

KELIRIKKOTIET
KUNTOON TÄRKEYS-
JÄRJESTYKSESSÄ s.8

KCL – MONIKÄYTTÖISEN
TUTKIMUKSEN TAITAJA
s.10

MODUS 2000
– UUSI TEHDASMITTAUS-
MENETELMÄ s.12

Metsäteho ²/₀₃

MARRASKUU



Tutkimusyhteistyö
tiivistyy

PÄÄKIRJOITUS

2

Yhdessä ison kalan pyyntiin

AJANKOHTAISTA

3

Tutkimusyhteistyö
tiivistyy

TUTKIMUS JA KEHITYS

4

Metsäkonetyön ymmärtäminen
uuteen aikaan

6

Puuautoit syynissä

7

Uusi polttoaineen kulutusmalli
puuautoille

8

Kelirikkotiet kuntoon
tärkeysjärjestyksessä

ESITTELYSSÄ

10

KCL – Monikäyttöisen
tutkimuksen taitaja

TUTKIMUS JA KEHITYS

12

Modus 2000 – uusi innovatiivinen
tehdasmittausmenetelmä

14

Kestävätkö yksityismetsät
verohakkuut?

16

Hakkuutähteestä risutukiksi
tehokkaasti

18

Koneellinen metsänistutus
vuonna 2003

19

Metsätehon oppaat

KANSIKUVA:
MARKUS
STRANDSTRÖM

MUUT KUVAT:
METSÄTEHO OY,
ELLEI TOISIN
MAINITA



Yhdessä ison kalan pyyntiin

Tietoyhteiskunta mielletään useimmiten tietotekniseksi järjestelmäksi, jonka toimintoja ovat tiedon tuottaminen ja keruu sekä tiedon käsittely, siirto ja dokumentointi. Tietoyhteiskunnassa ihastellaan edistyneitä teknisiä mahdollisuuksia ja ihmetellään, kuinka aiemmin on voitu ylipäättään pärjätä. Lauri Viidan aforismi kuvaa sattuvasti tällaista olotilaa: ”Vai niin, vai puhuu hän viittä kieltä. Onko hänellä mitään *sanottavaa*?”

Puuhuollon varsinainen kova ydin, tuotantokoneisto, ovat työkoneet, kuljetuskalusto ja niitä pyörittävät ihmiset. Muiden toimijoiden tehtävä on luoda ”raaka-ainetta” ja toimintaedellytyksiä tälle koneistolle sekä nivoa palaset logistiseksi, toimivaksi kokonaisuudeksi.

Puuhuoltomme perustuu yrittämiseen ja korkeaan työn tuottavuuteen. Lopputuotteille – puuositteille, puuntuottamistöille ja työnjäljelle – asetetaan myös selvät laadulliset vaatimukset. Näistä koostuu Viidan tarkoittama *sanottava*, varsinainen sisältö.

Puuhuollon koneiston käyttäjät ja toimeksiantajat – yrittäjät, teollisuus, kone- ja laitevalmistajat – ovat yhdessä lähdössä pyytämään isoa kalaa: luotettavaa tietoperustaa kumppanuuteen ja luottamukseen perustuvaan toimintamalliin. *Viisi kieltä* on hyvä lähtökohta, koska nykYTEknologia tarjoaa siihen lähes rajattomia mahdollisuuksia. Rajoittimena on vain ihminen itse: mitä tällainen uusi tie merkitsee, mitä uhkia siihen mahdollisuuksien lisäksi kätkeytyy?

Osapuolet ovat päättäneet lähteä pyyntimatalle, niin kuin kaverukset kalaan menevät, luottamuksen hengessä. Luottamus vaatii avoimuutta, suoruutta, uskottavuutta ja hyväksyntää. Avoimuutta voidaan luonnehtia ilmaisulla: se on siinä, kaikki. Suoruus merkitsee: sanon mitä ajattelen. Uskottavuus syntyy, kun teen mitä lupaan. Hyväksyntä on ehkä vaativin osa: toinen hyväksyy minut.

Metsäteholaisina teemme parhaamme pyyntimatkan onnistumiseksi.

10.11.2003
Erkki Alalammi

TUTKIMUS- YHTEISTYÖ TIIVISTYÄ

Metsätehon tutkimus- ja kehityshankkeet koskevat usein yrittäjiä, yritysten koneita ja kuljettajia ja niihin osallistuu monesti myös kone- ja laitevalmistajia. Kaikki nämä osapuolet ovat nyt yksissä tuumin kehittäneet pelisäännöt tutkimusyhteistyölleen. Entistä tiiviimmän ja selkeämmän vuorovaikutuksen uskotaan parantavan T&K-hankkeiden laatua.



METSÄTEHO OY
TUTKIMUSPÄÄLLIKKÖ
JARMO HÄMÄLÄINEN

Puuhuollon tutkimus- ja kehitystoiminta pyritään yhä useammin toteuttamaan laajoina kokonaisuuksina, jolloin se koskettaa useita toimijoita. On luontevaa, että toimintaympäristön muutoksia ja kehittämisen suuntaviivoja tarkastellaan aika ajoin yhdessä. Tutkimusyhteistyön tiivistämisen yhtenä tavoitteena onkin lisätä vuoropuhelua ja muodostaa yhteinen näkemys puuhuollon kehittämistarpeista.

Tärkeä tieto yhteiseen käyttöön

Toinen tavoite on rakentaa yhteinen, luotettava ja ajantasainen tietopohja esimerkiksi eri työläjien tuottavuudesta. Hyvä esimerkki ovat metsäkoneiden tietojärjestelmät, jotka tarjoavat selkeitä mahdollisuuksia kehittää tutkimusmenetelmiä ja tehostaa aineistojen keruuta ja analysointia. Nämä mahdollisuudet hyödyntämällä tutkimustulosten luotettavuutta ja soveltamismahdollisuuksia voidaan parantaa, mikä on kaik-

kien tiedon käyttäjien etu.

Tuottavuuden ja kannattavuuden parantaminen on koko puuhuoltoketjun yhteinen asia, ja siihen pyritään muun muassa kehittämällä tehokkaita työmenetelmiä, koneita ja laitteita. Myös työn laadun ja ihmisten osaamisen jatkuva kehittäminen on toimialan kilpailukyvyn kannalta tärkeää.

Vuoropuhelu parantaa yrittäjien toimintaedellytyksiä

Myös kone- ja kuljetusyrittämisen toimintaedellytyksiä on mahdollista parantaa yhteisin ponnistuksin. Toimintamalleja voidaan virittää entistä tarkoituksenmukaisemmiksi ja yrittäjien toimintaympäristöön, vaikkapa työvoimakysymyksiin, voidaan pyrkiä vaikuttamaan. Puuhuollon eri osapuolten välinen vuoropuhelu ja yhteiset hankkeet ovat omiaan syventämään yrittäjyyden tuntemusta urakanantajien piirissä sekä muissa kone- ja kuljetusyritysten sisäryhmissä.



→ Pelisääntöjen pääkohdat

1. Yrittäjäjärjestöt ja kone- ja laitevalmistajat osallistuvat uusien tutkimusaiheiden määrittelyyn, muun muassa Metsätehon kehys- ja vuosisuunnittelun yhteydessä. Yrittäjäjärjestöille tarjotaan mahdollisuus osallistua yrittäjien toimintaa koskeviin tutkimuksiin kuten tuottavuustutkimuksiin, kone- ja laitekehittelyyn sekä kannattavuusanalyysihin.

2. Yhteisissä projekteissa Metsätehon osakkaat ja yrittäjäjärjestöt muodostavat projektia ohjaavan johtoryhmän. Tarvittaessa johtoryhmään kutsutaan lisäksi asiantuntijajäseniä kuten yrittäjiä tai konevalmistajia.

3. Projektin suunnitteluvaiheessa määritetään, mitä tietoja tutkimuksessa kerätään ja mitä niistä käytetään tulosten laskenta- ja raportointivaiheissa. Tutkimukseen osallistuvan kone- tai kuljetusyrityksen kanssa käydään läpi projektisuunnitelma ja sovitaan työajaista, yhteydenpitotavoista ja lisätöiden korvauksista.

4. Kerättävien tutkimusaineistojen jatkokäyttötarpeet arvioidaan mahdollisuuksien mukaan projektin kuluessa. Aineistot jäävät Metsätehon käyttöön ja Metsäteho vastaa niiden säilytyksestä. Projektin osapuolet voivat hyödyntää tutkimusaineistoja jatkohankkeissa.

