhoitotöiden kustannuksia nopeammin.

## **Taimikonhoidon viivästyisestä seuraa korkeat kustannukset sekä heikko laatu**

Taimikoiden tilan heikentyminen on seurausta taimikonhoidon, eri-

tyisesti varhaishoidon, laiminlyönnistä. Hoitamattomassa taimikossa vähäarvoinen ja ylitieheä lehtipuusto tukahduttaa arvokkaiden tuotantopuiden kasvun, jonka seurauksena taimikon arvo saattaa jopa alentua lähtökohtaan nähden huomattavasti.

Tuotantopuiden kasvun ja laadun heikentymisen lisäksi hoitamattoman taimikon arvoa alentavat osaltaan korkeat taimikonhoitokustannukset, sillä viivästyminen seurauksena taimikonhoidon hehtaarikustannukset nousevat nopeasti. Todennäköisesti taimikonhoitorästit ovatkin suurin syy taimikonhoidon hehtaarikustannusten voimakkaaseen nousuun viimeisen 15 vuoden aikana, kun samaan aikaan istutus- ja puunkorjuukustannukset ovat säilyttäneet kustannustasonsa.

## **Perkaus ajoissa kannattaa**

Taimikonhoidon ajoituksen vaikutus taimikon kehitykseen ja koko metsänhoitoketjun kustannuksiin lienee heikosti tunnettu. Taimikonhoitotoimenpide nähdään vain yksittäisenä työnä ja kustannuseränä eikä metsikön uudistamisketjuun kuuluvana investointina, joka tehokkaasti toteutettuna tuottaa hyvin. Pelätään vesomisen seurauksena syntyviä kustannuksia, vaikka yhtä suuri huoli pitäisi olla taimikonhoidon viivästyminen seurauksena nousevat kustannukset. Tästä syystä taimikonhoidon toteutusajankohdissa on tehostamistarvetta. Taimikon varhaishoidon pinta-alat tulee saada nousuun ja taimikonhoitorästit laskuun.

**Kuva 1:** Onnistuneesti uudistettu, 5-vuotiaana varhaisperattu ja 10-vuotiaana myöhemmän taimikonhoidon läpikäynyt kuusikko voi olla jo valmis odottelemaan reilun 15 vuoden päästä toteutettavaa ensiharvennusta (valokuva Karri Uotila).

Tuottava taimikonhoito katkaisee metsänhoidon kustannuskierteen mahdollisimman lyhyeen. Tuotantopuusto pidetään kokoajan hyvässä kasvuolosuhteissa, eikä puiden tarvitse siksi toistuvasti sopeutua vaihteleviin olosuhteisiin (kuva 1). Taimikot hoidetaan varhain nopeaan kasvuun, jonka ansiosta tuotantopuuston kanssa kilpaileva kasvillisuus ei enää muodosta uhkaa taimikossa. Tuotantopuuston latvus sulkeutuu nopeasti ja tukahduttaa syntyvät vesat varjoonsa. Oikein ajoitettu taimikonhoito on myös nopeaa, joten resursseja tarvitaan hoidettua pinta-alaa kohden vähemmän.

### Koneellisella taimikonhoidolla tehokkuutta

Pitkään selkeänä valta menetelmänä taimikonhoidossa ollut raivaussahatyö on saanut haastajia erilaisista koneellisen taimikonhoidon menetelmistä (kuvat 2 ja 3), jotka ovat sopivilla kohteilla kilpailukyysisiä



**Kuva 2.** Varhaisperkausta kitkevällä Pentin pajan Naarva-perkaajalla. (valokuva Karri Uotila)

vaihtoehtoja metsurityölle. Ennen kaikkea koneellinen taimikonhoito säästää työvoimaresursseja, jonka saatavuus voi tulla ongelmaksi metsänhoitotöissä. Taimikonhoitokoneita on jo käytössä suurimpien metsänomistajayhtiöiden metsissä, mutta yksityismetsissä ei vielä juurikaan, sillä pelkkä toimiva kone ei johda automaattisesti toiminnan nopeaan laajenemiseen.

Toimivan koneen lisäksi koneellisen taimikonhoidon toimintaedellytyksenä on ennen kaikkea riittävän suuri tarjonta koneille soveltuvia työmaita. Hyvien työmaiden lisäksi kannattava koneellinen taimikonhoito edellyttää laaja

tietotaitoa taimikonhoidon toimintatavoista, yrittämisestä, metsänhoitopalveluista ja palveluiden markkinoinnista. Tämän takia on tärkeää, että koneellisen taimikonhoidon toimintaedellytyksiä yksityismetsissä kehitetään koko toimintakentän kattavan verkoston kanssa.

Meneillään olevassa ”Taimikonhoidolla tuottavuutta ja tehoa metsätalouteen” -hankkeessa tämä on mahdollista. Tehokkaampaan taimikonhoitoon tähtäävän, Pohjois-Savon ELY-keskuksen rahoittaman hankkeen tavoite on luoda taimikonhoitokoneille toimintaedellytykset kannattavaan toimintaan yksityismetsissä. Hankkeessa ovat mukana taimikonhoidon koneellistamisen kannalta alueellisesti oleelliset toimijat, kuten Metsäntutkimuslaitos, mhy Pohjois-Savo, mhy Savotta, mhy Pohjois-Karjala ja UPM Silvesta.



**Kuva 3.** Myöhempää taimikonhoitoa Usewoodin Tehojätkä-pienmetsäkooneella. (valokuva Karri Uotila)

Vipuvoimaa  
EU:lta



Euroopan unioni  
Euroopan sosiaalirahasto



Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus

A young evergreen tree sapling stands in the center of a field of tall, dry grass and autumn foliage. The leaves are in various stages of decay, showing shades of yellow, orange, and brown. The background is a dense forest of tall evergreen trees under a clear blue sky.

