



METLA
TAIMI
UUTiset

numero 3/2012

Koneellisen
metsänhoidon
teemanumero



Koneistutuksella
kohti tehokkaampaa
metsänhoitoa

Metsänhoitolaitteet esillä
FinnMETKO 2012 -messuilla

YHTEISTYÖSSÄ MUKANA:

Fin Forelia Oy
Kiljavantie 664
05100 Røykkä

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

AINEISTON TOIMITUS
Heidi Hallongren & Tiina Laine

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

TAITTO
Metla/Maija Heino ja Essi Puranen

KANSIKUVA
Metla/Heidi Hallongren

TILAUKSET
Tilauhinta vuodeksi 2012 on 35 euroa.
Taimiuutiset ilmestyy neljä kertaa vuodessa.
Tilaukset toimittajalta tai verkkolomakkeella
www.metla.fi/taimiuutiset/taimiuutiset-tilaus.htm

JULKAISIJA
Metsäntutkimuslaitos
Itä-Suomen alueyksikkö/ Suonenjoki

ISSN-L 1455-7738
ISSN 1455-7738 (Painettu)
ISSN 2242-9395 (Verkkajulkaisu)
Kopijyvä Oy, 2012

Aineisto lehteen	Ilmestyy
Kevät 25.2.	28.3.
Kesä 4.5.	4.6.
Syksy 31.8.	30.9.
Talvi 3.12.	31.12.



9 Metsäteho satsaa koneellisen metsänhoidon kehitystyöhön



KIRJOITTAJIEN YHTEYSTIEDOT

juho.rantala
Metsä Group
PL 314 (Postitorvenkatu 16)
33101 Tampere
(33840 Tampere)

heidi.hallongren@metla.fi
tiina.laine@metla.fi
jaana.luoranen@metla.fi
risto.rikala@metla.fi
Metsäntutkimuslaitos
Itä-Suomen alueyksikkö
Juntintie 154
77600 Suonenjoki

miia.parviainen@metla.fi
Metsäntutkimuslaitos
Pohjois-Suomen alueyksikkö
PL 413 (Rakentajantie 3)
90014 Oulun yliopisto

mikko.syri@mitsakeskus.fi
Suomen metsäkeskus,
Julkiset palvelut
Etelä- ja Keski-Pohjanmaa
Huhtalantie 2
60220 Seinäjoki

jarmo.hamalainen@metsateho.fi
markus.strandstron@metsateho.fi
Metsäteho Oy
PL 101 (Snellmaninkatu 13)
00171 Helsinki

jouko.kalmari@aalto.fi
heikki.hyyti@aalto.fi
arto.visala@aalto.fi
Aalto-yliopisto
Automaatio- ja
systeemiteknikan laitos
PL 15500
00076 AALTO



14 Automaatiosta apua metsänhoitotöiden koneellistamiseen



20 Kitkevän perkaajan laitekehityksestä hyviä tuloksia

Sisällys

Koneilla pitää tehdä töitä!.....	4
<i>Juho Rantala</i>	
Koneellisen metsänhoidon laiteratkaisut esillä FinnMETKO 2012 -messuilla	6
<i>Heidi Hallongren, Tiina Laine</i>	
Metsäteho kehittää koneellista metsänhoitoa	9
<i>Jarmo Hämäläinen, Markus Strandström</i>	
Ennakkoluulot murrettavissa – koneistutuksella kohti tehokkaampaa metsänhoitoa ...	11
<i>Mikko Syri, Tiina Laine</i>	
Automaatio koneellisen varhaisperkauksen ja istutuksen apuna.....	14
<i>Jouko Kalmari, Heikki Hyyti, Arto Visala</i>	
Paikkatietoon yhdistetyn koneistutuksen kehittäminen Pohjois-Pohjanmaalla	18
<i>Miia Parviainen</i>	
Kitkevän perkaajan laitekehitys näyttää lupaavalta.....	20
<i>Heidi Hallongren</i>	
Mitä kitketyille kuusentaimikoille kuuluu?	23
<i>Heidi Hallongren</i>	
Julkaisusatoa.....	24

Koneilla pitää tehdä töitä!

JUHO RANTALA | METSÄ GROUP



KUN PUUNKORJUUTA AIKANAAN KONEELLISTETTIIN, varjosti kehitystyötä huoli metsureiden työttömyyden kasvusta. Metsänhoidon kohdalla tilanne on tällä hetkellä toinen. Lähes puolet suomalaisista metsureista jää eläkkeelle seuraavien viiden vuoden aikana, eikä uusia ammattilaisia ole jonoksi asti. Jos metsänhoidon työmäärät ja laatu halutaan säilyttää vähintään nykyisellä tasolla, niin ihmistyön tuottavuutta on pystyttävä nostamaan. Tähän koneellistaminen tarjoaa ratkaisun.

Kuten missä tahansa tuotannollisessa toiminnassa, metsänhoidossakin on takuuvarmasti kysyntää koneellisille ratkaisuille, joilla voidaan tuottaa asiakkaalle hinta-laatu-suhteeltaan kilpailukykyinen palvelutuote. Jotta konetyön hinta-laatu-suhde on kunnossa, pitää suhteen molempien komponenttien olla kohdallaan. Kun vertailukohdaksi otetaan metsurityö, on tärkeimmissä metsänhoidon työlajeissamme, istutuksessa ja taimikonhoidossa, näistä komponenteista ainoastaan koneellisen istutuksen laatu erinomaisella tasolla. Tutkimus- ja kehitystyön haasteita siis riittää.

Koneelliseen istutukseen tarvitaan lisää nopeutta. Toinen tavoite tulee olla kuljettajan vaikutuksen vähentäminen siten, että työnopeuden ja työpöjäljen laadun vaihtelu saadaan minimoitua. Nykyisten konekonseptien suorituskyky tunnetaan, joten tutkimus- ja kehitystyön panoksia tulee ohjata niiden käyttöönoton tukemiseen sekä kokonaan uudentyypisten ratkaisujen ideointiin. Tähän liittyvä kehitystyö onkin viime vuosina aktivoitunut ja kenties näemme uusia ja huomattavasti entistä nopeampia koneita jo lähitulevaisuudessa.

Taimikonhoidon koneellistamisessa on syytä selvittää laatuasioita perusteellisemmin. Nykyisillä

koneilla joudutaan väistämättä pohtimaan, kuinka hyvään laatuun taimikonhoidossa on järkevää pyrkiä. Laadultaan metsurityön veroista koneellista menettelmää ei ole toistaiseksi nähty – koneiden jäljiltä taimikkoon jää enemmän ei-toivottuja puita ja arvopuiden korjuuvaurioita. Kysymys on kompromissin hakemisesta kustannusten ja laadun välillä. Metsänomistajalle totuttua epämääräisempää työpöjälkeä on kuitenkin vaikea perustella, vaikka siihen taloudellisesti järkevät perusteet olisikin.

Myös koneellisten metsänhoitotöiden organisoinnissa on kehittämisen varaa. Nykyisistä koneista monet käyvät turhan matalilla käyttöasteilla, mikä näkyy konetyön korkeina pääomakustannuksina tehtyä suoriteyksikköä kohden. Pienehköt työmäärät ovat seurausta useammasta epäkohdasta. Usein syynä on kuitenkin ollut se, että koneille on ollut tarjolla niukasti työkohteita. Konetyön markkinointi edellyttääkin ponnistuksia sekä koneyrityksiltä että konetyötä markkinoivilta metsäpalveluiden myyjiltä. Konetyössä voidaan säästää myös työnjohtokustannuksissa, mutta sekin edellyttää riittävän suurien vuotuisien työmääriä ja ammattimaista otetta työn toteutukseen, suunnitteluun ja ohjaukseen.

Ilmapiiri metsänhoidon koneellistamisen ympärillä on viimeisten viiden vuoden aikana muuttunut selvästi. Koneellistamisen tarve on tunnistettu ja tunnustettu. Lisäksi kone- ja laitevalmistajat ovat aktivoituneet kehittämään uusia koneellisen metsänhoidon ratkaisuja. Nyt tarvitaan aktiivista ja rohkeaa otetta koneiden käyttöönottoon ja myös sitä tukevaan tutkimus- ja kehitystyöhön!



Koneellisen metsänhoidon laiteratkaisut esillä FinnMETKO 2012 -messuilla

HEIDI HALLONGREN JA TIINA LAINE | METLA, ITÄ-SUOMEN ALUEYKSIKKÖ

JÄRJESTYKSESSÄÄN 14. FinnMETKO-messut järjestettiin 30.8.–1.9.2012 Jämsässä. Messut ovat Suomen suurin konealan tapahtuma, jonka keskeisintä antia ovat koneiden työnäytökset. FinnMETKO 2012 keskittyi kolmelle toimialueelle: maanrakennus-, metsä- ja kuljetusalalle. Näiden lisäksi messut tarjoavat oivan esittäytymismahdollisuuden myös metsänhoitolaitteille. Kaikki kotimaiset laitevalmistajat olivat saaneet tuotteensa hyvin esille: osalla oli työnäytöksiä, toisilla videoita tai jopa simulaattoreita.

FinnMETKO on perinteeksi muodostunut tapahtuma, joka kerää kokoon koneista kiinnostuneita vierailijoita ulkomaita myöden. Tapahtuma kokosi yhteen niin metsäkone- kuin maanrakennusalanakin yrittäjät, tuotekauppiat, laitevalmistajat ja asiakkaat. FinnMETKO 2012 -messuilla kävi kolmen päivän aikana yhteensä 32 300 vierailijaa. Näytteilleasettajia oli yli 350, kattaen eri palveluiden ja komponenttien tuottajat, alihankkijat sekä monipuoliset sidosryhmien edustajat.

Uusia tuulia koneelliseen istutukseen

Metsänhoidon laiteratkaisut näyttivät kiinnostavan messukävijöitä, ja jokaisen laitevalmistajan osastolla näyttikin olevan paljon uteliaita vierailijoita. Suurin mielenkiinto kohdistui ehkä odotetustikin Risuteknikka Ky:n ja UPM Metsän yhteistyönä kehittämään automaattisella taimensyötöllä varustettuun istutuskoneeseen, joka oli ensiesittelyssä FinnMETKO 2012 -messuilla. Automaattinen taimimakasiini APC (Automatic Plant Container) oli asennettuna Risutec PM100 istutuskoneeseen, mutta se on mahdollista

kytkeä myös ruotsalaisvalmisteiseen Bracke istutuslaitteeseen. Aikaisempiin istutuslaitteisiin verrattuna, uudella laitteella työaikaa ei enää kulu taimikasetin täyttämiseen, vaan työvuoron alussa taimimakasiiniin ladataan kerralla noin 2 300 tainta. Näin ollen taimia riittää koko työvuoron ajalle, eikä istutusaikaa kulu enää taimikasetin täyttämiseen.