5. Tutkimuskohteiden – työmaiden, koneiden, yritysten ja kuljettajien – ja tutkimusmenetelmien valinta sekä tulosten raportointi ovat luonnollisesti tutkijoiden tehtäviä. Tulokset käsitellään johtoryhmässä ja eri osapuolilla on mahdollisuus antaa niihin omat kommenttinsa. Tulosraportit toimitetaan projektiin osallistuneille, ja mahdollisesta laajemmasta julkistamisesta päättää johtoryhmä.

METSÄKONETYÖN YMMÄRTÄMINEN UUTEEN AIKAKAUTEEN

Metsäkoneen tietojärjestelmään perustuvalla tiedonkeruulla voidaan jatkossa kuvata kuljettajan taitotasoa ja hallita kuljettajasta aiheutuvaa vaihtelua tuottavuustutkimuksessa. Metsäkonetyön kuvausta, työtapojen ymmärtämistä ja työn analysointia voidaan kehittää merkittävästi.



LISÄTIETOJA:
METSÄTEHO OY
VIESTINTÄPÄÄLLIKKÖ,
TUTKIJAJÄSEN
PUH. (09) 132 5244
040 530 7158
ARTO.KARINIEMI
@METSATEHO.FI

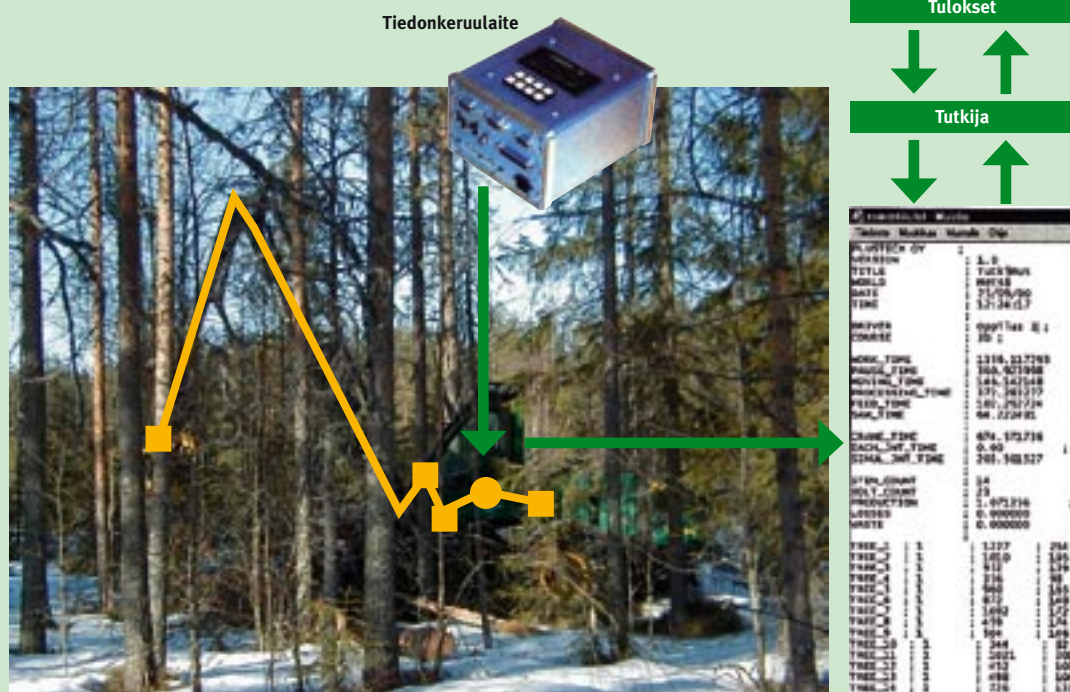
Metsätyöntutkimus tarvitsee uutta lähestymistapaa, koska vain osa työstä selittyy sen ulkoisten, perinteisin tutkimusmenetelmin havaittavissa olevien tekijöiden avulla. Uuden lähestymistavan edellytyksiä ovat monitavoiteinen ja -tieteellinen ote sekä tutkimusvälineiden kehittyminen. Uusi tutkimusväline on jo todettu toimivaksi; kehittämistyötä kannattaa jatkaa.

Mekaanisesta mittaamisesta kohti ymmärtävää tulkintaa

Uusimmissa metsäkoneissa, kuten autoissakin, koneen toimintoja voidaan seurata tietokoneella huollon ja vianmäärityksen tueksi sekä kone- ja laitekehityksen perustaksi. Työkoneen mitaus- ja ohjausjärjestelmien tuottamaa tietovirtaa voidaan hyödyntää myös työntutkimuksessa. Tätä tarkoittaa uusi tutkimustyökalu (kuva).

Työntutkimus vapautuu mekaanisesta tallentamisesta ja siirtyy ymmärtävään havainnointiin, mikä on tärkeä apu tulosten tulkinnassa. Työaikaa vapautuu tutkimuskohteiden valintaan ja valmistelutöihin. Syvälliset keskustelut työnsuorittajan kanssa ovat osa tutki-

Lähde: Plustech Oy

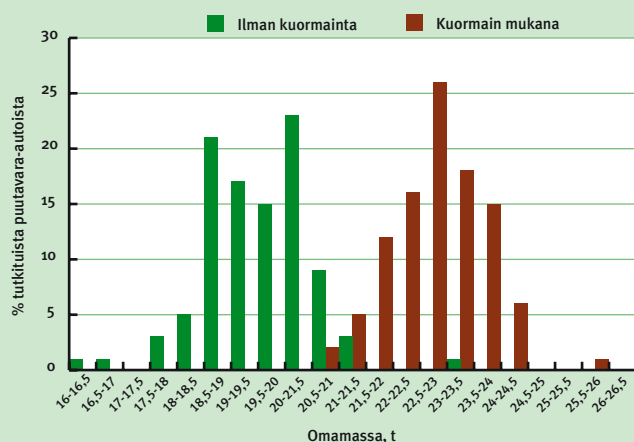


Puutautot syynissä

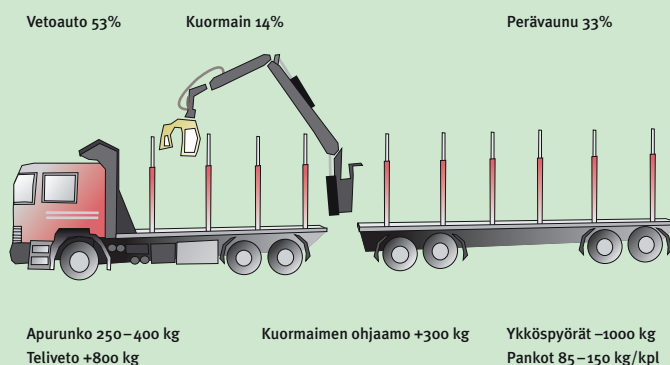
Puutavara-autojen hyötykuorman kasvattaminen merkitsee suoraa taloudellista hyötyä. Koska suurin kokonaispaino on rajoitettu, niin hyötykuormaa voidaan kasvattaa vain yhdistelmän omamassaa pienentämällä.



LISÄTIETOJA:
METSÄTEHO OY
PROJEKTITUTKIJAJANNE PELTOLA
PUH. (09) 132 5250
0400 100 093
JANNE.PELTOLA
@METSATEHO.FI



Kuva 1. Tutkittujen yhdistelmien omamassojen jakauma.



Kuva 2. Puutavara-auton painojakauma ja joidenkin varusteiden vaikutus omamassaan.

Nykyaikainen puutavara-autoyhdistelmä, joka koostuu yleensä kolmiakselisesta vetoautosta ja neliakselisesta perävaunusta, on tyyppillisesti koottu usean valmistajan komponenteista. Kun vetoauto, sen päällirakenne, kuormain ja perävaunu tulevat eri valmistajilta, niiden yhdistäminen parhaan mahdollisen lopputuloksen saavuttamiseksi vaatii tarkkaa harkintaa. Yhdistelmien rakenteelliset erot eivät ole suuria, ja painoerot liittyvätkin lähinnä haluttuihin ominaisuuksiin ja käyttötarkoituksiin.