# Varhaisperkauksen tarve arvioitavissa jo 4-vuotiaista kuusentaimikoista

KARRI UOTILA | METLA

**Kuva 1.** Varhaisperkaustarve on jo lähes vakiintunut 4-vuotiaissa taimikoissa. (valokuva Karri Uotila)

KUUSI UUDISTETAAN tyypillisesti viljavalle kasvupaikalle, joilla heinät ja lehtipuut kasvavat metsikön kiertoajan alussa istutuskuusia nopeammin. Tämän seurauksena kuusten veden, valon ja ravinteiden saanti heikkenee. Jo vähäinen kilpailu kasvupaikan elintilasta heikentää kuusten kasvua, etenkin jos muu kasvillisuus ylittää kuusten pituuden.

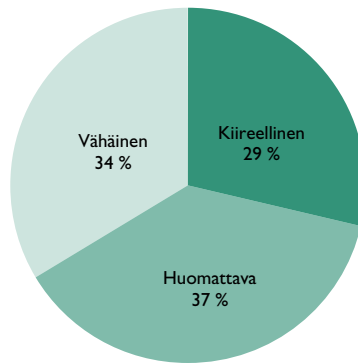
Kilpailussa muun kasvillisuuden kasvurytmistä jälkeen jäänyt kuusikko tarvitsee hyvin menestyäkseen lisää kasvutilaa, joten se kannattaa vapauttaa poistamalla kilpaileva kasvillisuus kasvatuskelpoisen kuusen lähietäisyydeltä. Kun kasvutilaa vapautetaan noin metrin mittaisessa kuusikossa, kyseessä on silloin varhaisperkauskäsittely. Raivaussahatyönä toteutetun varhaisperkauksen jälkeen on todennäköistä, että tarvitaan lisäksi myöhempi taimikonhoito. Toisaalta varhaisperkaus alentaa myöhemmän taimikonhoidon kustannuksia.

### Kustannustehokkuutta perkaustarpeen arviointiin

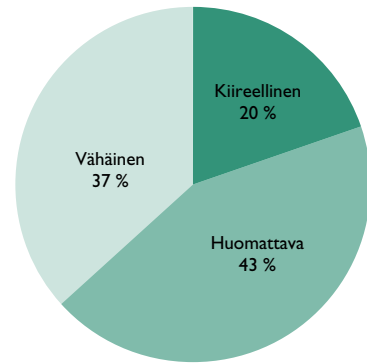
Varhaisperkaustarpeen arviointi maastomittauksin on hankalaa. Puulajien välinen kilpailutilanne muuttuu nuorissa istutuskuusikoissa nopeasti, joten myös varhaisperkaustarve saattaa muuttua nopeasti. Toisaalta metsäsuunnittelun kiertoaika on tyypillisesti pitkä, noin 10 vuotta. Tästä johtuen istutuskuusikoiden varhaisperkauksen tarve täytyy arvioida erillisellä maastoarvioinnilla. Arviointi aiheuttaa ylimääräisen ja verraten suuren kustannuserän suhteutettuna itse taimikonhoitotyön kustannuksiin.

Sekä metsänomistajalle että palveluntarjoajalle kertyisi kus-

Perkaustarve 4–7-vuotiaissa OMT-kasvupaikan istutuskuusikossa



Perkaustarve 4–7-vuotiaissa MT-kasvupaikan istutuskuusikossa



**Kuva 2.** Keskimäärin jopa kaksi kolmasosaa taimista tarvitsee varhaisperkauksen OMT-kasvupaikan kuusikossa. Tätä hieman karummalla MT-kasvupaikalla perkausta tarvitsevien taimien osuus on 3 prosenttiyksikköä alhaisempi.

tannussäästöjä, mikäli kasvupaikka- ja metsikkötietojen vaikutus perkaustarpeeseen tunnettaisiin. Tämän takia istutuskuusikoihin syntyvän haitallisen, ja siten poistettavan, lehtipuuston esiintyvyyttä tutkittiin 4–7-vuotiaissa istutuskuusikoissa. Tavoitteena oli metsikkötietoihin perustuen tunnistaa kohteet, jotka todennäköisesti tarvitsevat varhaisperkauksen tai päinvastoin. Tutkimuksessa inventoitiin 197 tuoreen tai lehtomaisen kankaan istutuskuusikkoa Pohjois-Savossa.

Kasvatuskelpoiset kuuset luokiteltiin taimikohtaisesti kolmeen perkaustarveluokkaan. Luokittelu perustui puiden väliseen kilpailuun pituuden ja etäisyyden mukaan: Vähäinen perkaustarve (lehtipuut metrin säteellä kasvatettavaa puuta lyhempiä kuin kasvatettava puu), Huomattava perkaustarve (lehtipuut kasvatettavan puun pituisia tai hieman pidempiä), Kiireellinen perkaustarve (kasvatettavan puun latvus pahasti lehtipuiden peitossa tai vahingoittunut lehtipuiden vaikutuksesta).

### Varhaisperkauksen tarve erittäin yleistä

Varhaisperkausta tarvitsevien taimien osuus istutuskuusikoissa oli

suuri. Lähes 60 % kasvatettavista taimista tarvitsi varhaisperkausta. Perkaustarve oli huomattava 37 % taimista ja kiireellinen 21 %. Yleisesti toistuvasta perkaustarpeesta huolimatta jo perattuja kohteita oli ainoastaan 10 % taimikoista.

Yllättävää oli, että perkaustarve oli suuri jo 4-vuotiaissa kuusentaimikoissa, jolloin perkaustarve vaikutti jo lähes vakiintuneen (kuva 1). Tämän perusteella voi olettaa, että perkaustarpeen määrittely onnistuu jo 4-vuotiaissa kuusentaimikossa kohtuullisen luotettavasti. Sen sijaan jo aineiston nuorimmissa taimikoissa vakiintunut perkaustarve tarkoitti sitä, että tulosten perusteella ei pysty tarkemmin arvioimaan perkaustarvekohtaa.