Käytännössä istutuskoneella työskennellään siten, että ensin tehdään yhdestä istutuspisteestä laikumättäät, jonka aikana 12-paikkainen taimennoutaja noutaa taimet ja siirtää ne siirtokasettiin. Tämän jälkeen siirtokasetti annostelee taimet yksitellen istutusputkeen odottamaan istutusvuoroaan. Yhdeksän istutetun taimen jälkeen alkaa uusi työkierto, kun taimennoutaja lähtee hakemaan uusia taimia siirtokasettiin ladattavaksi. Koneen ohjaamossa kuljettaja pystyy seuraamaan taimensiirtokasetin toimintaa kameran välityksellä. Uuteen istutuslaitteeseen saa myös asennettua tukkimiehentäi torjuntalaitteiston ja boorilannoituslaitteen, joka on tehty yhteistyössä Yara:n kanssa.

Uudessa istutuskoneessa on paljon automatiikka ja sen suunnittelussa sekä toteutuksessa onkin ollut mukana mm. Parker Hannifin Oy. ”Laitteen ideointi aloitettiin huhtikuussa, joten prosessi ideasta valmiiksi tuotteeksi on ollut suhteellisen nopea”, toteaa istutuskoneen ideoinut Risuteknikan toimitusjohtaja Jussi Aikala. Painoltaan APC-istutuslaite on noin 2 000 kg, joten se edellyttää peruskoneena toimivalta kaivinkoneelta vähintään 18 tonnin painoa.

Asiasta enemmän kiinnostuneille on tarjolla video uudesta istutuslaitteesta YouTube:ssä hakusanalla ”UPM istutuskone”.

Kuva 1. Kävijät viihtyivät aurinkoisella messualueella. (valokuva Heidi Hallongren)



Kuva 2. Ristutecin uusi istutuslaite kätkee sisäänsä paljon tekniikkaa. (valokuvat Heidi Hallongren)





Kuva 3. Tehojätkä-simulaattori tutkija Uotilan käsittelyssä. (valokuva Heidi Hallongren)

Kiinnostus lupaa hyvää myös taimikonhoidon koneellistumiselle

Usewoodin messuosastolla on huomattu muutoksia messuvieraiden asenteissa verrattuna aikaisempiin, vuonna 2010 järjestettyihin FinnMETKO-messuihin. ”Edelliseen kertaan verrattuna kävijöiden tietämyksen kasvu koneellisesta taimikonhoidosta on ollut selvästi havaittavissa”, totesi Usewoodin Hannu Usenius. Usewoodin Tehojätkä-pienmetsäkone on taimikonraivauksen ja pienpuuhakkuun

erikoiskone monine työlaitteineen. Usewoodin osastolla oli mahdollisuus hankkia tuntumaa Tehojätkän käytöstä uuden oppilastyönä tehdyn simulaattorin avulla, jota on toiveissa päästä tulevaisuudessa käyttämään myös osana opetusta.

Myös Pentin Pajan messuosastolla oli havaittavissa kiinnostusta Naarvan kitkevää perkaajaa kohtaan. Myös ulkomaista kiinnostusta on ollut; heille idea katkaisun sijaan juurineen kitkennästä on erityisen kiinnostava, mutta käyttökohteet kitkevälle laitteella erilaisia kuin Suomessa. Taimikonhoidon sijaan heidän kiinnostuksensa kohdistuu linjan perkauksiin ja muihin erityiskohteisiin. Pentin Paja on kohdistanut odotuksiaan Ruotsin markkinoille, missä ollaankin oltu kiinnostuneita kitkennästä. Ruotsalaiset ovat usein olleet edelläkävijöitä uusien menetelmien kanssa, joten Pentin Pajan toiveissa olisikin, että kitkentä löisi läpi länsinaapurissa.

Koneellistamisella laajasti näkyvyyttä

Messuilla oli esillä kaikki nykyisin käytössä olevat istutuslaitteet, Risutecin lisäksi kaksipäinen M-Planter sekä ruotsalaisvalmistinen Bracke-istutuslaite Uitto-

kaluston osastolla. Lisäksi Mensen osastolla oli esillä RP-raivauspäät linjojen, junaratojen, tienvarsien taimiston ym. raivaukseen. Havelin osastolta puolestaan löytyi turvemaiden uudistamiseen Havelmaanmuokkain, jolla maanpinta sekoitetaan sopivaksi kylvöalustaksi siemenelle. Siihen voidaan asentaa myös kylvölaite, jolloin kylvö onnistuu maanmuokkauksen yhteydessä. Messujen aikana järjestettiin myös koneyrityksien paneelikeskusteluja, joista yhdessä oli aiheena koneellinen metsänistuttaminen ja puhujina koneyrityksien Kai Valta ja valtakunnallisen koneistutushankkeen projektipäällikkö Mikko Syri Suomen metsäkeskuksesta.

FinnMETKO-messuilla julkistettiin myös koneellisen metsänistutuksen opas, joka on tehty Metsäkeskuksen ja Metsäntutkimuslaitoksen yhdessä toteuttamassa hankkeessa. Yhteisellä messuosastolla oli myös esillä Itä-Suomen yliopiston ja Pohjois-Karjalan koulutuskuntayhtymän yhdessä toteuttama metsänhoitotöiden koneellistaminen -kehittämishanke, jonka tuloksena syntyy tutkittua tietoa uusista metsänhoidon tekniikkaa hyödyntävistä menetelmistä, laitteista ja organisoitumisesta ja jossa käynnistetään koneellisten metsänhoitotöiden opettaminen Pohjois-Karjalan ammattiosasto Valtimolla.



Kuva 4. Projektipäälliköt Syri ja Kukkonen esittelemässä uutta koneistutusopasta Metsäkeskuksen, Metsäntutkimuslaitoksen ja Itä-Suomen yliopiston yhteisellä messuosastolla. (valokuva Tiina Laine)

Metsäteho kehittää koneellista metsänhoitoa

TEKSTI JA KUVAT: JARMO HÄMÄLÄINEN JA MARKUS STRANDSTRÖM | METSÄTEHO OY

Metsäteho on metsäteollisuuden, metsähallituksen ja Yksityismetsätalouden työnantajien omistama tutkimus- ja kehitysyhtiö. Yhtiön tehtävänä on kehittää omistajiensa lukuun puunhankinnan ja puuntuottamisen toimintamalleja, menetelmiä ja tekniikkaa. Tavoitteena on parantaa puuhuollon kustannustehokkuutta kokonaisuutena, ja metsänhoitotöiden kehittäminen kuuluu siihen yhtenä osana.

Metsänhoidon koneellistaminen on tällä erää yksi keskeinen painoalue Metsätehon toiminnassa. Lähes kaikkiin metsänhoitotöihin on jo olemassa teknisesti toimivia ratkaisuja, mutta niiden taloudellisessa kilpailukyvyssä on parantamisen varaa. Tavoitteena on, että koneilla saataisiin aikaan vastaavanlainen kehityshyppäys kuin aikanaan puunkorjuussa. Ilman koneellistamista ei ole edellytyksiä päästä jatkuvaan tuottavuuden paraneamiseen, joka on edellytys kannattavalle puuntuotannolle myös tulevaisuudessa.

Pääpaino on suurimmissa työlajeissa eli koneelliseen istutukseen ja taimikonhoitoon pyritään löytämään kustannustehokkaampia ratkaisuja. Viime keväänä käynnistettiin Metsätehon koordinoimana jatkuvatoimisen istutuskoneen kehittämishanke. Hankkeessa tavoitellaan istutuskonetta, jonka tuottavuus olisi moninkertainen nykyisiin ratkaisuihin verrattuna. Hankkeen haastavuus ja riskialttius tiedostetaan, mutta ilman tosi yritystä asiassa ei päästä eteenpäin. Hanke vaatii onnistuakseen monipuolisen toimijajoukon, ja niinpä mukana onkin Metsätehon osakastahojen lisäksi kone- ja laitevalmistajia, taimituottajia, automaatioasiantuntijoita ja Metlan tutkijoita. Hankkeessa kehitetään kahta konekonseptia, joista toinen perustuu jatkuvatoimiseen kohoumamuokkukseen ja toinen kuitusaven käyttöön istutusmätäiden teossa.



Kuva 1. Taimi kuitusavimättäessä vuoden kuluttua istutuksesta.

- Kohoumamuokkaukseen perustuvan konekonseptin perustana on Pentin Paja Oy:n kehittämä uudentyypinen muokkauslaite. Sen ensimmäistä prototyyppiä on jo päästy kokeilemaan ja kehitystyö jatkuu kuluvan syksyn aikana.
- Istutusalueiksi käyttökelpoista kuitusavea syntyy metsäteollisuudessa jätepaperin siistauksessa sekä paperin ja kartongin teon sivutuotteena. Metsä Group ja Metla ovat parhaillaan perustamassa viljelykokeita, joissa selvitetään kuitusaven ominaisuuksia viljelyalustana, viljelytulosta ja tarvittavaa ainesmäärää.

Taimikonhoidon koneellistamistutkimus Metsätehossa keskittyy uusien laiteratkaisujen kehittämiseen sekä erilaisten alustakoneiden kustannustehokkuuden vertailuun. Varsinaisen sahaustyön olennainen nopeuttaminen on osoittautunut vaikeaksi. Kasvatettavien puiden varominen, puiden katkaisu

hankalissa näkyvyysoloissa ja alustakoneen siirtäminen työpisteiden välillä vievät oman aikansa, eivätkä pienet parannukset katkaisutekniikassa siten paranna kilpailukykyä ratkaisevasti. Parhaillaan kokeillaan taimikonhoitoon räätälöidyn pienehkön kaivukoneen soveltuvuutta työhön ja sen kustannuskilpailukykyä. Ajatuksena on, että pääoma- ja käyttökustannuksia pienentämällä saavutettaisiin parempi kilpailukyky, vaikka työn tuottavuus olisikin samalla tasolla tähän asti käytettyjen kalliimpien alustakoneiden kanssa. Kenttäkokeiden tulokset saadaan kuluvan syksyn aikana. Samassa yhteydessä kokeillaan yhdessä Aalto-yliopiston kanssa konenäön ja muun aistintekniikan mahdollisuuksia kuljettajan apuna vaativassa työssä. Uusi teknologia on näyttänyt kyntensä monissa muissa työlajeissa, ja sitä on syytä hyödyntää myös metsänhoitotöiden kehittämisessä.

Lisätietoa tutkimuksista ja tuloksia www.metsateho.fi.



Kuva 2. Puupoljan Konepalvelu on kehittänyt 8 tonnin kaivukoneeseen maastokelpoisemman alustan.

Ennakkoluulot murrettavissa – koneistutuksella kohti tehokkaampaa metsänhoitoa

MIKKO SYRI | SUOMEN METSÄKESKUS, ETELÄ- JA KESKI-POHJANMAA
TIINA LAINE | METLA, ITÄ-SUOMEN ALUEYKSIKKÖ

Metsän uudistaminen on edelleen vahvasti miestyövaltainen työlaji. Kuluvan istutuskauden urakasta edelleen vain muutama prosentti istutetaan koneellisesti, vaikka istutuskoneita on olemassa ja näillä laitteilla uudistamistulos on todistustusti hyvä. Miksi näin?



Kuva 1. Suomalaisvalmisteisella M-Planter-istutuskoneella istutetaan kaksi tainta kerralla. (valokuva Mikko Syri)

KONEELLISEN ISTUTUKSEN yleistymisen yhtenä hidasteena ovat olleet ennakkoluulot, joita on sekä metsänomistajien, metsäammattilaisten että yrittäjien keskuudessa. Koneellisen istutuksen yleistymiseksi ei riitä, että uusi menetelmä on yhtä hyvä kuin vanha, vaan uuden menetelmän on oltava tehokkaampi, laadukkaampi ja edullisempi. Näin tapahtui puunkorjuun yhteydessä. Päästäänkö metsänuudistamisen koneellistamisessa samanlaiseen teknologiahyppäykseen?