Kotimainen kuorma-autovalmistaja Sisu Auto Oy on halukas kehittämään puutavara-autoa edelleen. Sisu on jo aiemmin esitellyt korkearunkoisen automallin, johon pankot voidaan kiinnittää ilman erillistä apurunkoa. Rakenne on yksinkertaisempi ja kevyempi. Mahdollisia keinoja keventää puutavarayhdistelmää löytyy edelleen. Nopeimmin tu-

loksia syntyy, kun päällirakenteet, auton komponentit ja yhdistelmän perävaunu valitaan huolella ja optimoidaan käyttötarkoituksen mukaan. Muita keinoja ovat suurlujuusterästen tai alumiinin käytön lisäys ja rakenteiden optimointi entistä kehittyneempien suunnittelumenetelmien käyttöönoton avulla. Yhdistelmän optimointi käyttötarkoituksen mukaan edellyttää hyviä tietoja siitä, mitä yhdistelmällä todella kuljetetaan investointijakson aikana.

Tyhjänä-painoissa huomattavaa vaihtelua

Metsäteho selvitti, mitä ajossa olevat puutavara-autoyhdistelmät todella painavat. Kymmenellä eri tuotantolaitoksella punnittiin 264 yhdistelmää tyhjänä ja selvitettiin erilaisia omamassaan vaikuttavia tekijöitä.

Tutkittujen yhdistelmien keskimääräinen omamassa oli ilman kuormainta

19,6 ja kuormaimen kanssa 22,8 tonnia. Punnituista yhdistelmistä 65 % tuli tehtaalle kuormaimen kanssa. Kuvasta 1 nähdään, että ero kevyimmän ja raskaimman yhdistelmän tyhjänäpainojen välillä oli tuhansia kiloja. Tonni lisää hyötykuormaan parantaa kilpailukykyä lähes kahdella prosentilla. Yhdistelmän punnitu omamassa oli keskimäärin 600 kg Ajoneuvohallintokeskuksen rekisteröintitiedoissa mainittua omamassaa suurempi.

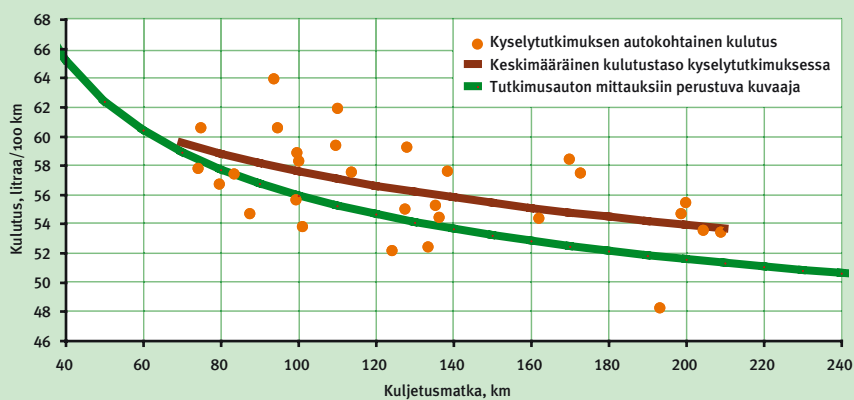
Yksittäisten varusteiden vaikutus koko yhdistelmän massa on merkittävä (kuva 2). Esimerkiksi pankkojen määrän vaihtelu kuudesta kahteentoista merkitsee satojen kilojen eroa ajoneuvon massassa. Materiaaleista alumiinilla on saavutettu terästä kevyempiä päällirakenteita, mutta toisaalta teräsrakenteet tarjoavat suuremman kuljetustaloudellisen kehityspotentialin. ■

Uusi polttoaineen kulutusmalli puuautoille

Puutavara-auton polttoaineen kulutus vaihtelee olosuhteiden, kaluston, ajotavan ja kuljetusten ohjauksen mukaan. Kyselytutkimuksen, kulutusmittausten ja simuloinnin tuloksena käytössä on nyt uusi laskentamalli, jota voidaan hyödyntää ympäristö- ja kustannuslaskennassa.



LISÄTIETOJA:
METSÄTEHO OY
TUTKIJA
JOUNI VÄKEVÄ
PUH. (09) 132 5239
040 530 7164
JOUNI.VAKEVA
@METSATEHO.FI



Kyselytutkimuksen tulokset ja tutkimusauton mittauksiin perustuva kulutuskäyrä. Kaikki kulutukset on muunnettu 50 prosentin tyhjänäjo-osuudelle.

TYHJÄNÄJOA KOKONAIS- AJOMATKASTA	KULJETUSMATKA KUORMATTUNA			
	50 km	100 km	150 km	
KESKIKULUTUS, LITRAA/100 km	KESKIKULUTUS, LITRAA/100 km			
	50 %	63,7	57,2	54,5
	40 %	68,3	61,0	57,9
	30 %	72,6	64,5	61,2
YKSIKKÖKULUTUS, LITRAA/m³	YKSIKKÖKULUTUS, LITRAA/m³			
	50 %	1,3	2,3	3,3
	40 %	1,1	2,0	2,9
	30 %	1,0	1,8	2,6

Projekti tuotti kulutusmallin, jolla päädytään esimerkitapauksissa ylläoleviin kulutuslukemiin.

Polttoaineen kulutuksesta ja siihen vaikuttavista tekijöistä tarvitaan tuoretta tietoa ennen kaikkea ympäristö- ja kustannuslaskennan käyttöön. Noin neljännes kuljetusten hinnasta on polttoainekuluja.

Tutkimusprojekti toteutettiin yhteistyössä Jyväskylän ammattikorkeakoulun, EC-Tools Oy:n ja Vemosim Oy:n kanssa. Metsätehon osakkaiden lisäksi projektia rahoitti liikenne- ja viestintäministeriö. Projektin lopputuloksena syntyi kulutusmalli, jonka rakenne perustuu yksityiskohtaiseen mittaustietoon ja kulutustaso kuljetusyrittäjille tehtyyn kyselyyn. Mallin avulla voidaan tehdä esimerkiksi oheisen taulukon mukaisia laskelmia.

Kulutusmittaukset, yrittäjäkysely ja simulointi

Polttoaineen kulutuksen rakennetta ja riippuvuutta kuljetusmatkasta selvitet-

tiin keräämällä vuoden ajan yksityiskohtaista tietoa yhdestä keskusomalaisesta puutavara-autosta. Tiedonkeruussa käytettiin SKALNET-laitteistoa, niin sanottua mustaa laatikkoa, jolla saatiin tarkat tiedot muun muassa polttoaineen kulutuksesta, ajokilometreistä, pysähdyksistä ja auton sijainnista.

Autosta kerätyt tiedot yhdistettiin kuormatietoihin, jolloin voitiin tarkastella sekä polttoaineen kulutusta kuorman kanssa ja ilman että kuorman tekoon ja purkamiseen kuluneen polttoaineen määrää. Lopputuloksena oli kuvaaja, joka esitetään oheisessa kuvassa yhdessä kyselytutkimuksen tulosten kanssa.

Polttoaineen kulutuskyselyyn vastasi 29 kuljetusyrittäjää eri puolilta maata. Seurantatietoja kertyi yhteensä 3,4 miljoonan kilometrin matkalta ja polttoainetta yrittäjät käyttivät yhteensä 2,0 miljoonaa litraa. Autokohtaiset keskikulutukset muunnettiin laskennallisesti sa-

malle, 50 prosentin tyhjänäjo-osuudelle ja alle 12 kuukauden seurantatietoihin tehtiin kausikorjaukset, jotta tulokset saatiin keskenään vertailukelpoisiksi. Autokohtaiset kulutukset ja keskimatkat näkyvät kuvassa. Pisteparveen sovitettiin kuvaaja osoittamaan keskimääräistä polttoaineen kulutusta.

Projektin yhteydessä testattiin myös Vemosim-simulaattoria. Testireitillä simulaattori päätyi samaan polttoaineen kulutukseen kuin mittauskin. Simulointi on nopea tapa selvittää erilaisten kalustoratkaisujen vaikutusta kulutukseen ja sen avulla voidaan määrittää myös päästöt.

Kulutuksen voi pitää kurissa monin keinoin

Kyselytutkimuksen tuloksissa näkyy suuri vaihtelu autojen välisessä kulutuksessa. Esimerkiksi tyypillisellä 100 kilometrin kuljetusmatkalla kulutus oli





alimmillaan noin 54 ja korkeimmillaan noin 64 litraa/100 km. Autoittain kulutus poikkesi keskiarvokäyrältä keskimäärin $\pm 2,8$ litraa/100 km.