Kasvupaikkatekijöistä maaperän liiallinen märkyys, eli merkit ajoittain seisovasta vedestä, oli yksi perkaustarvetta voimakkaimmin lisänneistä tekijöistä. Myös metsätyyppi, maanmuokkaus ja maalaji vaikuttivat perkaustarpeeseen. Kasvatuskelpoiset taimet olivat etenkin turvemaidella selvästi keskimääräistä useammin perkauksen tarpeessa. Viljava metsätyyppi lisäsi taas erityisesti kiireellisesti perkausta tarvitsevien taimien osuutta (kuva 2). Sen sijaan muokkaamattomien maiden taimikoiden taimet tarvitsivat harvemmin perkausta

kuin muokattujen. Myös toteutettu varhaisperkaus, kuten toivottavaa, vähensi huomattavasti perkausta tarvitsevien taimien määrää.

Sen sijaan uudistamisviive, eli päätehakuusta istuttamiseen kulunut aika, ei vaikuttanut merkittävästi perkaustarpeeseen. Toisaalta uudistamisviiveen määrittely oli epävarmaa, koska se perustui metsänkätöilmoituksesta taimikon perustamisilmoitukseen kuluneeseen aikaan. Uudistamisviiveen vaikutus perkaustarpeeseen tulisi selvittää tarkemmalla menetelmällä.

### Kohteiden erottelu ennakkotietojen perusteella hankalaa

Perkausta tarvitsevien kohteiden erottelu perustuen yksinkertaisiin

kasvupaikan muuttujiin toimii vain harvoissa tapauksissa, joissa perkaustarve on oletettavasti joko suuri tai vähäinen. Sen sijaan tyypillisillä kuusen istutusaloilla, jotka ovat muokattuja kivennäismaita, yksinkertaiset kasvu- paikka- ja metsikkötiedot eivät juuri auta erottamaan taimikoita varhaisperkaustarpeen mukaan. Vaikuttaisi kuitenkin siltä, että 4-vuotiaan taimikon maastokäynnillä voidaan jo arvioida tuleva perkaustarve.

Toisaalta perkausta tarvitsevien taimien osuus on varhaisperkauskäisissä istutuskuusikoissa kaiken kaikkiaan suuri. Sellaisia kohteita on vähän, joissa valtaosa taimista selviäisi lehtipuiden kilpailusta ongelmitta noin kolmen metrin valtapituudessa toteutettavaan

taimikonharvennukseen. Eli ainespuun tuotannon kannalta nuori istutuskuusikko yleensä tarvitsee varhaisperkauksen (kuva 3).

.....  
Lisätietoja: Uotila, K., Rantala, J. & Saksa, T. 2012. Estimating the need for early cleaning in Norway spruce plantations in Finland. *Silva Fennica* 46(5): 683–693. <http://www.metla.fi/silvafennica/full/sf46/sf465683.pdf>



**Kuva 3.** Taimikko, jossa varhaisperkaus on laiminlyöty. (valokuva Karri Uotila)





# Uusi pakkauslaite irrottaa taimet kahdesta kennostosta kerrallaan

Taimitarha Timo Korhonen on suunnitellut uuden taimien irrotus- ja pakkauslaitteen, joka on ollut koekäytössä tänä syksynä. Laitteesta on tehty myös esittelyvideo, joka on katsottavissa: <http://www.youtube.com/watch?v=TAVe1uI0CBU&feature=youtu.be>

OSMA-laite toimii hydraulisesti ja irrottaa kerralla kahden muovikennoston taimet ja asettaa ne tiivistäen esim. 80x400x600 mm kokoiseen avomuovilaatikkoon (Lännen 'ritilälaatikkoon'). Vaihtoehtoisesti voidaan pakata pohjapinta-alaltaan 400x600 mm ja taimien pituuden mukaan korkeudeltaan valittuun pahvilaatikkoon. Koekäytössä on laitteella pakattu PL121- ja PL81-kennostoissa kasvatettuja kuusen taimia.

Laitteen tyhjennysnopeus avolaatikkoon pakattaessa on ollut hieman yli 6 kennostoa minuutissa, mutta tavoitteena on nostaa työteho 8 kennostoon minuutissa. Laitetta käytettäessä maksimiteholla vaaditaan kolmen henkilön työpanos. Jokaisen henkilön työpaikka on kaikkien hallittavissa eivätkä työvaiheet vaadi erikoisosaamista, jolloin tehtävien vaihtaminen on helppoa.

Sekä taimikennostojen syöttöpään että irrotettujen ja pakattujen taimien poistulokohdan työpisteissä on hätä-seis –painikkeet. Lisäksi tyyppihyväksyty valoverho huolehtii, että käytön aikana muodostunut myyntipakkaus voidaan vastaanottaa turvallisesti. Laitteiston muut pitkät sivut on suojattu metalliverkko-ovilla, joista kolme on pidettävä suljettuina konetta käytettäessä.

## Voimantuotto ja mitat

Laitteella on sähköhyväksyntä ja CE-merkintä. Koneen sähköliitäntä on 16 A voimavirta, minkä lisäksi laitteessa on 2x230 V pistorasia. Koneen kahdeksan sylinterin pituusmitoitukset vaihtelevat tyhjennettävän taimikennoston ja pakkauslaatikon mittojen mukaan. Kolmen hydraulimoottorin ja venttiililohkon käyttöpaineet ovat 80-100 bar.

Teräsrakenteisen laitteen paino on noin 850 kg. Rungossa on vihreä märkämaalaus ja pienemmät laiteosat on sinkitty tai passivoitu. Kuljetus- ja varastointiasennossa ulkomitat ovat noin 3000\*2500\*2350 mm (lev\*syv\*kork). Käyttötilanteessa

koneen syvyyttä eli suuntaa, jossa taimikennosto liikkuu syötettäessä ensin irrotuspöydälle ja siitä poistopöydälle, lisää tyhjennettyjen kennostojen poistopöytä (n. 300 mm) ja manuaalinen juurileikkuri (n. 900 mm).

Laitteessa on polykarbonaattivälikate, joka toimii myös sadesuojana. Ulkona taimikentällä renkain (autonrenkaat) varustettua mallia liikutetaan joko työntämällä tai trukilla tms. työkonella.

Vakiona laite toimitetaan ns. lattiamallina ilman renkaita ja yhdelle kennostolle mitoitetuilla irrotusosilla (juurileikkuri, työntötapisto ja irrotuspöytä).