Koneet tulevat istutustyömaille

Kaikki nykyisin käytössä olevat istutuslaitteet ovat kaivinkoneen lisävarusteita, joilla tehdään sekä maanmuokkaus että istutus. Markkinoilla on jo nyt laitteita, jotka ovat kilpailukykyisiä verrattuna perinteiseen kaivinkoneella tehtävään laikkumätästykseen ja

metsurityönä tapahtuvaan istutukseen. Yleisin käytössä oleva laite on ruotsalaisvalmisteinen Bracke. Suomalaisvalmisteisia laitteita ovat Risutec ja M-Planter, joista jälkimmäisellä on mahdollista istuttaa kaksi tainta kerralla.

Koneellisen istutuksen yleistymisen tulevaisuudessa näyttää todennäköiseltä, sillä metsätaloudessa on ennakoitavissa työvoimapulan kärjistymistä. Tämä asettaa uusia haasteita metsänhoidon koneellistamiseksi, sillä uhkana on, että osa tärkeistä metsänhoitotoimenpiteistä jää työvoimapulan vuoksi tekemättä. Lisäksi metsänomistajien rakennemuutoksen myötä yhä harvempi metsänomistaja on halukas itse istuttamaan taimia. Tulevaisuudessa onkin odotettavissa kasvavaa kysyntää tehokkaille menetelmille ja metsänhoitopalveluille, kuten koneistutukselle.

Koneellisen istutuksen etuna erilliseen maanmuokkaukseen ja käsinistutukseen voidaan pitää työn tasaista laatua. Monen koneelliseen istutukseen kriittisesti suhtautuvan metsänomistajan mieli on muuttunut työn tuloksen havaittuaan, sillä uudistamistulos on laadukas ja taimien alkukehitys nopeaa. Aina tuoreeseen mättääseen tapahtuva istutus varmistaa hyvät lähtökohdat taimen kasvulle. Laadun takeena on ammattitaitoinen kuljettaja, joka konetyön lisäksi ymmärtää myös työn metsänhoidollisen puolen.

Asiaa eteenpäin hankevoimin

Metsäkeskus ja Metsäntutkimuslaitos toteuttavat hanketta: ”Teknologiaalla tehokkuutta metsänhoitoon – koneellisen istutuksen laaja käyttöönotto”, jonka yhtenä tavoitteena on koneellisen istutuksen pilottihankkeiden toteuttaminen yksityismetsätalouden oloissa. Pilottihankkeissa kerätään tietoa koneellisen istuttamisen toteuttamisesta ja yritetään löytää tehokkaimmat toimintamallit koneellisen istutuksen toteuttamiseen. Pilottihankkeista hyvänä esimerkkinä voidaan pitää Kalajokilaakson metsänhoitoyhdistystä, jossa uusi menetelmä on otettu ennakkoluulottomasti käyttöön. Yhdistyksessä on saatu hyviä kokemuksia koneellisesta istutuksesta nyt melkein kahden istutuskauden ajalta.

Yleisesti ottaen koneellista istutusta tehdään varsin hajanaisesti. Työmaiden vähäinen määrä ja toisaalta yrittäjien vähäinen määrä luovat toimijakentälle haasteen. Koneyrittäjät toivovat koneinvestoinnin takuiksi varmuutta töiden riittävydestä ja toiminnan kannattavuudesta. Istutuspalvelun tarjoajat, esimerkiksi metsänhoitoyhdistykset, puolestaan vaativat varmuuden menetelmän tehokkuudesta ja laadusta jotta menetelmää



Kuva 2. Koneistutuksen uudistamistulos on tasalaatuista. (valokuva Mikko Syri)



Kuva 3. Koneellisen istutuksen yleistyessä taimimateriaalia tarvitaan keväästä syksyyn. (valokuva Mikko Syri)

voi metsänomistajille tarjota. Tämän lisäksi tarvitaan tietysti vielä markkinat, eli kysynnän ja tarjonnan kohtaaminen. Tarvitaan siis asiakkaat, eli metsänomistajat, jotka ennakkoluulottomasti vastaanottavat uuden uudistamismenetelmän. Mitä enemmän työtä tehdään, sen tehokkaammin se voidaan organisoida. Koneellista istutusta toteuttavalle koneyritykselle tulee löytää riittävä määrä työmaita kohtuulliselta etäisyydeltä siten, että koneyrityksellä olisi täystyöllisyys koko istutuskaudelle.

Taimituotannolla ja taimihuollolla ratkaiseva merkitys

Taimituotannolla ja taimihuollolla on ratkaiseva merkitys koko koneellisen istutusketjun toimivuudessa ja menetelmän kehittämisessä. Koneellinen istutus tuo taimitarhoilla tapahtuvaan taimituotantoon ja logistiikkaan uusia haasteita, mutta myös uusia mahdollisuuksia. Perinteisesti met-

sänuudistaminen on keskittynyt kevätistutuksiin ja syysistutuksiin, mutta taimien istuttaminen kesällä on biologisesti mahdollista. Koneistutuksen näkökulmasta tämä on erittäin merkittävä asia, sillä kannattavuutta tarkasteltaessa on ratkaisevaa, että istutustyötä tehdään keväästä aina syksyyn saakka. Pitkä istutuskausi tukee yrittäjän investointia ja menetelmän kehittymistä vakavasti otettavaksi metsänhoidon työmenetelmäksi. Pitkä istutuskausi tarjoaa koneyritykselle mahdollisuuden laajentaa yritystoimintaansa ja tarjota uusia metsänhoidon palveluja kautena, jolloin esimerkiksi puunkorjuussa on hiljaisempaa. Tämä puolestaan tukee koneenkuljettajien ympärivuotista työllistymistä. Koneyrittäjän ei tarvitse lomauttaa kuljettajiaan, vaan puunkorjuusta voidaan siirtyä istutustyöhön.

Koneellisen istutuksen toimintamallissa taimet toimitetaan suoraan istutuksesta vastaavan koneyrittäjän välivarastoon. Välivarastossa taimien kastelu ja

huolto on helpompi toteuttaa kuin työkohteella maastossa. Yrittäjä tietää parhaiten kunkin päivän taimitarpeen, ja varaa työvuoroon riittävän määrän taimia. Välivarastolta työkohteelle tapahtuvaan taimien kuljettamiseen ei tarvita erillistä kuljetuskalustoa, vaan riittävä määrä taimia saadaan kuljetettua yrittäjän kuljetuskalustolla, esimerkiksi lava- tai pakettiautolla.

Taimitarhoille koneellisen istutuksen yleistymisen tarkoittaa kasvavaa kysyntää kesäistutukseen sopivalle taimimateriaalille. Tieto ja taito tällaisten taimien tuottamiseen taimitarhoilla varmasti jo on. Nyt tarvitaan sitoutumista ja ennakkoluulottomuutta uudistamisketjun kaikilta toimijoilta, jotta koneellisen istutuksen läpimurto saadaan toteutumaan ja myös koneiden kehitystyö jatkumaan.



Automaatio koneellisen varhaisperkauksen ja istutuksen apuna

TEKSTI JA KUVAT: JOUKO KALMARI, HEIKKI HYYTI JA ARTO VISALA | AALTO YLIOPISTO, AUTOMAATIO- JA SYSTEMITEKNIIKAN LAITOS

Aalto-yliopiston Autonomisten järjestelmien tutkimusryhmä on ollut mukana useissa projekteissa, joissa on tutkittu, kuinka erilaista automaatio- ja anturitekniikka voitaisiin käyttää hyväksi metsäkonesovelluksissa. Partnereina tutkimustyössä ovat olleet muun muassa Tampereen teknillinen yliopisto, Metla, sekä rahoittajina monet suomalaiset metsäalan yritykset. Motivaationa näille projekteille on ollut vaatimus työn koneellistamisesta ja tuottavuuden lisäämisestä.

Kuva 1. Taimikon perkaukseen liittyvissä testeissä käytettiin Valtran traktoria ja Keslan kuormainta joka oli instrumentoitu automaatti-ohjausta varten. Leikkaava perkaaja on Pentin Pajan valmistama.



Metsänhoidon automatisointia tutkitaan Aalto-yliopistossa

Tällä hetkellä Aalto-yliopiston tutkimusryhmä on mukana kolmessa metsänhoitoon ja metsäkoneisiin liittyvässä projektissa: NeoSilvix, EffFibre ja MetrixPro. NeoSilvix-projektissa on tutkittu aistin- ja ohjaustekniikan kehittämistä metsänhoidossa ja energiapuun korjuussa. EffFibre-projektissa on keskitytty metsän istutusvaiheen tehostamiseen sekä metsäkoneen kuljettajan työn helpottamiseen. MetrixPro-projektissa on vuorostaan tutkittu hakkuupään mitausten, kuten esimerkiksi tukin pituuden mittauksen, kehittämistä kameratekniikan avulla.

Koneiden operointi on nykyään manuaalista ja perustuu lähes pelkästään kuljettajan itsensä tekemiin havaintoihin. Tulevaisuudessa kuljettajan havainnointia voitaisiin parantaa esimerkiksi erilaisilla konenäköjärjestelmillä, ja operointia helpottaa avustavilla ohjaustekniikoilla. Täysin automaattiset metsäkoneet ovat tuskin lähitulevaisuudessa saavutettavissa, mutta ainakin joitain metsänhoitoon liittyviä tehtäviä voitaneen tehdä osittain automaattisesti



kuljettajan yhä valvoessa koneen toimintaa.

Automaattisen varhaisperkauksen kokeilu onnistui

Autonomisten järjestelmien puolesta Neosilvix-projektissa on keskitytty erityisesti metsäkoneen puomin automaattiseen ohjaukseen, sekä kameroiden ja lasermittalaitteiden käyttöön puuston ja ympäristön havainnoimisessa. Testeissä on käytetty Valtran traktoriin yhdistettyä Keslan puutavarakuormainta, jonka kouran tilalle voidaan asentaa haluttu toimilaitte, esimerkiksi perkaaja tai energiapuukoura. Vaikka projektissa onkin käytetty isäntälinjan metsäkoneetta, voidaan saatuja tuloksia soveltaa myös isommissa metsäkoneissa. Varhaisperkaus on saanut projektissa paljon huomiota, mutta useiden kehitettyjen menetelmien on tarkoitus olla käyttökelpoisia muissakin metsäkoneiden työtehtävissä.