Suuret erot selittyvät tie- ja keliolosuhteilla, ajotavalla, kaluston ominaisuuksilla ja kunnolla sekä kuljetusten ohjaustoimenpiteillä.

Kulutus kasvaa mitä enemmän joudutaan ajamaan *alempiasteisilla, huonokuntoisilla, mäkisillä teillä*. Yhdellä testireitillä tutkimusauton kulutus täydessä lastissa oli metsätiellä 75,4 ja päätiellä 59,8 litraa/100 km. Metsätiellä polttoainetta kului siis 26% enemmän.

Vuodenaika on tärkeä tekijä: lumi, liukkaus ja kylmä ilma lisäävät polttoaineen kulutusta talvikuukausina. Kyselyn vastausten mukaan tammikuuhun osunut vuoden kulutushuippu 63,4 litraa/100 km oli 12 prosenttia korkeampi kuin elokuuhun osunut vuoden pienin kulutusmäärä 56,8 litraa/100 km.

Kuljetuskaluston keveys vähentää polttoaineen kulutusta tuoden taloudellista etua. Yksi lisätönni kaluston painossa lisää keskikulutusta tyhjänäajossa 0,6–0,7 litraa/100 km ja pienentää hyötykuormaa 2,5 prosenttia.

Taloudellisella ajotavalla saavutetaan tyypillisesti 10–15 prosentin säästöt. Vuositasolla on kyse tuhansista euroista, joten kuljettajien kouluttaminen kannattaa. Ajoneuvon *säännöllinen huolto* estää esimerkiksi likaisista suodattimista, vääristä renkaiden ilmanpaineista tai huonosta voitelusta aiheutuvat lisälaskut.

Kun kuljetusten ohjauksessa pyritään mahdollisimman *lyhyisiin kuljetusmatkoihin ja vähäiseen tyhjänäajo*on, sekä kustannukset että yksikkökulutus – litraa polttoainetta/m³ – pysyvät minimissä.

Kovenevien ympäristövaatimusten myötä energian kulutukseen kiinnitetään jatkuvasti yhä enemmän huomiota. Polttoaineen säästämistä on tavoiteltava jo pelkästään kustannussyistä. Tässä riittääkin haastetta niin kaluston valmistajille, yrittäjille, kuljettajille, kuljetusten suunnittelijoille kuin teiden kunnossapitäjillekin. ■

LISÄTIETOJA:

TIELIikelaitos
DIPLOMI-INSINÖÖRI
OLLI MÄKELÄ
PUH. 020 444 5370
0400 176 167
OLLI.MAKELA
@TIELIikelaitos.fi

METSÄTEHO OY
ERIKOISTUTKIJAT
OLAVI PENNANEN
PUH. (09) 132 5240
040 582 2272
OLAVI.PENNANEN
@METSATEHO.FI

WWW.METSATEHO.FI >>
AJANKOHTAISTA:
RAAKAPUUKULJETUSTEN
KELIRIKKOHAITTOJEN
VÄHENTÄMINEN
-RAPORTTI,
RAPORTIN TIIVISTELMÄ
JA KALVOSARJA

Kelirikkotiet kuntoon tärkeys- järjestyksessä

Tiehallinnon, Metsätehon ja Tielikelaitoksen yhteistyönä on valmistunut suunnittelumenetelmä, joka auttaa Tiehallintoa kelirikkaisen tiestön korjauskohteiden priorisoinnissa. Tavoitteena on turvata raakapuukuljetusten sujuvuus. Uuden menetelmän avulla korjauskohteet sijoitetaan kiireellisyyssuoraksi alueen puuvarojen, lähiajan puunkuljetustarpeiden ja kuljetusreittien mukaan.

Kelirikko aiheuttaa metsätaloudelle valtakunnallisesti noin 100 miljoonan euron vuotuiset lisäkustannukset. Tästä arviolta 65 miljoonaa euroa aiheutuu yleisten teiden ja loput 35 miljoonaa metsäteiden ja muiden yksityisteiden kelirikosta. Lisäkustannuksia aiheuttaa raakapuun ylimääräinen varastointi puutavaran käsittelyn, laadun heikkenemisen ja sitoutuneen pääoman kautta. Kaluston ja henkilöstön tarpeen mitoitus kausihuippujen mukaan aiheuttaa myös lisäkuluja.

Maassamme on sorapintaisia yleisiä teitä 28 000 kilometriä, joista noin 2 700 kilometrillä saattaa esiintyä kelirikkovauriota. Vaurioituneita teitä on vuosittain säästä riippuen 500–1 500 km, mutta koska yksittäiset vaurio kohdat haittaavat liikennettä koko tiellä, ongelmat koskevat kaikkiaan 17 000 tiekilometriä. Pahinta kelirikkoaluetta ovat Häme, Savo, Pohjois-Karjala, Keski-Suomi ja Pohjanmaa. Tiehallinto käyttää kelirikkoteiden korjaamiseen vuosittain noin 18 miljoonaa euroa, joilla korjataan vaurioita 150–200 kilometriltä.

Tiehallinnon, Metsätehon ja Tielikelaitoksen pilottiselvityksessä tarkasteltiin Pohjois-Savon, Kainuun ja Koillismaan alueita. Jatkossa uutta suunnittelumenetelmää pyritään hyödyntämään myös muilla kelirikosta kärsivillä alueilla.

Tarkkuutta hakkuu- ja kuljetusennusteisiin

Tiedot yleisten teiden liikennemäärästä perustuvat liikennelaskentoihin, joita alemmalla tieverkolla tehdään 4–6 vuoden välein. Vuoden keskiliikennearvio perustuu kolmeen muuttaman vuorokauden mittaiseen laskentajaksoon.

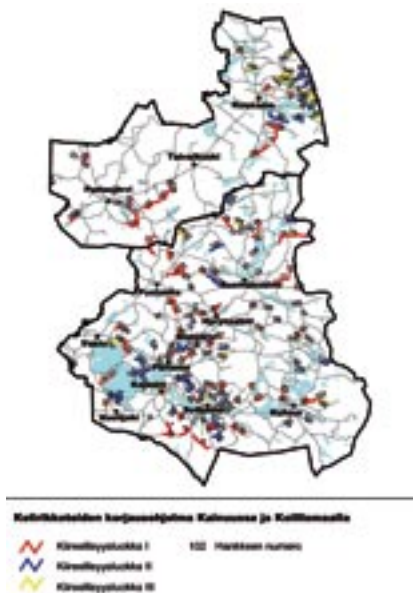
Pilottiselvityksessä hakkuu- ja kuljetusmääräennusteita pyrittiin tarkentamaan käyttämällä apuna Metsätutkimuslaitoksen valtakunnan metsien inventointia. Siinä on laskettu puuston tilavuus kullakin pienalueella puutavaralajeittain – mäntytuoppi, kuusituoppi, koivutuoppi, mäntykuitu, kuusikuuti sekä koivu- ja muu lehtipuukuuti – ja 10-vuotiskäluokittain. Hakkuuennusteet perustuvat toteutuneisiin hakkuisiin ja hakkuukelpoisiin metsävaroihin.



KUVAT: TIELIKELAITOS

AUTOKULJETUSTEN JAKAUTUMINEN ERITYYPPISIIN KOHTEISIIN.

SAHAT	2 810 000 m ³ /v	33 %
MASSA-, PAPERI- JA KARTONKITEHTAAT	3 460 000 m ³ /v	41 %
VANERI- JA LEVYTEHTAAT	420 000 m ³ /v	5 %
RAUTATIELASTAUSPAIKAT	1 230 000 m ³ /v	14 %
UITON PUDOTUSPAIKAT	600 000 m ³ /v	7 %.



« Kuva 1. Pohjois-Savon puukuljetusmäärät (rekkaa/vrk) tieverkolla. Ylhäällä esimerkiksi tarkemmasta kuljetussuunnituksesta sijoittelukuvasta (m³/v) lisämi-Sonkajärvi-alueelta. Oikealla malli käytetystä pienalue- jaosta Vehmersalmella ja EMME/2-tieverk- kokuvauksesta aluesyöttöineen.

« Kuva 2. Kelirikko-ohjelman kohteet Kainuun ja Koillismaan alueella.