Lisävarusteina toimitetaan renkaat (myös vetävinä), työvalot (3x kolmen loisteputken valoyksikkö ja yksi kohdevalo) sekä irrotustapistot ja muut tarvittavat vaihto-osat eri kennostomalleille. Laitteesta on ohjekirja ja saatavilla on myös etätuki-mahdollisuus ohjelmoijaan (gsm- ja mokuksitekniikka). Osalle laitteen rakenteista on haettu patenttisuoja.

Lisätietoja:

Timo Korhonen, puh. 0400 330 699; [taimitarha@taimitarhatimokorhonen.fi](mailto:taimitarha@taimitarhatimokorhonen.fi)



**Kuva 1.** OSMA-laite taimikennostojen syöttöpäästä katsotuna. Oikealla valmiiksi pakattu ritiläkennosto. Vasemmalla näkyy punaisten lamellien varassa kahdesta kennostosta nostetut taimet, jotka lasketaan kuvan keskellä liikkeessä olevalle siirtopöydälle. Syöttöpöydällä uudet kennostot valmiina siirtymään irrotuspöydälle. (valokuva Timo Korhonen)



**Kuva 2.** Valmiiksi pakattu ritilälaatikko on vasemmalla olevalla vastaanottopöydällä. Samanaikaisesti irrotuspöydän kohdalla tarttujassa olevat irrotetut taimet odottavat siirtopöydälle laskemista. (valokuva Marja Poteri)



# Ideoita metsänhoidon palvelutuotantoon – mitä Ruotsissa on kehitteillä?

VILLE KANKAANHUHTA | METLA

METSÄNHOIDON TEKNOLOGIAN tutkijat tekivät kesäkuun alussa ideoiden metsästysretken Ruotsiin. Teemana oli urheilutermein kehittämistoiminnan ketteryyso-minaisuuksien parantaminen ja yhteistyömahdollisuuksien kartoitus. Tavoitteena oli etsiä kehittämiskelpoisia ideoita sekä varastettavaksi että ostettavaksi. Millä metsänviljelyn ja metsänhoitopalvelujen osa-alueilla meillä olisi tarvetta uusien ideoiden pilotoinneille?

### Jatkuvatoimisen maanmuokkauksen menetelmäkehitys etenee

Ruotsissa tutkimusta tekevä Skogforsk on jatkanut yhdessä laitevalmistajien kanssa kääntömätästykseen tarkoitettujen jatkuvatoimisten maanmuokkauslaitteiden kehittelyä. Tänä kesänä testauksessa on jatkuvatoimisen kääntömätästyslaitteen toisen sukupolven prototyyppi (kuva 1). Muokkauslautanen on nyt sijoitettu metsäkoneen pyörien väliin, jotta takapyörät tiivistävät muokkausjäljen (kuva 2). Kehitystyössä on nyt keskitytty jatkuvatoimisesti tuotettavan optimaalisen muokkausjäljen aikaansaamiseen, jonka jälkeen

tavoitteena on kehittää laitteelle ohjausautomaatiikkaa kuljettajan avuksi. Kauempana tulevaisuudessa tavoitteena on konenäön ja anturitekniikan yhdistäminen ohjausautomaatiikkaan kuljettajan tueksi. Vielä kaukaisempana tavoitteena siintää mahdollisen koneistutusyksikön liittäminen metsäkoneen perään.

### Bracke kehittää automatisoitua taimisyöttöä istutuskoneisiin

Brackella oli Elmia 2013 -metsämessuilla näyttävin koneellisen metsänhoidon osasto. Esillä oli jo varmaksi testattua tekniikkaa, kuten istutuskone, kylvölaitteet ja maanmuokkausratkaisut (kuva 3). Jatkuvatoimisia laikkumätstäjiä saa kaksirivisistä aina tehokkaiisiin nelirivisiin asti. Kolmisakaraisen mätästyspyörien rinnalle on kehitetty myös nelisakarainen versio suuremman mätästiheyden aikaansaamiseksi. Myös uusia vaihdettavia teriä on kehitetty näihin mätstäjiin. Brackella on lisäksi kehitteillä oma konseptinsa istutuskoneiden automaattiseen taimien syöttöön. Prototyyppijä ei kuitenkaan vielä päässyt kurkista-

### Konenäköä ilmasta metsänviljelyn avuksi

Ensimmäiset miehittämättömiä kaukokartoituslennokkeja ja koptereita käyttävät metsäsuunnittelurytykset ovat lanseeranneet palvelukonseptinsa Ruotsissa (kuva 4 ja 5). Taustalla on ruotsalaisen pienlennokkien ja kaukokartoituksen tutkimus- ja kehitystyön tuloksena tuotettu Personal Aerial Mapping System (PAMS) -konsepti. Tässä konseptissa yksittäiset suunnittelijat pystyvät hallitsemaan itsenäisesti tiedonkeruun suunnittelun, lennokkien lennätyksen, tiedon koostamisen ja analysoinnin. Yksittäinen kuvauslento voi tapahtua esim. 200 m korkeudesta, ja tuottaa lentokorkeudesta riippuen tietoa jopa 5 cm tarkkuudella 25–50 ha kokoisesta alueesta. Suomessa laserkeilaus syönee osan pienlennokkien hyödyntämisen markkinapotentiaalista. Mahdollinen markkinarako löytynee nuoriin metsiin kohdistuvasta tiedonkeruusta, operatiivisesta suunnittelusta ja metsänviljelyn laadun hallinnasta. Tämän lisäksi hyönteistuhojen, esim. kaarna-kuoriaisten, leviämisen seuranta voi osoittautua miehitettyjä ilmakuvauksia edullisemmaksi.