Automaattisen työskentelyn toteuttaminen vaatii jonkin verran muutoksia metsäkoneeseen. Käytetyn testikuormaimen puomia voidaan ohjata tietokoneen avulla, sillä nosturin oman venttiilistön sijaan hydraulikka on kytketty suoraan traktorin venttiilistöön. Automaattista ohjausta varten puomi on anturoitu, mikä mahdollistaa nosturin asennon ja liikkeen mittaamisen. Myös puomiin liitetyn toimilaitteen liikettä mitataan jatkuvasti, joten sen heilumista voidaan aktiivisesti vaimentaa. Automaattisessa ohjauksessa nosturia voidaan ohjata erilaisilla tavoilla: kuljettaja voi komentaa puomin päätä siirtymään suoraan haluttuun paikkaan, tai järjestelmä voi seurata etukäteen suunniteltua rataa, jonka aikana toimilaitte suorittaa tarpeelliset harvennus- tai perkaus-

operaatiot. Kuljettaja voi myös ohjata ohjaimien avulla haluttua paikkaa, jolloin automaatio vaimentaa heilunnat ja mahdollistaa liikerataohjauksen, vaikka puomia ei siihen olisi suunniteltukaan.

Taimikon perkauksessa tavoitteena on poistaa kasvatettavia taimia häiritseviä lehtipuiden vesoja. Perinteisesti tämä työ on tehty käsin, mutta myös taimikonhoidon koneellistamista on tutkittu pitkään. Taimikonhoidon automatisointiin liittyvissä testeissä käytettiin Pentin Pajan valmistamaa leikkaavan perkaajan prototyyppiä. Uudemmat nykyisin käytössä jo olevat perkaajat perustuvat vesakon leikkaamisen sijaan niiden kitkentään. Laite pyrkii siis repimään poistettavat taimet juurineen maasta, jolloin vesakko ei enää pääse kasvamaan takaisin. Koneellista kitkentää voidaan sopivissa kohteissa pitää nykyään jo taloudellisesti kannattavana verrattaessa sitä perinteiseen rai-vaussahalla tehtävään työhön. Autonomisten järjestelmien tutkimusryhmän tavoitteena on ollut tutkia, kuinka kuljettajan työtä voitaisiin helpottaa konenäön ja automaation keinoin koneellisen kitkennän yhteydessä.

Projektissa käytettyyn perkaajaan asennettiin konenäkökamera kuvaamaan alaspäin. Kamera asennettiin perkaajaan reiän keskelle, joten suoraan alapuolella oleva taimi nähdään selkeästi kuvassa. Kamera nousee automaattisesti pois taimen tieltä omaan suojakoteloonsa, kun perkaaja lasketaan alas taimen päälle. Korkearesoluutioinen videokuva välitetään reaaliaikaisesti ohjaamoon, jossa kuljettaja voi käyttää sitä ohjatessaan perkaajaa tarkasti taimen päälle. Kamerakuvasta voi olla hyötyä kuljettajalle myös taimien etsimisessä kohteissa, joissa perattavan kasvuston määrä on runsasta ja taimia on ohjaamosta käsin vaikea löytää. Kuvasta nähdään noin neljä met-



Kuva 2. Perkaajaan asennettu kamera kuvaa suoraan alaspäin. Videokuva voidaan näyttää kuljettajalle tai siitä voidaan konenäön avulla tunnistaa taimen paikka.

riä maanpintaa perkaajan ollessa kahden metrin korkeudessa. Kameraa käytettäessä sopivan työkorkeuden määrittäminen riippuu työskentelytavasta ja maastosta. Jos laitetta pidetään korkealla, nähdään kamerakuvasta laajempi alue maanpintaa. Toisaalta hieman matalammalta taimien löytäminen on helpompaa, eikä perkaajan nosto- ja laskuliikkeisiin kulu työkennellessä yhtä paljon aikaa.

Konenäkökameran kuvasta voidaan tunnistaa ja paikantaa taimia myös automaattisesti konenäön avulla. Tunnistetut taimet merkitään kuljettajalle näytettävään kuvaan, mikä mahdollisesti helpottaa normaalia työskentelyä. Taimien konenäkö-tunnistusta käytettiin myös projektissa demonstroidussa automaattisessa reikäperkauksessa. Taimien automaattinen tunnistaminen vaatii erittäin paljon laskentatehoa, mutta laskennan reaaliaikaisuuden ovat mahdollistaneet nykyisten tietokoneiden erittäin tehokkaat näytönohjaimet. Konenäkö vaatii kuitenkin vielä paljon kehitystyötä, jotta se toimisi riittävän luotettavasti todellisen ympäristön haastavissa ja vaihtelevissa olosuhteissa.

Kesäkuussa 2012 projektissa esiteltiin ensimmäisen kerran toimivaa kokonaisjärjestelmää. Se sisälsi automaattista kuusen taimien tunnistusta, puomin ohjausta sekä reikäperkausta. Käytännön syistä testi järjestettiin oikean taimikon sijaan rehevällä maakaistaleella, johon oli istutettu muutamia kuusen taimia. Vihdissä sijainnut testiympäristö ei ollut aivan yhtä haastava kuin todellisissa työkohteissa. Helpottavana tekijänä työkonetta pysyi paikallaan koko testin ajan. Automaattisen sekvenssin aluksi perkaaja liikkui esiohjelmoitua säännöllistä rataa traktorin takasektorissa. Kun konenäköjärjestelmä tunnistoi taimen, ohjattiin perkaaja tarkasti taimen päälle samalla aktiivisesti laitteen heiluntaa vaimentaen. Liikkeen pysähtyttyä ja perkaajan saavutettua oikean paikan, se alkoi laskeutua alas, kunnes järjestelmä huomasi perkaaja osuneen maahan. Tämän jälkeen se nousi takaisin ylös ja seuraavan taimen etsintä alkoi. Samaa haku- ja perkaussekvenssiä toistettiin, kunnes koko työalue oli käsitelty.

Demonstraatiossa esitetty toiminta tapahtui täysin automaattisesti ilman käyttäjän väliintuloa.

Lyhyen kokeen lähes kaikki taimet perattiin onnistuneesti. Testissä kohdattiin kuitenkin kaksi erilaista virhetilannetta, koska automaatio ja konenäköjärjestelmä eivät toimineet riittävän luotettavasti. Vaihtoehtona täysin automaattiselle toiminnalle, koneen kuljettaja voisi puuttua missä tahansa kohtaa automaattisen järjestelmän toimintaan ja komentaa perkaajaa summittaisesti oikealle paikalle lähimmän taimen päälle. Tällöin myös ne taimet, jotka nyt jäivät löytymättä, tulisivat perattua. Demonstraation tavoitteena ei ollut kehittää valmista järjestelmää kaupalliseen käyttöön, vaan ennemminkin esitellä tekniikan tuomia mahdollisuuksia, joita periaatteessa voidaan jo nykyään toteuttaa. Tutkittujen menetelmien käyttö todellisissa sovelluksissa vaatii kuitenkin yhä kehitystyötä.

Konenäöstä apua taimien istutukseen

Autonomisten järjestelmien osalta EffFibre-projektissa tutkitaan puiden istutuksen tehostamista ja kuljettajan työn helpottamista automaation keinoin. Nykyisin puut

istutetaan lähinnä joko käsin pottiputkea käyttäen tai koneellisesti kaivinkoneeseen tai metsäkoneeseen liitettävällä työkalulla. Työ on kuitenkin hidasta ja tehostamisen varaa olisi paljonkin. Taimien istutusta on yritetty automatisoida jo useaan kertaan. 1970-luvulla suomalainen G.A. Serlachius kehitti jatkuvatoimisen istutuskoneen prototyypin, mutta se havaittiin liian kalliiksi ja epäluotettavaksi. Ruotsissa kehitettiin 1980-luvulla Silva Nova istutuskoneprototyyppi. Niitä oli huippuaikanaan, vuonna 1994, käytössä Ruotsissa yhteensä kuusi kappaletta. Myös Silva Nova osoittautui pienoiseksi pettymykseksi, sillä sen operointiin tarvittiin kaksi kuljettajaa ja lisäksi istutuslaatu ei ollut käsin istutetun veroista.

Aikaisemmissa jatkuvatoimissa istutuskoneen prototyypeissä maanmuokkaus on tehty yleisimmin äestämällä. Nykyisin koneelliseen istutukseen käytetään usein laitteita, joilla maan pintakerros käännetään ympäri ja painetaan tiiviiksi mättääksi. Tätä laikkumätästystä tehdään nykyisin esimer-

kiksi metsätraktorilla vedettävällä Bracke-monitoimimuokkaajalla. Sen avulla mättäitä syntyy paljon nopeammin kuin kaivinkonekäyttöisillä istutuskoneilla, joilla tehdään mätäs istutuksen yhteydessä. Automaattista taimen istutusta ei ole jatkuvatoimisen laikkumätästäjän yhteyteen vielä kokeiltu, mutta kokeilun mahdollistamiseksi on tehty tutkimusta.

EffFibre-projektissa on kehitetty automaattinen konenäkömenetelmä mättään tunnistamiseen ja sopivan istutuspaikan valitsemiseen. Menetelmässä mätästäjän työjälkeä kuvataan ylhäältä alaspäin stereokamerajärjestelmän avulla. Tästä kuvamateriaalista yhdistetään jatkuva kolmiulotteinen maanpintamalli, josta koneoppimisjärjestelmä valitsee parhaan istutuspaikan sille opettujen esimerkkien perusteella. Järjestelmä pyrkii välttämään kivet, oksat ja huonosti muodostuneet mättäät. Se kuitenkin pyrkii antamaan istutuspaikkoja yhden jokaista tehtyä mätästä kohti. Menetelmä osaa ensimmäisten testien perusteella valita 95 % todennäköisyydellä

istutuskelpoisen paikan taimelle. Mättään alla olevia istutuksen esteitä, esimerkiksi kiviä, ei otettu huomioon istutuskelpoisuuden arvioinnissa.

Kehitetty konenäkömenetelmä mahdollistaa Bracke-monitoimimuokkaajan työjäljen laadun tarkkailun sekä hyvien istutuskohteiden automaattisen valinnan. Menetelmän avulla tulevaisuuden istutuskoneprototyypit voisivat tunnistaa tehdyn mättään ja valita istutettavalle taimelle sopivan paikan automaattisesti. Näin istutuskoneen operointiin riittäisi yksi kuljettaja ja koneen istutusnopeus voisi olla samaa luokkaa kuin nykyisen Bracke-monitoimimuokkaajan työnopeus laikkumätästyksestä. Istutuskoneen tekemisessä on toki monia muitakin haasteita, kuten esimerkiksi taimilogistiikan järjestäminen ja kokonaisen toimivan automaattisen istutuskoneen suunnittelu ja toteuttaminen. Nämä haasteet ovat kuitenkin kaikki ratkaistavissa ja menetelmien sekä laitteiden kehitystyötä jatketaan suomalaisen metsänhoidon tehostamiseksi.



Kuva 3. Konenäön avulla voidaan useammasta kuvasta muodostaa jatkuva maanpinnan 3D-malli, jonka pohjalta istutuspaikka voidaan tunnistaa. Vihreät ympyrät kuvaavat samaa löydettyä istutuspaikkaa kahdessa peräkkäisessä kuvassa.