Ennusteissa on huomioitu suojelu-alueet, joiden hakkuita rajoittava vaikutus on merkittävä etenkin Kainuussa ja Koillismaalla. Koko suunnittelualueen hakkuumääräksi ennustetaan 8,5 miljoonaa m³ vuodessa eli keskimäärin 460 täyttä puurekkaa vuorokaudessa kuormakoon ollessa 51 m³ raakapuuta.

Suunnittelualueelta lähtevien autokuljetusten määränpäättä – puunjalostuslaitokset, rautatielastauspaikat ja uiton pudotuspaikat – selvitetiin kyselyllä metsäteollisuusyrityksille (taulukko). Kuljetusvirrat sijoitettiin tieverkolle EMME/2-liikennesuunnitteluohjelmistolla tiekohtaisiksi kuljetusmääriksi. Sijoittelua varten laadittiin yleisten teiden tieverkkokuvaus, jonka aluesyöttöillä tieverkkoon kytketään sekä pienalueet, joilta kuljetukset lähtevät että kuljetuskohteet.

Korjausten kustannukset ja hyödyt punnittiin

Tiehallinnon soratierokisteristä koottiin tiedot kelirikkoisista tienkohdista, jotka yhdistettiin sopiviksi korjauskohteiksi. Näille laadittiin korjauskustannusarvi-

ot. Korjausten hyödyt raakapuukuljetuksille arvioitiin kelirikon haittojen ja kelirikkoisten teiden osuuden avulla. Lopuksi Pohjois-Savoon ja Kainuun-Koillismaan alueelle laadittiin omat kelirikkoteiden korjausohjelmat hyötyarvioiden ja tiepiirien rahoitusmahdollisuuksien perusteella.

Valtaosa suunnittelualueen kelirikko-kohteista saadaan korjattua noin 16 miljoonalla eurolla. Yksin raakapuukuljetusten arvioidaan hyötyvän hankkeista 9 miljoonaa euroa vuosittain, joten ohjelma on varsin kannattava. Lisäksi korjauksista hyötyvät myös muu liikenne ja tienvarsiasutus.

Menetelmää voidaan hyödyntää laajasti

Selvityksen tuloksena syntyi toimiva menetelmä kelirikkokorjausten ohjelmoinnin avuksi. Korjaushankkeet luokiteltiin kiireellisyyden mukaan. Vastavanlainen suunnitteluprojekti esitetään toteutettavaksi erityisesti tiepiireissä, joissa sorateiden kelirikko on laaja ongelma ja joiden alueella puuntuotanto on merkittävä.

Valtakunnan tasolla tämän selvityksen tulokset antavat kelirikkohankkeiden vaikutuksista lisätietoa, jota voidaan hyödyntää korjausten rahoitusta suunniteltaessa. Parhaiten selvitys palvelee tiepiiritasolla tehtävää hankeohjelmointia, koska siellä kelirikkoteiden korjausten kiireellisyyttä ja hyödyllisyyttä voidaan arvioida puhtaasti metsätalouden näkökulmasta.

Koska raakapuukuljetusten alkupää on metsäteillä ja muilla yksityisteillä, eivät yleisten teiden kelirikkokorjaukset yksin riitä poistamaan haittoja. Metsäteiden ja yksityisteiden ongelmien vähentämiseksi esitetään kunta- tai seutukuntatasolla tehtäväksi kokeiluhanke, jossa haetaan menettelytapoja korjausten edistämiseksi ja ohjelmoimiseksi.

Tässä selvityksessä on rajauduttu vain metsätalouden hyötyihin vaikka kelirikkoteiden parantamisesta hyötyvät myös monet muut osapuolet; ennen kaikkea tienvarsiasutus monine liikennöintitarpeineen. Jotta kelirikkokorjausten hyödyt voidaan arvioida kattavasti, niiden vaikutuksista tarvitaan perusteellisempi selvitys. ■

KCL:n toimitusjohtaja, professori Antti Arjas (vasemmalla) luovuttaa vetovuoron tehtävään kutsutulle DI, MBA Jukka Kilpeläiselle levollisin mielin. KCL:n kustannustehokkuus on kunnossa ja tekemisen taso tunnetusti korkealuokkaista.



KCL – Monikäyttöisen tutkimuksen taitaja

Massa- ja paperitutkimuksen edelläkävijän rooliin tottunut KCL haluaa säilyttää asemansa tulevaisuudessaakin. Kansainvälistyminen ja asiakaslähtöisyys lopputuotteiden ominaisuuksien ja tutkimustarpeiden määrittelyssä ovat tuoreimmat haasteet. Huippuasiantuntijoiden tuottama ja jalostama, monikäyttöinen tieto on kyettävä tarjoamaan asiakkaille heitä parhaiten palvelevassa muodossa.

TEKSTI: KIRSikka BONSDORFF KUVA: KCL / LEA KURLIN

KCL:ää kymmenen vuotta toimitusjohtajana luotsannut professori **Antti Arjas** jää vuodenvaihteessa eläkkeelle. Yhtiöön ajan myötä kertyneen tietopääoman siirtäminen asiakkaiden käyttöön on ollut keskeisimpiä tavoitteita hänen kaudellaan. Massa- ja paperiteknikan kehittymistä silloisen Yhtyneet Paperitehtaat Oy:n tutkimusjohtajan aitiopaikalta seurannut sekä Kajaani Oy:n ja Myllykoski Oy:n paperitehtaiden johtajana toiminut Arjas on osaltaan syventänyt teollisuuden tarpeiden ymmärtämistä KCL:ssä.

Seuraajaksi on kutsuttu DI, MBA **Jukka Kilpeläinen**. Hän painottaa voimakkaasti asiantuntijoiden arvoa tulevan organisaationsa keskeisimpänä voimavarana ja menestystekijänä. Kilpeläisellä on takanaan neljännesvuosisadan mittainen, kansainvälinen taival Stora Ensossa, jossa hän viimeksi toimi

yhtiön toimituspapereit-liiketoimintalueen johtajana Lontoossa.

”Asiakkaat eivät tarvitse tutkimusta vaan tuloksia”

KCL:n rooli kemiallisen metsäteollisuuden arvoketjun – jossa tuotantoon panostettu materiaali ja palvelut tuovat lisäarvoa asiakkaalle – tarvitseman teknis-taloudellisen tiedon tuottajana ja jalostajana on merkittävä. Tietoa sekä tuotetaan itse että etsitään muualta ja jalostetaan edelleen.

– Viulistin pitää aloittaa aina alusta, mutta insinööri voi rakentaa myös sen varaan, mitä muut ovat aikaisemmin tehneet, tiivistää Arjas.

– Asiakkaat eivät tarvitse tutkimusta vaan tuloksia ja ratkaisuja, Arjas jatkaa.

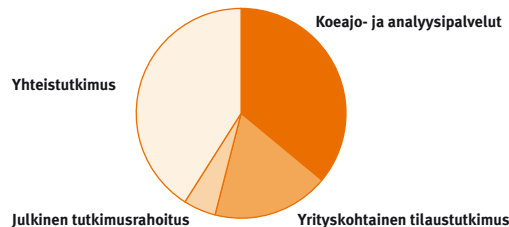
Tutkimuslaitoksen on kyettävä tuottamaan pitkäjänteisellä tutkimuksella sellaista tietoa, joka nousee tulevai-

suudessa ajankohtaiseksi. Uusiutuva osaamisvarasto on elinehto asiakaslähtöiselle toiminnalle ja reagoitakyvyille. Asiakkaat käyttävät tietoa sitä mukaa kuin heidän liiketoiminnassaan syntyy siihen tarve.

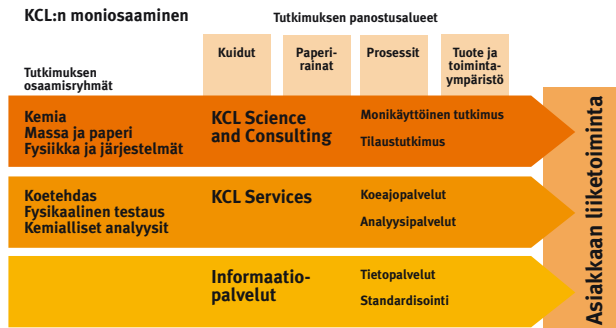
Olennaista on, että jo projektin alussa sovitaan, miten tieto siirretään asiakkaan liiketoimintaan. Keinot vaihtelevat tutkimusraportista luottamukselliseen konsultointiin. Laajoissa tutkimusohjelmissa tuloksia odotetaan 3–10 vuoden kuluessa projektin käynnistämisestä. Toisena ääripäänä ovat esimerkiksi KCL:n koeajo- ja laboratoriopalvelut, joissa osaa tuloksista odotetaan jo päivien, joskus tuntien sisällä. Ja tietopalvelun on annettava vastauksia heti.