**Kuva 1.** Jatkuvatoimisesta kääntömätästyslaitteesta on kehitteillä toinen sukupolvi. (valokuva Ville Kankaanhuhta)

**Kuva 2.** Metsäkoneen takapyörät tiivistävät muokkauslaitteen tekemän jäljen. (valokuva Ville Kankaanhuhta)



Metsälehdessä 12/2013 esiteltiin jo ruotsalaisten tulevaisuuden visioita pienlennokkien hyödyntämisestä muokkauskoneiden ohjauksessa ja gps-laitteiden liittämisestä pottiputkiin istuttajien avustamiseksi. Kaukaisemmassa tulevaisuudessa siintää varsinainen potentiaali: kuinka paljon pystymme lisäämään istutuskoneiden tuottavuutta antamalla lennokkien keräämän tiedon istutuskoneiden ohjauksautomaatiikan avuksi? Pystyisikö esim. kehittyneillä oleva kääntömätästyskonsepti ja istutuslaite hyödyntämään lennokki-dataa?

### Palvelujen tuotteistus askeleen edellä

Metsäomaisuuden hoitoon palveluja tarjoavat toimijat olivat Elmia 2013:ssa näyttävästi esillä (kuva 6 ja 7). Syitä tähän voi hakea ainakin kolmelta eri suunnalta. Verrattuna esim. suomalaiseen FinnMetkoon ja Farmari-maaseutunäyttelyihin pääkohderyhmäksi on todennäköisesti vielä selvemmin nimetty juuri metsänomistajat. Toiseksi pienet metsänomistajat omistavat Ruotsin metsävaroista vain noin puolet ja suuret metsänomistajat, yhtiöt ja

yhteisöt omistavat noin 35%, kun valtionyhtiöiden omistuksessa on puolestaan n. 15%. Isojen asiakkaiden hankintaan kannattaneeksi satsata. Kolmantena tekijänä nousee esiin ruotsalaisten astetta kehittyneempi metsäpalvelujen tuotteistus, joka näkyy myös markkinoinnissa. Palvelukuvaukset eri palveluntarjoajien osastoilla olivat selkeitä, vakuuttavia ja helposti sisäistettäviä. Varsinaista palvelujen sisältöä ja laatua emme luonnollisestikaan päässeet testaamaan.



**Kuva 3.** Bracke kehittää automaattista taimien syöttöä istutuskoneeseensa. Prototyyppi ei ollut kuitenkaan vielä esillä Elmia 2013 -näyttelyssä. (valokuva Ville Kankaanhuhta)



**Kuva 4.** Skogspartner AB on lanseerannut Ruotsissa miehittämättömiä lennokkeja hyödyntävän palvelukonseptin metsäsuunnittelupalveluihin. (valokuva Ville Kankaanhuhta)



**Kuva 5.** Miehittämättömien lennokkien lisäksi myös kameroilla varustetut kopterit ovat yleistymässä. Niitä saa jo jopa kuluttajatuotteina suomalaisista verkkokaupoista. (valokuva Ville Kankaanhuhta)



**Kuva 6.** Suurimmat puunostajat ja palveluntarjoajat olivat rakentaneet kokonaisen pihamaan grillausmahdollisuuksineen Elmia 2013 -näyttelyn asiakkailleen. (valokuva Ville Kankaanhuhta)



**Kuva 7.** Metsäomaisuuden hoitopalvelujen tarjoajat olivat näyttävästi esillä Elmiassa. (valokuva Ville Kankaanhuhta)

# Koneellisesta metsänhoidosta ensimmäinen oppikirja ja koulutusmateriaalia

HARRI SAVONEN | POHJOIS-KARJALAN AMMATTIOPISTO VALTIMO

KONEELLISEN METSÄNHOIDON kehittämissä hankkeissa (1.1.2011–31.11.2013) haettiin ratkaisua metsäalan organisaatioiden kykyyn ottaa käyttöön uusia metsänhoitoon, metsäenergian ja ainespuunhankintaan liittyviä teknisiä ja menetelmällisiä ratkaisuja talouden, toimivuuden ja organisoitumisen näkökulmat huomioiden. Uusien innovaatioiden käyttöönotto vaatii tuekseen riittävän tieteellisen perustan sekä toimivan koulutusratkaisun niin

työntekijöille, suunnittelijoille kuin esimiehille.

ESR-rahoitteisen hankkeen toimijoina olivat Itä-Suomen yliopisto sekä Karelia ammattikorkeakoulun ja Pohjois-Karjalan koulutuskuntayhtymän metsä- ja metsäkoneala.

Hankkeen varsinaisena kohderyhmänä olivat edellä mainittujen koulutusorganisaatioiden opetushenkilöstö, pilottihankkeissa ja -koulutuksissa mukana olevat alan yritykset ja niiden hankkeeseen

osallistuva henkilöstö, metsäkone- ja metsäpalveluyritykset, metsäorganisaatioiden toimihenkilöt ja alan kone- ja laitevalmistajat ja niiden henkilöstö.

Välillisesti kohderyhmänä ja edunsaajina olivat lisäksi maakunnan kone- ja metallialan ja auto- ja kuljetusalan yritykset laajemmin ja niiden henkilöstö sekä ammatillisen koulutuksen ja korkeakoulutuksen alan opiskelijat.

Hankkeen tuloksena syntyi tutkittua tietoa uusista metsänhoidon

**Kuva 1.** Istutuskoneella harjoitellaan laikkumättäiden tekoa. (valokuva PKKY/Valtimo)



**Kuva 2.** Näkymä perattavaan kuusen taimikkoon kitkentälaitteen ohjaamosta. (valokuva PKKY/Valtimo)

tekniikkaa hyödyntävistä menetelmistä, laitteista ja alan toimijoiden organisoitumisesta. Muun muassa tämän tiedon pohjalta hankkeessa tuotettiin eri koulutusasteille opetusmateriaalia.

## Koneellinen metsänhoito tulevaisuudessa

Koneellisen metsänhoidon jalkauttaminen taimikon varhaishoitoon sekä taimikon harvennukseen on haasteellista. Kansallisesti meillä on jo alueita, joilla kehitetyt koneellisen metsänhoidon työajajat on hyväksytty ja otettu käyttöön. Toiminta on jo osittain vakiintunut metsäteollisuuden suoraan tai välillisesti omistamilla metsäalueilla. Alueilla, jonne koneellista metsähoitoa ollaan vasta jalkauttamassa, tarvitaan läpi työajajien tiedotusta ja koulutusta. Koneellisessa Metsänhoitohankkeessa tuotetulla materiaalilla uusien alueiden hallitunotto on hallitumpaa.