Paikkatietoon yhdistetyn koneistutuksen kehittäminen Pohjois-Pohjanmaalla

MIIA PARVIAINEN | METLA, POHJOIS-SUOMEN ALUEYKSIKKÖ

Uusi koneellisen istutuksen hanke alkanut Metlassa

AMMATITAITOISEN METSÄTYÖVOIMAN väheneminen ja metsänhoitotöiden koneellistaminen ovat johantaneet tarpeeseen selvittää koneistutuksen käyttömahdollisuutta metsänuudistamisessa myös Pohjois-Pohjanmaalla. Euroopan maaseuturahaston rahoittaman ”Paikkatietoon yhdistetyn koneistutuksen kehittäminen Pohjois-Pohjanmaalla” -hankkeen tarkoituksena on selvittää koneistutuksen soveltuvuus Pohjois-Pohjanmaan vaihteleviin kasvupaikkaolosuhteisiin, etenkin korkeille alueille ja paksukunttaisille kankaille. Hanke tuo merkittävän lisän muualla Suomessa tehtävään koneistutustutkimukseen erityisesti paikkatiedon osalta, sillä paikkatietoa ei ole aikaisemmin kerätty koneistutuksessa. Hanke toteutetaan yhteistyössä Oulun seudun ammattipiiston Taivalkosken yksikön kanssa. Tätä kautta saadaan kehittämistyön tulokset nopeasti istutuskoneen kuljettajien koulutuksen kautta

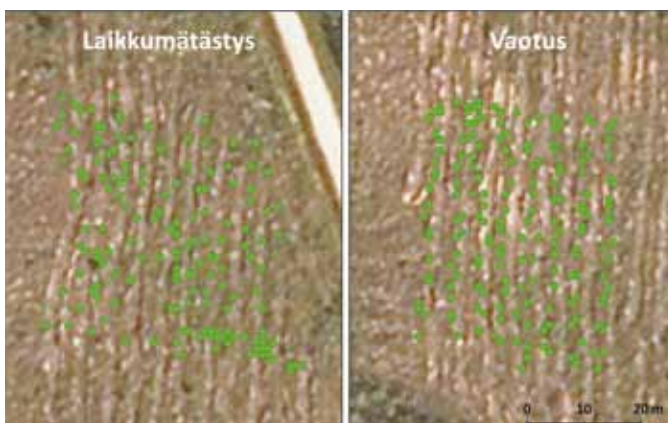
käytäntöön. Hankkeen tavoitteena on edistää istutuskoneen ja paikkatiedon käyttöönottoa metsänuudistamisessa sekä tuottaa uutta tietoa metsänhoitosuosituksen tarkentamiseen. Suurimpana hyödynsaajana ovat metsänomistajat ja koneyritykset.

Tutkimuksen kohteena istutuskauden pidentäminen ja paikkatieto-ohjelmiston kehittäminen

Loppusyksyyn ulottuvaan istutuskauteen on käytännön toimijoilla huomattava mielenkiinto, mutta pohjoisen kylmistä oloista tutkimustieto syysistutuksen onnistumisesta on vielä puutteellista. Hankkeessa selvitetään voidaanko myöhäiseen syksyyn jatkuvalla koneistutuksella saada aikaan riittävän hyvä taimettumistulos, jolloin istutustyöt jakaantuisivat tasaisemmin kesäkaudelle. Istutuskauden pidentäminen rohkaisisi koneyrityksiä investoimaan istutuskoneisiin.

Tallentamalla viljelytiedot ja istutuskoneen kulkureitit voidaan jälkikäteen tarkastella toteutunutta ajouraverkkoa, istutuksen laatua ja taimien kasvuunlähtöä. Kerätty paikkatieto luo myös pohjaa myöhemmille metsänhoitotoimenpiteille. Tallennettu paikkatieto on hyödynnettävissä myös istutuskoneen kuljettajan istutustiheyden omavalvonnassa. Kuljettaja näkee reaaliaikaisesti, millä tasolla toteutunut istutusmäärä on kohteen pinta-alaan nähden. Paikkatiedon kerääminen tehostaa siten metsänuudistamisen laadunhallintaa, kontrolloi istutustyötä ja säästää kustannuksia. Nämä ovat keskeisiä uusia asioita metsänhoitotöiden koneellistamisessa.

Tutkimusta varten perustetaan Pohjois-Pohjanmaalle Metsähallituksen ja Kuusamon yhteismetsän maille koekentät. Kuusen ja männyn koneistutukset aloitetaan keväällä 2013 ja istutuksia jatketaan sulan maan ajan lokakuulle



Kuva 1. Esimerkki koealakohtaisesta paikkatiedon keruusta manuaalisessa istutuksessa. Aineisto on kerätty Garmin eTrex Legend mallin kannettavalla gps:llä (Kubin ym. 2008). Samaa periaatetta voidaan soveltaa myös koneistutuksessa.

2013 saakka. Taimien menestyminen ja siihen vaikuttavien tekijöiden selvittäminen muodostaa perustan menetelmän käyttöön otolle sille sopivissa kohteissa. Koekentät toimivat esimerkkikohteina koneyrittäjien ja metsäammattilaisten maastoretkillä.

Rahoitus ja yhteistyötahot

Hankkeen päätoteuttajana toimii Metsäntutkimuslaitos (Metla) yhteistyössä Oulun seudun ammattiopiston (OSAO) Taivalkosken yksikön kanssa. Yhteistyötä tehdään Metlan Suonenjoen toimipaikan, Oulun yliopiston, Metsähallituksen, Pohjois-Pohjanmaan Metsäkeskuksen, Kuusamon ja Sallan yhteismetsien ja alueen metsätalouden toimijoiden kanssa.

Hanke rahoitetaan pääosin EU:n Maa-seuturahastosta Pohjois-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen myöntämällä rahoituksella. Muita rahoittajatahoja ovat Kuusamon yhteismetsä, Sallan yhteismetsä, Kalajokilaakson metsänhoitoyhdistys, Pudasjärven metsänhoitoyhdistys, Metsänomistajien liitto, Koneyrittäjien liitto, Taivalkosken metsänhoitoyhdistys, Pölkky Oy ja Pohjois-Pohjanmaan liitto. Hanke toteutetaan aikavälillä 1.1.2012 – 31.12.2014. Hanke on osa Metlan ”Tulevaisuuden metsät ja metsänhoito” -tutkimusohjelmaa.

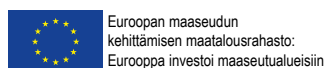
Lisätietoja

Projektipäällikkö Miia Parviainen,
puh. 029 532 3848, miia.parviainen@metla.fi
Hankkeen vetäjä Eero Kubin,
puh. 029 532 3710, eero.kubin@metla.fi

Kirjallisuus

Kubin, E., Kemppainen, S., Pudas, E., Seppänen, R., Tolvanen, A, Tarvainen, O & Leiviskä, V. 2008. Laikkumätästysmenetelmän kehittäminen Koillismaalla. Metsäntutkimuslaitos, Muhoksen toimintayksikkö. Loppuraportti. 45 s.

METLA



KONEELLISEN METSÄNISTUTUKSEN OPAS

Suomen metsäkeskuksen Etelä- ja Keski-Pohjanmaan alueyksikön ja Metsäntutkimuslaitoksen Suonenjoen toimipaikan yhteistyönä toteuttamassa Euroopan maaseudun yhteistyönä toteuttamassa Euroopan maaseudun kehityshankkeessa: ”Teknologialla tehokkuutta metsänhoitoon – koneellisen istutuksen laaja käyttöönotto” on toimitettu opas koneelliseen istuttamiseen.

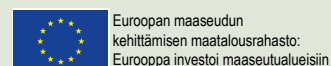
Koneellisen metsänistutuksen opas on tarkoitettu kaikille metsäalan toimijoille, jotka työskentelevät koneellisen istutuksen parissa tai ovat siitä kiinnostuneita. Oppaaseen on koottu olemassa olevaa tietoa ja uutta materiaalia koneellisesta istutuksesta yhdeksi kokonaisuudeksi. Kirja on jaettu koneellisen istutuksen prosessien mukaisesti kolmeen osaan: taimihuoltoon, toiminnan suunnitteluun ja operatiiviseen toimintaan. Lisäksi oppaan alussa käydään läpi koneellisen istutuksen toimintamallit ja kannattavan toiminnan perusteet.

Opas ladattavissa hankkeen kotisivuilta osoitteesta: www.metsakeskus.fi/koneistutushanke sekä Metlan metsänhoitopalvelut portaalista osoitteesta: www.metla.fi/metinfo/metsanhoitopalvelut

METLA



metsäkeskus





Kitkevän perkaajan laitekehitys näyttää lupaavalta

HEIDI HALLONGREN | METLA, ITÄ-SUOMEN ALUEYKSIKKÖ

TAIMIKOIDEN KONEELLISTA KITKENTÄÄ on tehty jo useita vuosia. Ensimmäisten kitkentäkohteiden jatkokehitystä on viimein päästy tutkimaan, ja saadut tulokset vaikuttavat lupaavilta. Isolla osalla kohteista uudelleen vesominen on ollut melko vähäistä ja koneellinen kitkentä näyttää taloudellisesti kannattavalta. Koneellinen kitkentä on vakiintunut osaksi UPM

Metsän uudistamisketjua, mikä on kannustanut osaltaan myös laitteen jatkokehittelyyn.

Kuusen taimikon koneellinen varhaisperkaus tehdään taimikon ollessa noin metrin mittaista. Kitkentälaitte koostuu hydraulisesti toimivista tartuntaleuoista, joiden väliin puristuva vesakko nostetaan juurineen irti maasta. Alkuperäinen Naarvan kitkentälaitte P55

on suorakaiteen muotoinen, jossa keskellä on aukko ja suojakehikko, jonka sisälle kasvatettava taimi kitkettäessä jätetään ja sitä ympäröivä vesakko kitketään pois (kuva 1). Laitte on kuitenkin suuren kokonsa vuoksi melko raskas ja haastava liikuteltava. Laitteen käyttäjien aloitteesta lähteneen kehitystyön tuloksena Pentin Paja Oy valmisti uuden entistä kapeam-

Kuva 1. Naarvan P55 -kitkentälaitte, jonka keskellä on aukko ja suojakehikko kasvatettavaa tainta varten. (valokuva Heidi Hallongren)

Kuva 2. Kooltaan pienempi Naarvan P25, jonka keskellä ei enää ole aukkoa kasvatettavalle taimelle. (valokuva Heidi Hallongren)



man ja kevyemmän laiteversion, P25:n. Edeltäjästään poiketen sen keskellä ei enää ole aukkoa tai kasvatettavaa taimia suojaavaa kehikkoa, vaan laitteella kitketään taimien ympäriltä kaikki laitteen alueelle jäävä vesakko (kuva 2).

Metlan tutkimuksessa verrattiin näiden kahden laiteversion tuottavuutta sekä työjäljen laatua. Tutkimuksen kuljettajilla oli vankka kokemus P55 kitkentälaitteen käytöstä, uusi laite P25 sen sijaan otettiin käyttöön samoihin aikoihin kuin tutkimus aloitettiin. Uuden laiteversion kehittämiseksi tavoitteena on ollut laitteen käytettävyyden parantaminen, kustannusten alentaminen sekä työn laadun parantaminen, minkä kautta laitteelle toivotaan kasvavia markkinoita.

Tuottavuus ja laatu vertailussa

Koneellisen kitkennän keskimääräinen työajanmenekki tutkimuksessa oli 6,3 tehotuntia per hehtaari, eikä laitteiden välillä havaittu merkittävää eroa. Vesakon määrän ja pituuden kasvu puolestaan heikensivät molempien laitteiden tuottavuutta.