On erittäin tärkeää hallita tutkimusprojektin loppuvaihe eli kyetä siirtämään osaaminen asiakasyhtiöiden hyödyksi. Asian eteen on KCL:ssä tehty

Kuva 1. KCL:n liikevaihdon jakauma eri rahoituslähteiden mukaan.



Kuva 2. KCL:n osaamisen jakautuminen liiketoiminta-alueisiin.



KCL PÄHKINÄNKUORESSA:

KCL – Oy Keskuslaboratorio
– Centrallaboratorium Ab

Historia

- perustettu 1916, mukana myös muuta teollisuutta
- keskittyi metsäteollisuuteen 1942
- toiminut aina osakeyhtiönä

Omistajat

- Metsäliitto Yhtymä
- Myllykoski Oyj
- Stora Enso Oyj
- UPM-Kymmene Oyj

Resurssit

- 340 osaavaa henkilöä
- liikevaihto 23 miljoonaa euroa
- maailman monipuolisoin koetehdas
- ainutkertaisia koelaboratorioita ja mittauslaitteistoja

Antti Arjas

- KCL:n toimitusjohtaja 1993–2003
- professori, tekniikan tohtori 1970
- mm. käyttöinsinööri, tuotantopäällikkö, tutkimusjohtaja,
- tehtaanjohtaja (Kajaani Oy, Yhtyneet Paperitehtaat Oy, Myllykoski Oy)

Jukka Kilpeläinen

- KCL:n toimitusjohtaja 1.1.2004–
- DI, MBA
- 49-vuotias
- mm. käyttöinsinööri, tuotantopäällikkö, laatujohtaja, markkinointijohtaja, suunnittelujohtaja, toimistopaperit-liiketoiminta-alueen johtaja (Stora Enso Oyj)
- toimitusjohtaja 1993–96 (Tervakoski Oy)

paljon työtä, ja paljon on vielä tehtävää.

– Tehtävän haasteellisuutta ovat vuosikymmenten mittaan lisänneet asiakaskunnan kansainvälistyminen, kielelliset ja kulttuuriset rajamuurit, viitoittava Kilpeläinen jatkotyötä.

Tavoiteltava tapa on, että KCL:n asiantuntija käy luottamuksellisesti siirtämässä tietoa suoraan asiakkaalle. Asiakkaat ovat myös monesti mukana syvällä projekteissa. Perinteisin tapa siirtää osaamista on hyvä tutkimusraportti. Teknisenä apuvälineenä asiakkaille on avattu extranet-palvelu.

Käytännön muutokset suuntaavat tutkimusta

Kasvavan tutkimuksellisen mielenkiinnon alueita ovat viime aikoina olleet lopputuote, sen käyttö ja kuluttajan käyttäytyminen. Tämän osa-alueen korostuminen on jo vaikuttanut KCL:n tutkimustyöhön. Toinen ajankohtainen tehtävä on selvittää, miten metsäteollisuuden toimintamahdollisuuksia voidaan lisätä Suomen jo täysin hyödynnettyjen metsävarojen puitteissa. Kolmas tärkeä tutkimusalue on energiankulutuksen rajoittaminen.

– Jotta tutkimus on tutkimusta, sen tuleekin sisältää suuri annos epävarmuutta alussa, muistuttaa Arjas. Jos kaikki tutkimushankkeet onnistuvat, kunnianhimon taso on liian alhainen. Sekin on joskus arvokas tulos, että ennakoitu ratkaisu ei toimikaan.

On haaste pitää maailman monipuolisoin koetehdas kilpailukykyisenä, ja ajoittain tarvitaan mittaviakin lisäinvesti-

tointeja. On myös täysi työ toimia alan parhaana akkreditoituna sertifiointilaboratoriona. KCL:n analyysilaboratorioiden kaikesta analytiikasta 70 % on itse kehitettyä. Tuleva toimitusjohtaja korostaa kuitenkin, että tutkimusta ja sen investointeja ohjaavat nimenomaan omistajien strategioista lähtevät tutkimustarpeet; tutkimuksen työkalut ovat siinä toissijaisia.

Asiantuntijat ovat keskeisessä roolissa

– KCL:n kovin tulevaisuuden haaste on säilyä asiakkaille parhaana vaihtoehtona toteuttaa tutkimusta ja säilyttää tulospaineiden keskellä asiakkaan usko tutkimuksen kannattavuuteen, painottaa Kilpeläinen.

– Haaste on myös tulevaisuuden työvoimapula. Suomessa on tulevaisuudessa pulaa koulutetuista ihmisistä, myös tällä alalla. Joudumme jatkossa tuomaan työntekijöitä muualta. Sellu- ja paperi-insinöörit ovat poikkeus, sillä Suomessa valmistuu noin 70 % Euroopan kaikista sellu- ja paperi-insinööreistä. Nykykehityksen jatkuessa ollaan vähitellen tilanteessa, jossa useimmat Euroopan paperitehtaiden johtajista puhuvat suomea tai ruotsia.

KCL:n matriisiorganisaatiolla varmistetaan joustava asiantuntijuuden käyttö. Ihmisten erityisosaamista tulee hyödyntää. Erilaisilla osaamisryhmillä ja panostusalueilla ohjataan talon kulloinkin parasta osaamista ajankohtaisille alueille. Projektijohtamisen osaminen on keskeinen menestystekijä

KCL:ssä ja se tulee korostumaan, kun verkottuminen muun tutkimusyhteisön ja muiden toimijoiden kanssa laajenee entisestään.

Kilpeläinen on luottavainen: – Pärjäämme hyvin vertailussa muihin tutkimuslaitoksiin, kun puhutaan luotettavuudesta, toimitusaikojen pitämisestä sekä projektien johtamisesta ja kurinalaisuudesta.

Raaka-ainetutkimusta tarvitaan jatkossakin

Antti Arjas toteaa, että perinteisistä jaotteluista tukki- ja paperipuuhun tai eri puolajoihin ollaan tultu pitkä matka eteenpäin. – Nyt puuraaka-aineen tuntemus on varsin korkealla tasolla. Tiedollisesti olemme hevosenmitan edellä siitä tasosta, jonka teollisuus pystyy käytännössä hyödyntämään.

– Suomessa puhutaan paljon puusta, mutta esimerkiksi pigmentti on puuta kriittisempi raaka-aine ja myös tärkeä lykyt ja lateksit ovat keskeisiä, laajentaa Kilpeläinen raaka-ainekeskustelua. – Fraktiointi eri muodoissa, niin runkopuuna kuin hakkeena ja erityisesti kuidutettuna, on yksi keskeisistä tutkimusalueistamme.

Tavoitteena on käyttää kuituraaka-aine paremmin. Saantoa voidaan Kilpeläisen mukaan parantaa edelleen, ja jalostusastetta on kyettävä myös nostamaan. Lisäksi ensiharvennuskannan käyttö tulee ratkaista kansakunnan kannalta järkevästi, muuten nykyään liian suuri osa tästä arvokkaasta materiaalista päättyy energiakäyttöön. ■

MODUS 2000

UUSI INNOVATIIVINEN TEHDASMITTAUSMENETELMÄ

Suomessa otetaan tänä vuonna koekäyttöön täysin automatisoitu puutavaran tehdasmittausmenetelmä Modus 2000. Codator Oy:n kehittämällä laser-skannaukseen perustuvalla mittauksella määritetään ajoneuvossa olevan kuitupuun tilavuus.

Modus 2000 lienee maailman ensimmäinen miehittämätön menetelmä puutavaranippujen määrän toteamiseen. Se mittaa puutavaranipun kiintotilavuuden ajoneuvon ajaessa mittakehikon lävitse. Kuorman kiintotilavuus mitataan nipuittain tai nipunosittain laser-skannauksen pohjalta määritetyn kehystilavuuden ja tiivisprosentin perusteella. Aiemmin kehyskuvamittausmenetelmien käyttö on perustunut osin tehdasmittaajan määrittämiin nipun tiiviyyttä kuvaaviin tekiöihin.