Tämänhetkinen tilanne koneellisen metsänhoidon laajamittaisemmassa käyttöönottamisessa, on osittain verrattavissa harvennushakkuiden koneellistamisen aikakauteen 1990-luvulla. Tuolloin metsänomistajienkin suhtautuminen koneellisesti korjattaviin harvennushakkuihin oli osittain kielteistä. Yhtenä suurimpana huolenaiheena oli työajajien laatu koneellisen hakkuun jälkeen. Oli tuki muitakin huolenaiheita mm. metsuritöiden vähentyminen. Vieläkin törmää metsänomistajien keskuudessa ajatukseen, että he haluavat ihmisen – metsurin – tekemään metsätöitä. Eivätkö metsätyökoneiden kuljettajat sitten ole ihmisiä? Kyllä he ovat, käy-



tettävissä olevat työvälineet vain muuttuvat aikojen saatossa metsäalallakin.

Koneellisessa metsänhoidossa hyväksyttävän työajajien saavuttamiseksi tarvitaan onnistuminen koko toimintoketjussa. Hyvä suunnittelu kohteelle antaa hyvän pohjan käytännön toteutukselle. Kuljettajien rooli toimintoketjussa on kuitenkin näkyvin osa. Koneenkäytön lisäksi systemaattisten työmallien käyttäminen ja päätöksentekorohkeuden kasvataminen ovat haastavimmat asiat kuljettajien koulutuksessa. Myös metsänkasvatuksen ketjun laajempi osaaminen korostuu jatkossa koneellisen metsänhoidon työtehtävissä. Koneellisen metsänhoidon tulevaisuus onkin metsäalan asiantuntijaorganisaatioiden, koulutusorganisaatioiden ja työelämän yhteinen haaste. Työlajeja tulee edelleen kehittää, ottaa mukaan uusinta teknologiaa, esimerkiksi kuljettajaa opastavat järjestelmät, ja olla ennen kaikkea avoin uusille ideoille. Ideasta voikin poikia innovaatio, joka tuottaa rahallista hyötyä yhteiskunnalle.

On helppo ennustaa, että koneellista metsänhoitoa tullaan vastustamaan, kun siirrytään

toimimaan laajemmin yksityisten metsänomistajien metsiin. Mutta samankaltainen pitkäjänteinen työ (tutkimus, kehitys, koulutus, työelämä) kuin harvennushakkuiden koneellistamisessa tehtiin, tulee tuottamaan onnistumisia koneellisessa metsänhoidossa tulevaisuudessa.

## Koneellinen metsänhoito -oppikirja

Koneellisen metsänhoidon kehittämishankkeessa on tehty koneellisen metsänhoidon oppikirja, jonka sisällön tuottamisesta pääasiassa vastasi Mikael Kukkonen (Itä-Suomen yliopisto) ja toimitamisesta Eila Kukkonen (Karelia amk). Oppikirja julkaistiin 12.12.2013 Joensuussa Karelia ammattikorkeakoulun Sirkkalan yksikössä. Kirjasta otettiin 1500 kappaleen painos, jota tullaan jakamaan laajasti alan toimijoille ja asiasta kiinnostuneille. Kirjan postitukset eri toimijoille toteutetaan joulukuun 2013 ja tammikuun 2014 aikana. Kirjaa voi postitusten jälkeen tiedustella Pohjois-Karjalan ammattiopisto Valtimolta (puh: 013 244 3100) tai [amo.valtimo\(at\)pkky.fi](mailto:amo.valtimo(at)pkky.fi)

# Lyhytpäiväkäsittelyn käyttö ”2-vuotiaiden” kuusentaimien kasvattamiseen vuodessa vaatii lisätutkimuksia

OHTO SALO JA JOHANNA RIIKONEN | METLA

## Taustaa

Aikaisin annetun ja kestoltaan lyhyen lyhytpäiväkäsittelyn (LP-käsittelyn) on todettu aiheuttavan jälkikasvua kuusen taimissa. Käytännössä jo yhden viikon pituinen LP-käsittely saa aikaan taimen silmun muodostumisen, mutta aikaisin annettu lyhytkestoinen käsittely saattaa aiheuttaa taimissa silmun puhkeamisen saman kasvukauden aikana (Luoranen ym. 2009). Kohmannin ja Johnsenin (2007) havaintojen mukaan jälkikasvun välttämiseksi tulee alkukauden LP-käsittelyissä käyttää vähintään kolmen viikon pituista ajanjaksoa tai aloittaa lyhytkestoinen käsittely myöhemmin kesällä. Männyntaimien kasvatus ”2-vuotiaiksi” yhdessä vuodessa on onnistunut lyhytpäiväkäsittelyä hyödyntäen (Luoranen & Rikala 2012). Herääkin kysymys,

pystyttäisiinkö kehittämään kasvatusmenetelmä, jossa lyhyellä – aikaisin annetulla – LP-käsittelyllä voitaisiin tuottaa ”2-vuotiaita” taimia. Saadaanko päätesilmut muodostumaan ja lähtemään vielä uudelleen kasvuun saman kasvukauden aikana?

## Aineisto ja menetelmät

Tässä kokeessa kaksi 6.2.2013 kylvettyä PL121F-kennostoa puolitettiin ja puolikkaille kennostoille annettiin 3 vrk, 5 vrk ja 7 vrk LP-käsittely taimien saavutettua tavoitepituuden (> 12 cm). Yksi puolikas kennosto jätettiin kontrolliksi. Kylvöerän taimien keskipituus oli 14.5.2013 n. 14 cm ja LP-käsittelyt aloitettiin 20.5.2013. Kiinteä yön pituus kaikissa käsittelyissä oli 16 h. LP-käsittelyt toteutettiin lasikasvihuoneessa pimenysverholla vuoratun puukehikon

alla. Silmun muodostumista ja puhkeamista seurattiin silmämääräisesti kokeen kuluessa.