Työjäljen laatua kuvattiin kitkennän jälkeen vesakosta vapaana

kasvavien kuusten lukumääränä. Keskimäärin 45 % kuusen taimista kasvoi kitkennän jälkeen vapaana. Uudella laiteversiolla työskennellessä vapaana kasvavien kuusten määrä nousi noin 5 % suuremmaksi kuin vanhemmalla laitteella. Vesakon määrän ja pituuden lisääntyminen kasvatettavan taimen ympärillä heikensi työjäljen laatua molemmilla laitteilla. P55:ltä jäi poistamatta noin 20 % häiritsevää (1,3 m etäisyydellä kasvavasta) vesakosta, P25:ltä puolestaan 15 %.

Osa vesakosta kasvoi aivan kasvatettavien taimien vieressä, mistä niiden poistaminen on kaikkein vaikeinta, mutta toisaalta niiden häiritsevä vaikutus on myös kaikkein suurin. Vanhemmalla laitteella (P55) vesakkoa kasvatettavien taimien välittömään läheisyyteen jäi keskimäärin 340 kappaletta hehtaarille ja uudella laitteella (P25) vastaavasti 290. Kaiken kaikkiaan kitkennän jälkeen lehtipuita kasvoi hehtaarilla keskimäärin alle 2800 kappaletta.

Yhdeksän kymmenestä kasvatettavasta kuusentaimesta säästyi kitkennässä vaurioita. Yli puolet kuusen taimien saamista vaurioista voitiin luokitella lieviksi, jolloin kasvatettava taimi suurella todennäköisyydellä vielä toipuu ennal-

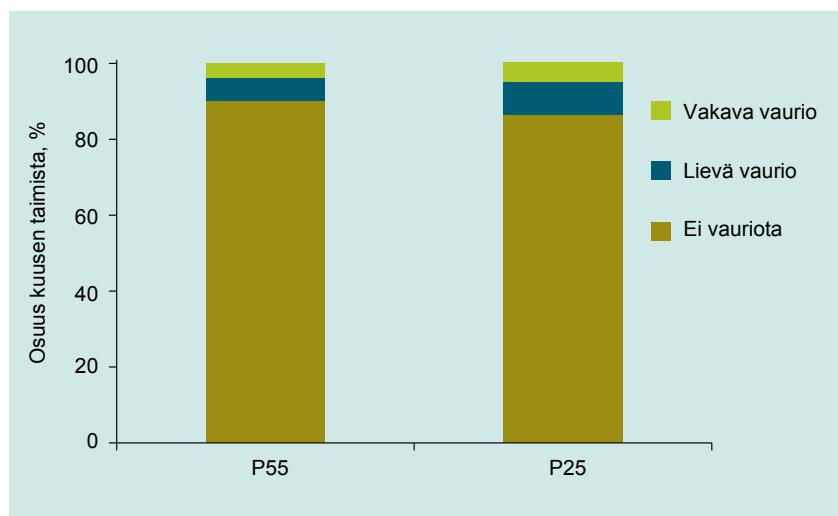
leen vauriosta huolimatta. Uusi laite (P25) vaurioitti taimia vähän P55:tä enemmän (kuva 3). Hiukan yli puolet kaikista vaurioista aiheutui peruskoneesta, kolmannes varsinaisesta kitkentätyöstä ja loput muista kitkentälaitteen osuista.

Uusi laite saa kuljettajilta kiitosta

Vaikka uusi laite on noin puolet pienempi kuin edeltäjänsä, ei laitteiden tuottavuuksissa havaittu tutkimuksessa merkittävää eroa. Lisäksi työjälki oli hyvää molemmilla laitteilla ja kasvatettaviin taimiin kohdistuneet vauriot olivat molempien osalta hyväksyttävällä tasolla. Uudella laitteella työskennellessä ei enää tarvitse tähdätä kasvatettavia taimia laitteen keskellä olevaan kehikkoon kitkentälaitetta laskettaessa. Tämän kuljettajilta tarkkuutta vaatineen työvaiheen poisjänti vaikuttaa sekä P25:n tuottavuuteen, työjäljen laatuun että kuljettajien käyttökokemukseen.

P25 on kevyempi ja pienempi kuin edeltäjänsä, P55, mikä tekee laitteesta helpomman käsitellä. Kuljettajien kokemusten mukaan laite on helpompi hallita etenkin vaikeammilla työmailla, joissa on paljon pintaesteitä, kuten kiviä tai kantoja. P25 on lisäksi hankintahinnaltaan huomattavasti edullisempi kuin edeltäjänsä ja kevyemmällä laitteella on positiivista vaikutusta myös peruskoneen polttoainekulutukseen.

Uusi laiteversio soveltuu kokonsa puolesta hyvin kuusen taimikoiden lisäksi myös männyn kylvötaimikoiden kitkentään. Mitä laajempi käyttöalue laitteella on, sitä kannattavampaa sen toiminta ja siihen investoiminen ovat. Yhteistyössä UPM:n kanssa tehtävä tutkimus uuden laitteen tuottavuudesta ja työjäljen laadusta männyn kylvötaimikoissa on käynnissä ja valmistuu vuoden 2012 aikana.



Kuva 3. Vaurioiden määrä ja jakauma P55 ja P25 kitkentälaitteilla.

Mitä kitketyille kuusentaimikoille kuuluu?

HEIDI HALLONGREN | METLA, ITÄ-SUOMEN ALUEYKSIKKÖ

TUOREESSA OPINNÄYTETYÖSSÄ selvitettiin vuosina 2008 ja 2009 Pohjois-Karjalan alueella Naarvan kitkevällä perkaajalla (malli P55) kitketyjen kuusentaimikoiden tila 2–3 kasvukautta kitkennän jälkeen sekä taimikoiden kehitys verrattuna Metsäntutkimuslaitoksen heti kitkennän jälkeen mittaamiin tuloksiin. Opinnäytetyössä pyrittiin selvittämään taimikoista kitkemättä jääneen lehtipuuston kehitys, millaisista lehtipuista on uhkaa taimikoille ja millaisia vaurioita kitkennästä on aiheutunut kuusen taimille. Seurantatutkimuksen toteutti Piia Ivakko Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulusta mti (AMK)-opinnäytetyötään varten.

Tutkimuksessa mitattiin 14 kuusen taimikkoa, joiden tuloksia verrattiin aiempiin Metlan mittauksiin samoilta kuvioilta ennen ja jälkeen kitkennän. Mittaukset tehtiin loka–marraskuussa 2011. Kuvioiden koaloilta mitattiin kuusten ja lehtipuuston runkoluku sekä puuston keski- ja valtapituus. Kuuset luokiteltiin kasvutilan ja kunnan perusteella vapaana kasvaaviin, lehtipuiden piiskaamaksi joutuviin, alakynteen jääviin sekä vakavasti ja lievästi vaurioituneisiin. Tämän lisäksi lehtipuut luokiteltiin isoihin ja pieniin, verrattaessa niiden pituutta kuusten pituuteen.

Seurantatutkimuksella tietoa taimikoiden kehityksestä

Kuusten keskipituus heti kitkennän jälkeen vaihteli 57–83 cm välillä ja muutama kasvukausi myöhemmin tehdyssä seurantatutkimuksessa kuusten keskipituus oli 139–196 cm.

Kuusten kasvuprosentiksi mittausten väliseltä ajanjaksolta saatiin keskimäärin 139 %.

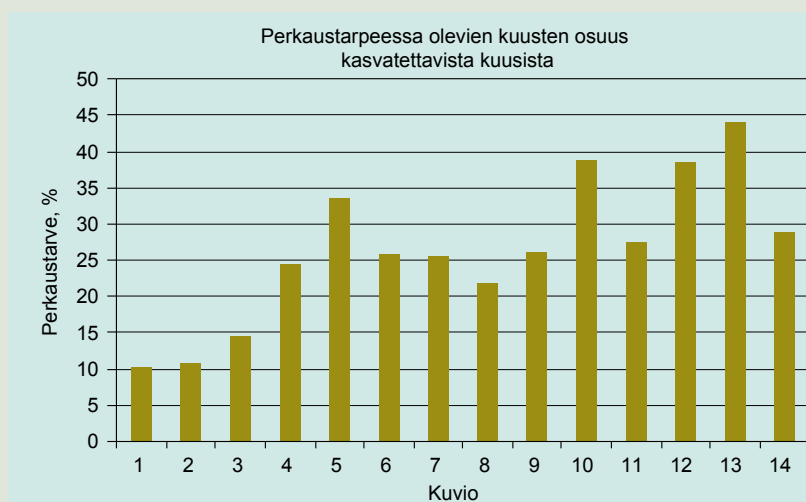
Lehtipuita kasvoi keskimäärin 4 700 kappaletta hehtaarilla. Heti kitkennän jälkeen jäljelle jääneiden lehtipuiden pituus oli keskimäärin 80 cm. Uusissa mittauksissa suurten lehtipuiden keskipituus oli keskimäärin 139 cm ja pienten 68 cm. Isojen lehtipuiden kasvuprosentti oli keskimäärin 76,2 %.

Kitkennän jälkeisissä mittauksissa kasvatettavien kuusten lähelle (<1 m) oli jäänyt keskimäärin 1,7 haittapuuta per kuusi, joista 27 % kasvoi alle 20 cm säteellä kasvatettavasta kuusesta. Seurantatutkimuksessa lehtipuita havaittiin keskimäärin 3,3 per kasvatettava kuusi, mutta aiemmasta mittauksesta poiketen laskennassa huomioitiin kaikki lehtipuut, eikä niiden etäisyyttä kasvatettavasta kuusesta tarkemmin eritelty. Kitkennän jälkeen vaurioita havaittiin 6–28 %:lla kuusista, mutta seurantatutkimuksessa

vaurioita löytyi vain 2–11 %:lta kasvatettavista taimista.

Kitkennän onnistumista 2–3 vuotta kitkennän jälkeen arvioitiin koealakohtaisesti huomioiden alakynteen ja piiskaamaksi joutuneiden kuusten osuudet. Täysin vapaasti kasvavien kuusten osuus oli keskimäärin 71 %. Lehtipuiden piiskaamaksi joutuneita kuusia oli keskimäärin 20 % kasvatettavista taimista ja alakynteen joutuneita 6 %. Monin paikoin lehtipuiden piiskaamaksi joutuneet kuuset olivat kuitenkin hyvässä kasvuvauhdissa, eikä lehtipuista ollut enää välitöntä vaaraa.

Kitkentä oli onnistunut kuudella kohteella, joissa kussakin vapaasti kasvavia kuusia oli yli tavoitteena pidetyn, 1 000 kappaletta hehtaarilla ja alle 1/3 kuusista oli perkaustarpeessa. Neljästätoista kohteesta neljällä perkaustarvetta oli yli kolmanneksella kuusista ja seitsemällä kohteella neljäsosalla kuusista (kuva 1).



Kuva 1. Perkaustarve kitketyillä kuvioilla.