Suomalaisvoimin kehitetty Modus 2000 ja siinä käytetty mittaustekniikka tarjoavat täysin uusia mahdollisuuksia puutavaran mittaukseen sekä tehokkuuden että tarkkuuden osalta. Menetelmän on kehittänyt Codator Oy yhteistyössä Metsäliitto-Yhtymän Tehdasmittaus Oy:n kanssa. Laskentaohjel-

man on laatinut TkT **Jukka Heikkinen** Codator Oy:stä.

Yli 200 000 signaalia 10 sekunnissa

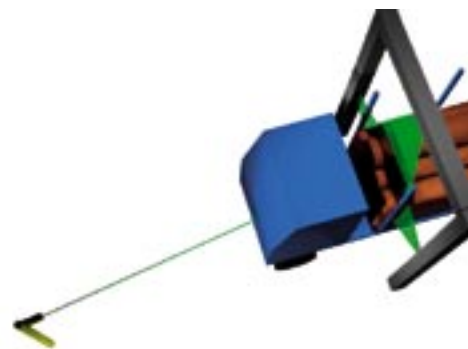
Modus 2000 -järjestelmä koostuu kolmesta viuhkaetäisyysmittauslaserista ja yhdestä erillisestä etäisyysmittarista, jotka näkyvät kuvassa 1. Kuvassa näkyvä mittakehikko muistuttaa pitkälti liikenteenopastinpylvästä. Mittalaitteet voidaan asentaa ulos tehtaan puuvastaanottoon esimerkiksi siltavaa'an yhteyteen. Sopiva ajonopeus on noin 1,5 m/s, eikä ajoneuvon pysähtyminen mittauksen aikana vaikuta mittaustulokseen. Ajoneuvon nopeutta kontrolloidaan liikennevaloilla.

Laser-skannerit keräävät kuvainformaatiota puutavaranipuista ja pölkkyjen ladonnasta auton ajaessa mittakehikon lävitse. Kuormasta saadaan yli 200 000

signaalia noin kymmenessä sekunnissa. Menetelmä näkee nipun vaippapinoilla sijaitsevat pölkkyt eli yhteensä noin 20–25 % kuorman pölkkyistä. Näiden pölkkyjen läpimitta- ja pituustietoja hyödynnetään nippujen ja osanippujen kehystilavuuden, tiiviiden ja lopullisen kiintotilavuuden laskennassa. Modus 2000 ottaa huomioon myös puutavaranippujen ladonnan. Laserkuvista poistetaan niiden tulkintaa häiritsevät tekijät kuten ajoneuvon pankot ja kuormain.

Koekäyttö alkaa tänä vuonna

Uutta menetelmää testattiin viime kevään ja kesän aikana M-real Oy:n Simpeleen tehtaan puuvastaanotossa. Tehdyissä tutkimuksissa ja testeissä Modus 2000 -mittauksen luotettavuus ja tarkkuus osoittautui selvästi paremmaksi kuin vastaavien menetelmien. Menetel-



Kuva 1. Laser-skannauksen perustuvan Modus 2000 -mittauksen toimintaperiaate.

< Kuva 2. Modus 2000 käytännön mitaustyössä M-real Oyj:n Simpeleen tehtaalla puutavara-auton ajaessa mittauslaitteiston läpi.

Codator Oy on kaupallinen tutkimus- ja kehityslaboratorio. Se tarjoaa ratkaisuja ja räätälöityjä tuotteita teollisuudelle matemaattista mallintamista vaativiin kohteisiin. Lisätietoja internet-osoitteesta www.codator.fi.

män luotettavuustesteissä nippujen tilavuuden keskihajonta oli puolet pienempi kuin siihen verrattavissa olevissa, nykyisin käytetyissä mittausten menetelmissä.

Modus 2000 on testeissä havaittu käytännön tehdasmittaustoimintaan sopivaksi, joten sen kolmivuotinen koeikäyttö työ- ja luovutusmittauksessa aloitetaan tänä vuonna. Mikäli menetelmä todetaan toimivaksi mittausmenetelmäksi, se vahvistetaan ennen koeikäyttöjakson päättymistä.

Investoinneiltaan kilpailukykyinen

Modus 2000 -menetelmän investointikustannukset ovat varsin kohtuulliset verrattuna muihin vastaaviin ratkaisuihin. Menetelmä ei vaadi erityistä mittaustilaa eikä siten myöskään rakennus- ja maansiirtotöitä. Lisäksi sen ylläpito- ja käyttökustannukset ovat kilpailukyky-

set, koska puutavaran vastaanottomittaus tehtaalla automatisoituu menetelmän myötä.

Menetelmä sopisi etenkin sellaisille kuitupuuta käyttäville tehtaalle, joiden vuotuiset puuvastaanottomäärät eivät mahdollista esimerkiksi tehokkaan paino-otantomittauksen vaatimia investointeja kuten upotusmittauslaitteiden rakentamista. Lisäksi Modus 2000 soveltuu jatkossa rautateitse toimitettavan puutavaran tehdasmittaukseen. Nykyisin junavaunussa kuljetettava puutavara mitataan usein työläällä ja mittaustarkkuudeltaan heikolla pinomittausmenetelmällä.

Varsin lupaavia käyttöönottomahdollisuuksia on avautumassa myös ulkomailla. Esimerkiksi Baltian maissa ja Etelä-Ruotsissa pinomittaus ajoneuvossa on edelleen valttimenetelmä tehtaiden ja terminaalien kuitupuumittauksissa. ■

LISÄTIETOJA:

METSÄTEHO OY
TUTKIJA
SAMULI HUJO
PUH. (09) 132 5231, 040 827 5635
SAMULI.HUJO@METSATEHO.FI

CODATOR OY
TUTKIMUSPÄÄLLIKKÖ
JUKKA HEIKKONEN
PUH. 041 527 1693
JUKKA.HEIKKONEN@CODATOR.FI

TEHDASMITTAUS OY
TOIMITUSJOHTAJA
OLOF THESSLUND
PUH. 01046 29001, 0500 204 403
OLOF.THESSLUND@METSALIITTO.FI

Kestävätkö yksityismetsät verohakkuut?



LISÄTIETOJA:
METSÄTEHO OY
ERIKOISTUTKIJAA
VESA IMPONEN
PUH. (09) 132 5243
040 582 1612
VESA.IMPONEN
@METSATEHO.FI

Yksityismetsien hakkuumäärät voitaneen lähitulevaisuudessa säilyttää nykyisellä tasolla, jos kysynnän tavaralajikoostumusta saadaan muutettua mäntyvaltaisemmaksi. Metsäteho ja Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio tarkastelivat pinta-ala- ja myyntiverotuksen piirissä olleiden yksityismetsien nykytilaa ja hakkuumahdollisuuksia neljässä metsäkeskuksessa.

Häme-Uusimaan, Kaakkois-Suomen, Keski-Suomen ja Kainuun metsäkeskusten aluesuunnitteluaineistojen pohjalta toteutetun esitutkimuksen tulokset kertovat toisaalta myös, että jos pinta-alaverotettujen tilojen hakkuut ovat toimenpide-ehtotusten kaltaisia eli hyvin voimakkaita ennen vuotta 2006 ja vähäisempiä sen jälkeen, voidaan ajautua tilanteeseen, jossa raaka-aineen kysyntä ja tarjonta eivät kohtaa. Tällaisen tilanteen korjaaminen ei onnistuisi myyntiverotuksessa olleiden metsien hakkuilla.

Tutkimushankkeen käytössä olivat aluesuunnitteluaineistot vuosilta 2001 ja 2002, ja aineisto ryhmiteltiin kuvioittain Tapiossa verotusmuodon mukaan kahdeksi metsälautakunta-kohtaiseksi ositeeksi. Aineistossa olivat mukana myös yhteisöjen – perikunnat, seurakunnat ja kunnat – omistamat metsät. Vuotta 2006 edeltäviä ja seuraavia hakkuumahdollisuuksia tarkasteltiin Tapion käytössä olevalla Mela-mallilla.

On korostettava, että nyt tehty selvitys on esitutkimus, jossa oletetaan vuoden 2002 aluesuunnitteluaineistolla voitavan kuvata koko metsäkeskuksen veromuoto-kohtaista metsien rakennetta. Saatuihin tuloksiin vaikuttaa myös Mela-optimointimallin tuottamien hakkuuohjelmien herkkyyset asetettaville tavoitteille ja rajoituksille.