## Tulokset

LP-käsittelyt taimet muodostivat päätesilmun 17.6.2013 mennessä. Kontrollitaimien silmunmuodostus vei kauemmin ja ensimmäiset silmut ilmestyivät kesäkuun loppuun mennessä. Noin puolet kontrollitaimista ei muodostanut päätesilmua 30.7.2013 mennessä. Ensimmäiset 3 vrk:n käsittelyn saaneiden taimien silmut puhkesivat 26.6., 5 vrk:n käsittelyn 28.6. ja 7 vrk:n käsittelyn 16.7. Yli puolet (57 %) 3 vrk:n ja 33 % 5 vrk:n käsittelyn saaneista taimista lähtivät uuteen kasvuun päätesilmusta 30.7. mennessä (kuva 1). Viikon mittaisen LP-käsittelyn saaneiden taimien päätesilmuista vain 9 % lähti uuteen kasvuun (taulukko 1).

**Taulukko 1.** Taimien kehitysvaihe (%-osuus saman käsittelyn saaneista taimista) 30.7.2013.

Käsittely	Kasvussa	Silmussa	Päätesilmu puhjennut	Päätesivusilmut puhjenneet	Sivusilmut puhjenneet
Kontrolli	18	49	24	7	2
LP 3 vrk	0	32	4	53	11
LP 5 vrk	0	48	2	31	19
LP 7 vrk	0	84	2	7	7



## Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset

Tämän tutkimuksen perusteella 3 vrk:n LP-käsittely on riittävä aiheuttamaan silmunmuodostumisen. Taimet lähtivät saman kasvukauden aikana uuteen kasvuun herkimmin lyhyellä käsittelyn kestolla. Jo viikon mittainen LP-käsittely viivästyttää tai ehkäisee silmun uudelleen puhkeamisen, ainakin lasikasvi-huoneolosuhteissa. Jälkikasvun todennäköisyys pienenee siirryttäessä 3 vrk:n käsittelystä 5 vrk:n pituiseen käsittelyyn. Jos halutaan saada aikaan jälkikasvua, tulee käsittelyn olla 3 vrk tai mahdollisesti lyhyempi. Tulokset osoittavat, että kuusen taimilla on mahdollisuus samantapaiseen ”2-vuotiaaksi yhdessä vuodessa”-kasvatukseen kuin männyllä. Taimien alkuperän ja kasvatusajan lämpöolosuhteiden vaikutus, sekä käsiteltyjen taimien karaistuminen vaativat kuitenkin lisätutkimusta menetelmän varmistamiseksi.

## Kiitokset

Lämpimät kiitokset Risto Rikalle arvokkaista neuvoista aiheeseen liittyen.

## Kirjallisuutta:

.....  
Kohmann, K. & Johnsen, Ø. 2007. Effects of early long-night treatment on diameter and height growth, second flush and frost tolerance in two-year-old *Picea abies* container seedlings, *Scandinavian Journal of Forest Research* 22(5): 375–383.

.....  
Luoranen, J., Konttinen, K. & Rikala, R. 2009. Frost hardening and risk of a second flush in Norway spruce seedlings after an early-season short-day treatment. *Silva Fennica* 43(2): 235–247.

.....  
Luoranen, J. & Rikala, R. 2012. Early season short-day treatment did not affect the field performance of *Pinus sylvestris* container seedlings in summer planting. *Scandinavian Journal of Forest Research* 27: 420–423.



**Kuva 1.** Helmikuun alussa kylvetyt ja toukokuun lopussa erikestoisesti LP-käsitellyt taimet valokuvattuna 1.8.2013. (valokuvat Ohto Salo)

# Julkaisusatoa

## KAKSIPUOMISEN ISTUTUSKONEEN SIMULOITU TUOTTAVUUS

Ersson, B. T., Jundén, L., Bergsten, U. & Servin, M. 2013. Simulated productivity of one- and two-armed tree planting machines. *Silva Fennica* vol. 47 no. 2 article id 958. 23 s. <http://www.silvafennica.fi/pdf/article958.pdf>

Pohjoismaissa koneellista istutusta tehdään lähinnä Suomessa ja Etelä-Ruotsissa. Istutuskoneet koostuvat peruskoneena toimivasta kaivinkoneesta sekä puomin päähän asennettavasta lisälaitteesta. Yleisin käytössä oleva laite on yksipäinen Bracke, mutta käytössä on myös kaksipäinen M-Planter. M-Planterilla on havaittu korkeampia tuottavuuksia kuin Brackella, mutta erilaisten työskentelyolosuhteiden seurauksena tuottavuusero ei aina ole realisoitunut käytännössä. Koneellisen istutuksen kustannukset ovat vielä olleet erillistä maanmuokkausta ja käsin istutusta korkeammat.

Jotta koneellinen istutus yleistyisi tulevaisuudessa, tarvitaan tuottavuuden nousua, johon eräs vaihtoehto voisi olla kaksipuominen istutuskone.

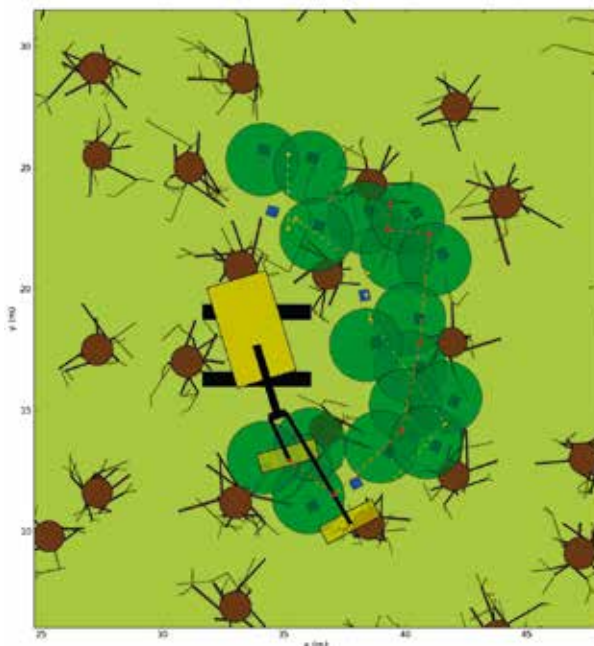
Erssonin ja muiden (2013) tutkimuksen tavoitteena oli simuloinnin avulla tutkia puoliau-tomaattista kaivinkonepohjaista istutuskonetta, joka etenee työpisteittäin työskennellen samanaikaisesti kahdella puomilla. Sen potentiaalista tuottavuutta verrattiin pohjoismaisissa olosuhteissa nykyisin käytössä oleviin yksipuomisiin istutuskoneisiin. Simulointia varten luotiin mallit uudistusalan ominaisuuksista, istutuskoneesta ja koneen työskentelystä. Simuloinnin avulla saatiin tuotettua visualisoidut kuvat koneiden työskentelystä uudistusalalla (kuva 1).