Huolellinen työskentely ja oikea ajoitus ratkaisevat

Hyväkasvuissa kuusentaimikoissa siemensyntyiset lehtipuut eivät enää pärjää kuusen kasvulle kitkennän jälkeen. Osa lehtipuista jäi kitkennässä poistamatta, sillä kyseisiä kohteita kitkettäessä ei ollut vielä tiedossa miten tarkasti kuusia ympäröivä vesakko tulee poistaa. Haitallisimmat lehtipuut kasvoivat aivan kasvatettavien kuusten lähellä ja ne olivat ilmeisesti jääneet

kitkentälaitteen suojakehikon sisäpuolelle yhdessä kasvatettavan taimen kanssa. Lisäksi osalla kuivoista kitkenta oli todennäköisesti suoritettu 1–2 vuotta liian varhain, jolloin lehtipuusto on päässyt uudelleen etukasvuisiksi.

Tutkimuksessa mukana olleista kuvioista kolmella havaittiin välitön taimikonhoitotarve, seitsemällä osittaista tarvetta taimikonhoidolle ja neljän kohdalla ei ilmennyt tarvetta uudelle taimikonhoitokerralle. Kitkennän on-

nistumisessa korostuukin oikean ajoituksen ja huolellisen kitkennän merkitys. Erityisen tarkasti kitkentätyö pitäisi toteuttaa kuusten läheisyydessä, missä lehtipuista on eniten haittaa.

Kirjallisuus

Ivanko, P. 2012. Kuusen taimikoiden koneellisen kitkennän jälkeisen kehityksen seurantalutkimus. Opinnäytetyö, Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu. 69 s. + 5 liitettä.

Julkaisusatoa

KÄYTÄVÄPERKAUKSELLA TEHOKKUUTTA ENSIHARVENNUKSIIN

Sängstuvall, L., Bergström, D., Lämås, T. & Nordfjell, T. 2012. Simulation of harvester productivity in selective and boom-corridor thinning of young forests. *Scandinavian journal of forest research* 27: 56–73.

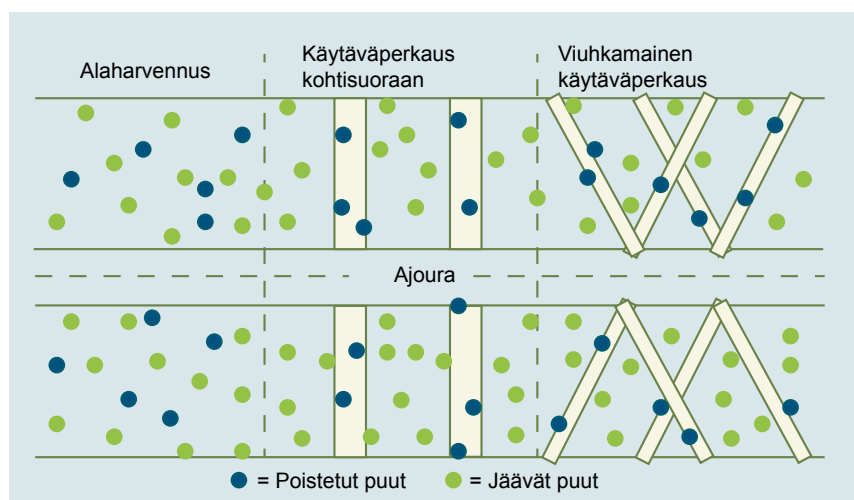
Bergström, D., Bergsten, U., Hörnlund, T. & Nordfjell, T. 2012. Continuous felling of small diameter trees in boom-corridors with a prototype felling head. *Scandinavian journal of forest research* 27: 474–480.

Lisääntyvä kiinnostus metsäenergian keruuta kohtaan on herättänyt Ruotsissa mielenkiinnon kehittää uusia korjuumenetelmiä nuoriin, ensiharvennusikäisiin metsiin. Yksi lupaavista menetelmistä on käytäväperkaus. Käytäväperkauksessa koneen ajolinjan varteen tehdään sitä vasten kohtisuoraan tai viuhkamaiseen muotoon olevia käytäviä (esimerkiksi 1 m tai 2 m leveitä, 10 m

pitkiä), joilta kaikki puusto perataan pois. Perinteinen yksiotharvesteri käsittelee yhden puun kerrallaan, jolloin tuottavuus jää nuorissa metsissä alhaiseksi, mutta tuottavuutta voidaan lisätä puiden joukkokäsittelyllä ja käytäväperkauksella.

Simulointi ja laiteprototyyppi tarjoavat mahdollisuuden selvittää uudenlaisen menetelmän kustannustehokkuutta ja tuottavuutta ja

tarkastella millainen tuottavuuspotentiaali uusilla ”tulevaisuuden puunkorjuumenetelmillä” olisi mahdollista saavuttaa. Toisessa tutkimuksessa simuloitiin käytäväperkausta ja selvitettiin sen tuottavuutta verrattuna perinteiseen yksinpuin käsittelyyn yksiotharvesterilla ja joukkokäsittelyyn, toisessa puolestaan selvitettiin puominpään asentettavan, käytäväperkaukseen



Kuva 1. Periaatekuva eri harvennustavoista: perinteinen alaharvennus ja kaksi käytäväperkaustapaa ajouran molemmin puolin. (kuva mukailen Bergström 2009)

soveltuvan laitteen prototyypin avulla työn tuottavuutta sekä laitteen maksimikaatonopeutta.

Päätulokset simuloinnista

- Simulointien perusteella joukkokäsittelyn tuottavuus oli 20–46 % yksinpuinkäsittelyä korkeampi.
- Käytäväperkauksen tuottavuus oli jopa 41 % korkeampi kuin joukkokäsittelyn.
- Käytäväperkauksessa tuottavuus kasvoi käytävän leveyden kasvassa.
- Tuottavuus oli korkein tiheimissä kohteissa, joissa oli pientä puuta.
- Liian leveät käytävät johtavat kasvutappioihin, siksi jatkotutkimusta optimaalisesta käytävän leveydestä tarvitaan.

Päätulokset prototyypin testauksesta

- Prototyypin kaatonopeus oli noin 0,4 m/s, eli noin 3,5 s/puu.
- Kaatonopeutta laski puomin hitaat liikkeet. Tehokkaammalla puomilla kaatonopeus voisi olla jopa 1,3 m/s, kun kaadettavien puiden rinnankorkeusläpimitta on enintään 8 cm.
- Proton kaatamista puista 84 % kaatui haluttuun suuntaan, eikä puiden läpimitalla havaittu olleen vaikutusta laitteen kaatonopeuteen.
- Puuston tiheyden kaksinkertaistuksessa puukohtainen työskentelyaika puolittui.
- Jos perkaus kyettäisiin toteuttamaan laitteen suurimmalla käyttönopeudella, ajanmenekkiä olisi mahdollista vähentää noin 70 %:lla ja tuottavuutta parantaa jopa 79 %.
- Jatkossa kehityksessä panostetaan mekanismiin, joka ohjaa puut kaatumaan haluttuun suuntaan sekä puomin nopeuden lisäämiseen.

TIINA LAINE, HEIDI HALLONGREN

TAIMIPAKKAUKSIEN KEHITTÄMINEN KONEELLISEEN ISTUTUKSEEN

Ersson, B.T., Bergsten, U. & Lindroos, O. 2011. The cost-efficiency of seedling packaging specifically designed for tree planting machines. *Silva Fennica* 45(3): 379–394.

Nykyisin käytössä olevilla kaivinkoneen puomin päähän asennettavilla istutuslaitteilla työn jälki on vähintäänkin samalla tasolla kuin käsinistutuksessa, mutta kustannuksiltaan koneellinen istutus on vielä 25 % kalliimpaa kuin käsinistutus Etelä-Ruotsissa. Koneellisen istutuksen kustannustehokkuutta voidaan nostaa kehittämällä istutuskoneille paremmin soveltuvia taimipakkauksia. Tämä vähentäisi taimikasetin täyttöön kuluva aikaa ja nostaisi siten työn tuottavuutta. Uudet pakkausmenetelmä kuitenkin nostaisivat taimien hintaa, koska se vaatisi taimitarhalta uusia investointeja nostoen siten tuotantokustannuksia.

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää neljän eri pakkausvaihtoehdon kokonaiskustannukset (€/taimi) taimien pakkaamisesta siihen, että tyhjät taimipakkaukset palautetaan taimitarhalle. Kustannuslaskelmissa käytettiin kaivinkonepohjaista Bracke istutuslaitetta. Tutkimuksessa käytetyt taimien pakkausvaihtoehdot olivat:

Kasvatusalusta: nykyisin käytössä oleva menetelmä, jossa taimet kuljetetaan kasvatusalustoissa istutuskoneelle ja palautetaan käytön jälkeen taimitarhalle uudelleen käyttöä varten.

Pahvilaatikko: nykyisinkin käytössä oleva menetelmä, jossa taimet pakataan kertakäyttöisiin pahvilaatikoihin ja käytön jälkeen pahvilaatikot kierrätetään.

Taimien sitominen yhteen: koneellisen istutukseen kehitetty menetelmä, jossa taimet irrote-

taan kasvatusalustoista, sidotaan yhteen paperisuikaleiden avulla, pyöritetään kerälle ja sen jälkeen pakataan pahvilaatikoihin. Käytön jälkeen pahvilaatikot kierrätetään. *Kontti-moduuli:* taimet siirretään suurimpiin alustoihin (1500–2000 tainta/alusta), jonka jälkeen ne pakataan trukkilavan kokoisiin kontteihin. Istutuskoneyrittäjä nostaa taimet trukilla kyytiin ja käytön jälkeen kontit palautetaan taimitarhalle uudelleen käyttöä varten.

Päätulokset ja johtopäätökset

- Neljästä eri pakkausvaihtoehdosta nykyisin käytössäkin oleva taimien kuljettaminen kasvatusalustassa oli kaikkein kustannustehokkain menetelmä.
- Kun taimien kuljetusmatka oli yli 100 km pahvilaatikko-pakkausmenetelmä oli 12,0 % kalliimpaa, taimien sitominen yhteen 16,4 % kalliimpaa ja kontti-moduulissa kuljettaminen 23,1 % kalliimpaa kuin kasvatusalustoissa kuljettaminen.
- Herkkyysanalyysi osoitti, että verrattuna kasvatusalustoissa kuljettamiseen, kolmen muun pakkausmenetelmien kustannustehokkuus parani kun istutuskoneiden lukumäärä kasvoi mutta myös silloin, kun koneellisen istutuksen kiinteät kustannukset nousivat ja tuottavuus kasvoi.
- Lisäksi taimien yhteen sitomisen suhteellinen kustannustehokkuus parani kun kuljetusmatka kasvoi.
- Tulosten perusteella on perusteltua investoida taimien uusin pakkausmenetelmiin vain, jos koneellisen istutuksen kiinteät kustannukset, koneiden tuottavuus tai käytössä olevien koneiden lukumäärä merkittävästi kasvaa.

TIINA LAINE

ISTUTUSPAIKAN YMPÄRISTÖTEKIJÖIDEN OPTIMOINTI LISÄÄ KUUSEN TAIMIEN KASVUA

Johansson, K., Langvall, O. & Bergh, J. 2012. Optimization of environmental factors affecting initial growth of Norway spruce seedlings. *Silva Fennica* 46(1): 27–38.

Etelä-Ruotsissa on tutkittu erilaisen istutuspaikan ympäristötekijöiden optimoinnin vaikutuksia kuusen taimien kasvuun istutuksen jälkeen. Tutkimuksen tavoitteena oli luoda kasvun ja kasvupaikalle mukautumisen kannalta lähellä optimia olevat ravinne- ja maankosteusolot vastaistutetuille kuusen taimille. Näiden olosuhteiden oletettiin estävän taimien juromisen istutuksen jälkeen.