### Päätulokset ja johtopäätökset

- Kaksipuomisen istutuskoneen tuottavuus ei noussut verrattuna yksipuomiseen, kaksipäiseen istutuskoneeseen.

- Kaksipuomisen ja kaksipäisen istutuskoneen tuottavuus oli korkein, mutta mahdolliset lisäinvestoinnit laskevat koneen kustannustehokkuutta siten, ettei se ole enää kilpailukykyinen kaksipäiselle istutuskoneelle yhden puomin päässä. Lisäksi neljä tainta samanaikaisesti istuttava kone oli herkin työvaikeustekijöiden vaikutuksille.
- Automaation lisääminen voisi parantaa kaksipuomisen istutuskoneen kilpailukykyä verrattuna yksipuomiseen.
- Johtopäätöksenä kaksi istutus-päätä yhdessä puomissa on parempi vaihtoehto tuottavuuden nostamiseen pohjoismaisissa olosuhteissa kuin kaksi puomia. Näin ollen kaksipuomisen työpisteittäin etenevän istutuskoneen jatkokehittäminen ei ole perusteltua.

TIINA LAINE



**Kuva 1.** Simuloinnin tuottama kuva. Kuvassa on kaksipuominen ja kaksipäinen istutuskone, kannot ja työtä häiritsevät juuret näkyvät ruskeina, istutuskohdat ympyröitynä vihreällä ja koneen työskentelymalli katkoviivoin (Ersson ym. 2013).



## Metsätaimitarhapäivät

23.–24.1.2014

Hotelli Laajavuori, Jyväskylä

Teemoina mm.

- Kasvinsuojeluaineet rikkakasvien ja eläintuhojen torjunnassa
- Uutta tutkimusta kuusen taimien kasvatuksesta
- Juurikäävän torjunta
- Eri-ikäiskasvatuksen haasteet
- Jalojen lehtipuiden sv-siemen ja taimituotanto

Ennakkojärjestelyjen vuoksi pyydämme ilmoittamaan osallistumisenne (osallistuteko molempiin päiviin, mahd. erikoisruokavaliot) 10.1.2014 mennessä osoitteisiin: [rauno.kataja@kekki.fi](mailto:rauno.kataja@kekki.fi) JA [katri.himanen@metla.fi](mailto:katri.himanen@metla.fi)

Yöpyjiä pyydetään hoitamaan huonevaraukset suoraan hotelliin 10.1.2014 mennessä (puh. 014 628 211 tai sähköposti [laajavuori.rantasipi@restel.fi](mailto:laajavuori.rantasipi@restel.fi)). Huonehinta 107 € / 1hh, 134 € /2hh.



METLA



### PAAKKUTAIMIEN TAUTIEN INTEGROITU TORJUNTA METLAN INTERNET-SIVUILLE

Loppukesällä valmistunut opasvihkonen ja sitä tukeva power point -diasarja ovat saatavilla Metlan Taimitietopalvelun sivuilla: <http://www.metla.fi/metinfo/taimitieto/ipm.htm>

Oppaan ja diasarjan on tehnyt lokakuussa 2013 Metlasta eläkkeelle jäänyt tutkija Arja Lilja yhdessä Marja Poterin kanssa.

Taimitarhat voivat käyttää saatavilla olevaa pdf-aineistoa omissa koulutustapahtumissaan tai aineistoa voi hyödyntää itseopiskelussa. Metsätaimitarhoille on myös suunnitteilla keväälle 2014 kasvinsuojelukurssi, jossa aineistoa käydään läpi.

Suunnitellun kurssin yhteydessä on myös mahdollisuus suorittaa uusimuotoinen TUKESin kasvinsuojelututkimus, joka kaikkien ammattimaisten kasvinsuojeluaineiden käyttäjien on suoritettava marraskuuhun 2015 mennessä.

### METSÄPATOLOGIAN LABORATORIO UUDISTETTU SUONENJOELLA

Metlan Suonenjoen toimipaikassa kehitetään taimien taudinaiheuttajien nopeaa ja tarkkaa tunnistamista, mikä perustuu molekyylibiologisiin menetelmiin. Laboratoriossa tehtävä tutkimus palvelee taimien kasvattajia ja etsii ratkaisuja taimitarhoilla esiintyviin tautiongelmien tai niiden uhkiin. Tutkimushankkeissa arvioidaan myös Suomen metsätaloudelle vaarallisten ja usein uusien patogeenilajien aiheuttamia riskejä.

Molekyylibiologiset menetelmät ovat yleistyneet ja on tärkeää, että myös metsäpuiden taimille kehitetään samoja menetelmiä, jotka ovat jo käytössä muiden kasviryhmien tautien tunnistamisessa ja tutkimuksessa.

Metsäpatologian laboratorio nykyaikaistettiin kuluvan vuoden aikana EU:n EAKR-rahamurteen turvin ja hanketta rahoitti myös Suonenjoen kaupunki. Taimien tauteihin ja vieraslajeihin erikoistuva tutkija Anne Uimari aloitti metsäpatologian laboratoriossa joulukuussa 2012.



# PUUPPELLA - KULTTY - 171

PUPELON KYLÄSSÄ VILDELEVÄT HUUMORIA SUSIPARI NIILO NÄRE JA TAIMI PAAKKUNAINEN