Tutkimus tehtiin Ruotsin maatalousyliopiston Asan tutkimusasemalla. Kokeessa käytettiin 2-vuotiaita avomaalle 10 viikon paakkukasvatuksen jälkeen koulutuja avojuuritaimia, 1½-vuotiaita Hiko-kennostoissa kasvatettuja sekä 10-viikon ikäisiä minitaimia, jotka myös oli kasvatettu Hiko-kennostoissa. Taimen istutettiin vanhalle laidunmaalle, joka oli kääntömätästetty. Koe perustettiin kesäkuun alussa 2006. Istutettaessa minitaimet olivat kasvussa, muut olivat lepotilaisia. Kaikki taimet istutettiin mättäisiin. Optimiolosuhdekäsittelyssä käytettiin tippukastelua, jolla vesi ja ravinteet annettiin taimille. Kasvukauden aikana yksi taimi sai noin 16,7 g tyypeä, kaikkiaan kolmen tutkimusvuoden aikana noin 50 g. Pintakasvillisuuden määrän vähentämiseen käytettiin polypropyleenikatetta taimen ympärillä. Taimien kasvua seurattiin kolme vuotta.

Päätulokset

- Optimaaliset kasvuolosuhteet lisäsivät taimien kasvua selvästi. Avojuurisit taimet olivat kolmen

kasvukauden jälkeen keskimäärin 124 cm pituisia ja kahden kasvukauden jälkeen 80 cm. Normaaleissa kääntömättäissä olevat taimet saavuttivat saman 80 cm pituuden vasta kolmen kasvukauden jälkeen.

- Optimioloissa avojuurisit taimet kasvoivat jonkin verran enemmän kuin paakkutaimet. Normaaleissa kääntömättäissä taimilajit eivät eronneet.
- Avojuurisista ja 1½-vuotiaista taimista oli elossa kolmen vuoden jälkeen 96–98 %. Käsitellyillä ei ollut vaikutusta elävyyteen.
- Minitaimet eivät hyötynet optimiolosuhteista. Pituus- ja läpimittakasvuissa ei ollut eroja erilaisten kasvuolosuhteiden välillä. Syynä oli todennäköisesti se, että ne oli istutettu 10-viikon ikäisinä kasvavina kesäkuun alussa. Taimista 70 % normaaleissa ja 35 % optimioloissa kasvaneista taimista muodostivat silmut heti istutuksen jälkeen. Lisäksi taimien elävyys oli alhaisempi kuin muilla taimilajeilla, optimikäsittelyssä vähän enemmän (88 %) kuin normaaleissa kääntömättäissä (70 %).
- Kolmen vuoden jälkeen biomassassa optimikäsittelyssä oli kolminkertainen avojuurisilla ja 1½-vuotiailla taimilla verrattuna normaaliin kääntömättäiseen. Ensimmäisen vuoden jälkeen molemmilla näillä taimilajeilla biomassasta jakautui suurin piirtein saman verran juuriin, neulasiin ja rankaan. Toisen vuoden jälkeen biomassaa oli kertynyt hieman enemmän rankaan kuin juuriin ja neulasiin
- Minitaimilla ei biomassaeroja käsittelyiden välillä havaittu, mutta neulasiin kertyi biomassaa enemmän kuin rankaan ja juuriin.
- Minitaimien silmut puhkesivat keskimäärin viisi päivää aiemmin kuin muilla taimilajeilla. Kolmantena vuotena optimikä-

sittelyssä kaikkien taimilajien silmut puhkesivat aikaisemmin kuin normaaleissa kääntömättäissä kasvaneiden taimien.

- Ensimmäisen kasvukauden jälkeen taimien typpipitoisuudet olivat korkeammat optimikäsittelyssä, mutta myöhempinä vuosina erot käsittelyiden välillä olivat pieniä. Sen sijaan neulasten typpisisältö oli korkeampi optimikäsittelyssä.

Johtopäätös

- Istutuksen jälkeisiä kasvuolosuhteita parantamalla voidaan taimien kasvua parantaa selvästi ja välttää taimien jurominen.

JAANA LUORANEN

KESÄKUUN LYHYTPÄIVÄKÄSITTELY EI PARANNA TAIMIEN MAASTOMENESTYMITÄ KESÄISTUTUKSISSA

Luoranen, J. ja Rikala, J. 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(5): 420-423.

Touko-kesäkuussa annetun lyhytpäivä (LP) käsittelyn tiedetään pysäyttävän maaliskuuhuhtikuussa kylvettyjen männyn taimien pituuskasvun. Taimiin muodostuu myös silmut, jotka kuitenkin puhkeavat kasvuun muutaman viikon kuluttua. Uuteen kasvuun muodostuu kaksivuotiselle männylle ominaisia kaksoisneulasia. Tällaisten 'kaksoisneulasmäntyjen' on uskottu kestävän paremmin kuivuutta ja mukautuvan istutuksen jälkeen 'ykkösneulasmäntyjä' paremmin istutuslalle. Menetelmää on käytetty jonkin verran Suomessa ja muissa Pohjoismaissa

männyn syysistutustaimien kasvatuksessa. 'Kaksoisneulasmäntyjen' paremmuutta istutuksen jälkeen ei kuitenkaan ole aiemmin osoitettu kokeellisesti.

Suonenjoella tutkittiin asiaa 2000-luvun alussa yhteistyössä Joroisten taimitarhan kanssa, joka kasvatti kokeessa käytetyt taimet. Taimet kylvettiin 4. huhtikuuta ja kolmen viikon LP-käsittely aloitettiin 5. kesäkuuta. LP-käsittelyn jälkeen taimet siirrettiin Suonenjoelle, jossa sekä käsittelemättömiä että LP-käsittelyjä taimia istutettiin pellolle 10 päivän välein 4. heinäkuuta alkaen aina 12. syyskuuta saakka. Taimitarhalla ulkona talvi-varastoituja taimia istutettiin vielä seuraavan vuoden toukokuussa. Taimien kasvua, tuhoja ja elävyyttä seurattiin kolmen vuoden ajan.

Päätulokset

- LP-käsitellyt taimet olivat istutettaessa lyhyempiä kuin käsittelemättömät taimet, mutta kaikki taimet kasvoivat samalla tavalla, eikä käsittelyjen välillä havaittu eroja seuratuissa tunnuksissa.
- Heinäkuussa istutetut taimet kasvoivat parhaiten pituutta käsittelystä riippumatta.
- Elokuun puolivälissä ja lopussa istutetuilla taimilla oli muita istutusaikoja enemmän ruskeita alaneulasia istutusvuoden syksyllä. Syynä ruskettumiseen epäiltiin olevan sysshallat. Heinäkuussa istutetut olivat jo ehtineet karaistua ja syyskuun taimet olivat hallojen aikaan vielä taimitarhalla suojassa.
- Toisen vuoden syksyllä heinäkuussa ja elokuun alussa istutetuilla taimilla oli enemmän (7–10 %) monilatvaisuutta kuin muiden istutusaikojen taimilla (1–4 %).
- Heinäkuussa ja seuraavan vuoden toukokuussa istutetuista taimista oli elossa yli 90 % kun muiden istutusaikojen taimista oli elossa 60–85 %.

Johtopäätös

- Kesäkuun LP-käsittelyllä tuotetut 'kaksoisneulasmännyn' eivät menestyneet käsittelemättömiä taimia paremmin eikä kesäkuussa toteutettu männyn varhainen LP-käsittely parantanut taimien maastomenestymistä. Jos taimet saavuttavat riittävän istutuspuutteen, aikaisin keväällä kylvettyjä männyn taimia voitaneen istuttaa heinäkuussa ilman LP-käsittelyäkin. Elo-syyskuun istutuksiin taimet kannattaa aina LP-käsitellä heinäkuun lopulla.

JAANA LUORANEN, RISTO RIKALA

KESÄKUULLE JATKUVA PAKKASVARASTOINTI EI VAIKUTA KUUSEN TAIMIEN PAKKASKESTÄVYYTEEN, HIILIHYDRAATTEIHIN TAI SILMUN MORFOLOGIAAN

Luoranen, J., Riikonen, J., Rikala, R. & Sutinen, S. 2012. Frost hardiness, carbohydrates and bud morphology of *Picea abies* seedlings after different length of freezer storage. *Scandinavian Journal of Forest Research* 27(5): 414–419.

Pohjoismaissa taimia varastoidaan useita kuukausia, jopa kahdeksan kuukautta pakkasvarastossa. Monissa ulkomaisissa oppaissa on varoitettu yli puoli vuotta kestävä varastoinnin haitoista. Varastoinnin mahdollisista haittavaikutuksista taimiin ei ole juurikaan tutkimustietoa.

Pitkän varastoinnin vaikutuksia kuusen paakkutaimiin selvitettiin Suonenjoella varastointiaikakokeessa. Koetta varten taimet pakattiin pahvilaatikoihin 23.10. ja vietiin pakkasvarastoon (-4 °C). Taimia otettiin varastosta noin kuukauden välein huhtikuun puolivälistä (varastoinnin

kesto 172 vrk) heinäkuun puoliväliin (256 vrk). Sulatuksen jälkeen taimista määritettiin stereomikroskoopilla silmun kehitysvaihe, neulasten sokeri- ja tärkkelyspitoisuudet sekä neulasten, rangan ja silmujen pakkaskestävyys.

Päätulokset

- Kuusen taimet lähtivät kasvuun varastoinnin kestosta riippumatta. Varastoinnin kesto ei myöskään vaikuttanut harmaahomeen tai ruskettuneiden neulasten määrään.
- Stereomikroskoopilla tarkasteltuna silmujen alkeisneulasten kärjet olivat terävöityneet (hieman kasvaneet) jo syksyllä. Varastoinnin aikana silmuissa ei tapahtunut kehitystä.
- Neulasten tärkkelyspitoisuudet nousivat ja liukoisten sokereiden määrä väheni varastoon laittamisen ja kevään ensimmäisen testikerran välillä. Myöhemmin varastoinnin aikana hiilihydraattipitoisuuksissa ei tapahtunut muutoksia.
- Neulasten pakkaskestävyys heikkeni 10 °C huhti- ja toukokuun välillä, muuten silmujen, rangan ja neulasten pakkaskestävyyksissä ei ollut suuria eroja varastointiaikojen välillä.

Johtopäätös

Hyvin talveentuneita kuusen paakkutaimia voidaan varastoida turvallisesti kesäkuun puoliväliin saakka. Silloin pakkasvarastointi on lopetettava, jotta jäljellä oleva kasvukausi on riittävän pitkä kuusen taimien kasvuun ja karaistumiseen.

Kuusen taimien istutusajankohtasuositukset voi tarkistaa <http://www.metla.fi/metinfo/taimitieto/taimi-ohjeet-koneellinen-istutus-kuusi-ajankohta.htm>

JAANA LUORANEN

PUUPPELLO - SITY

PUPELON KYLÄSSÄ VILDELEVÄT HUUMORIA SUSIPARI NIILO NÄRE JA TAIMI PAAKKUNAINEN