Yksityismetsien ikäjakaumat

Metsänomistajat ovat toimineet odotetusti eli pinta-alaverotettuja metsiä on uudistettu enemmän kuin myyntivero-

tettuja. Tämä näkyy nuorimpien metsiköiden ja taimiköiden suurena osuutena.

Voimakkaista hakkuista huolimatta uudistuskypsi metsien osuus on edelleen suurempi Häme-Uusimaan ja Kainuun pinta-alaverotetuissa kuin myyntiverotetuissa metsissä. Kaakkois-Suomessa ja Keski-Suomessa osuus on lähes sama molemmissa verotusmuodoissa. Kasvatusemetsiä on etenkin Kainuussa suhteellisesti enemmän myyntiverotuksessa olevilla metsämailla.

Keski-Suomen metsät ovat hyviä puustoisia ja hyvin kasvavia, ja puulle on runsaasti kysyntää. Alue on monessa mielessä mielenkiintoinen ja sopii hyvin tutkimuksen esimerkkitapaukseksi. Verohakkuiden vaikutus näkyy nuorten metsien suurena osuutena pinta-alaverotetussa Keski-Suomessakin, mutta myös päätehakkuukohteita oli vuonna 2002 vielä runsaasti tarjolla (kuva 1).

Verohakkuut lisääntyvät

Metsäntutkimuslaitoksen tilastot kertovat, että pinta-alaverotilojen osuus koko maan yksityismetsien ostoista oli 51 % vuonna 2001 ja 52 % vuonna 2002. Keski-Suomessa pinta-alaverotetut metsät muodostavat 37 % yksityismetsien metsämaan alasta. Vuonna 2001 alueen yksityismetsien kokonaisostoista 45 % kohdistui näihin metsiin, ja seuraavana vuonna osuus oli noussut 51 prosenttiin. Tukki- ja kuitupuun ostomäärät kasvoivat lähes samassa suhteessa.

Kaakkois-Suomessa kehitys on samansuuntaista kuin Keski-Suomessa. Kainuussa ja Häme-Uusimaalla pinta-

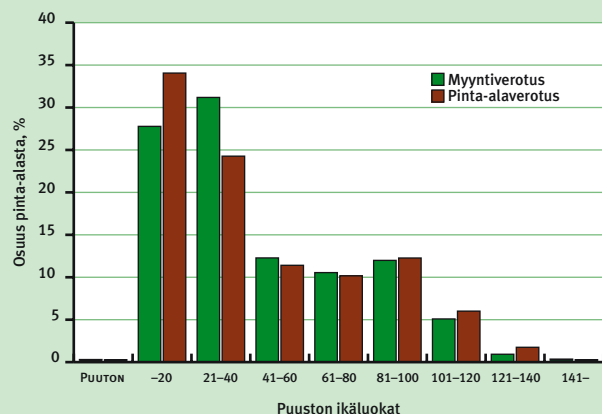
alaverotettujen tilojen osuudet yksityismetsien ostomääristä pysyivät vuonna 2002 lähes samalla tasolla kuin 2001.

Tulevat hakkuumahdollisuudet ja uhkakuvat

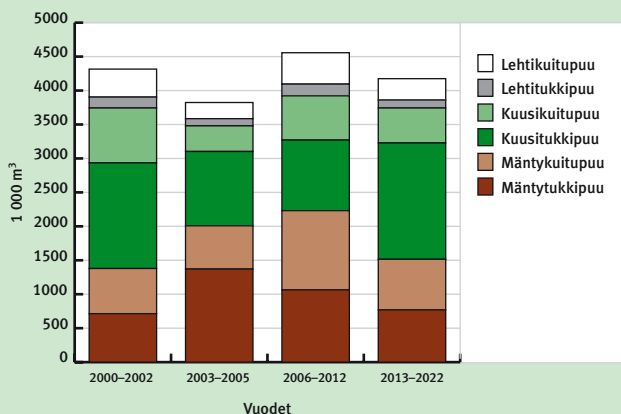
Häme-Uusimaan pinta-ala- ja myyntiverotettujen metsien kestävät, metsänomistajan nettotulot maksimoivat hakkuut vastaavat hyvin nykyistä puutavaralajikysyntää ennen vuotta 2006 ja sen jälkeen. Vastaavalla tavalla tarkasteltuna Kaakkois-Suomen ja Kainuun kestävät kokonaishakkuumäärät pysyisivät vähintään vuosien 2000–02 keskimääräisellä tasolla, mutta kuusen hakkuumahdollisuudet vähenevät ja männyn kasvavat.

Keski-Suomessa vuosien 2003–05 kokonaishakkuumäärä alenee noin 10 % nimenomaan supistuvien kuusen hakkuumahdollisuuksien myötä, mutta kääntyy taas kasvuun vuoden 2006 jälkeen (kuva 2). Kuusen hakkuupotentiaali alkaa lähentyä viime vuosien tasoa vasta vuoden 2012 jälkeen.

Pinta-alaverotettujen tilojen hakkuut ovat odotusten mukaan voimistumassa metsäverotuksen siirtymäkauden lopulla. Tilat pyrkinevät myymään puuta lyhyellä tähtäimellä ylittäen tasaiset ja kestävät hakkuumahdollisuudet. Vuoden 2002 aluesuunnittelun toimenpide-ehtotusten mukaan hakkuiden tulisi painottua pinta-alaverotetuilla tiloilla erittäin voimakkaasti vuotta 2006 edeltävään aikajaksoon. Ehdotusten mukaiset hakkuut ylittäisivät kestävät nettotulot tuottavan hakkuumäärän metsäkeskuskohtaisesti lähivuosina 55–80 prosentilla. Kauden



Kuva 1. Metsämaan ikäluokkajakauma verotusmuodoittain Keski-Suomen metsäkeskuksen yksityismetsissä. Aluesuunnitteluaineisto 2002, yhteensä noin 50 000 ha.



Kuva 2. Keski-Suomen metsäkeskus. Toteutuneet vuotuiset keskimääräiset hakkuut 2000-2002 sekä kestävästi nettotulot maksimoivat tulevat hakkuut.

Taulukko. Metsäkeskusten yksityismetsien vuotuiset suhteelliset hakkuumäärät, kun pinta-alaverotuksessa olevien metsien hakkuut ovat toimenpide-ehdotusten mukaisia (ääriskenaario). Toimenpide-ehdotusten vähäisyys kaudella 2006-12 pinta-alaverotetuissa metsissä aiheuttaa hakkuiden tason alenemisen. Vuosien 2003-05 hakkuut (100) noudattavat kolmen viime vuoden keskimääräistä tilannetta.

METSÄKESKUS	2003-05	2006-12	2013-22
KESKI-SUOMI	100	82	94
HÄME-UUSIMAA	100	86	91
KAAKKOIS-SUOMI	100	83	90
KAINUU	100	71	107

2006-12 aikana hakkuiden määrä olisi noin puolet kestävästä tasosta.

Esitutkimuksessa laadittiin eräänlainen kaikki uhkakuvat toteuttava skenaario, jossa pinta-alaverotuksessa olevat tilat tekevät hakkuunsa kausilla 2003-05 ja 2006-12 toimenpide-ehdotusten mukaan, jonka jälkeen ne optimoivat kestäviä nettotuloja. Yksityismetsiin suuntautuvan puutavaralajikohtaisen kysynnän oletettiin säilyvän vuoden 2005 loppuun saakka vuosien 2000-02 keskimääräisessä tilanteessa, ja pinta-alaverotuksen metsämailta saatavaa tavaralajikertymää täydennettiin kysynnän mukaan myyntiverotustiloilta. Myyntiverotuksessa olleiden tilojen oletettiin siirtyvän kestävien nettotulojen

maksimointiin vuonna 2006.

Tämä uhkakuva johtaisi hakkuiden kokonaisvolyymin supistumiseen 20-30 prosentilla (taulukko) kaudella 2006-12, ja seuraavankin kymmenvuotiskauden hakkuut jäisivät alle nykyisen tason. Etenkin Keski-Suomessa tavaralajirakenne muuttuisi samalla vähemmän kuusivaltaiseksi.

Käytännössä hakkuut tulevat jaksolla 2003-05 pysyttelemään lähempänä tasaisia kestäviä hakkuumääriä. Sekä pinta-ala- että myyntiverotuksen puolella yksityismetsien aluekohtaiset metsänhoidolliset hakkuumahdollisuudet (hakkuumahdot) ovat huomattavat nykyisiin vuotuisiin hakkuumääriin verrattuna, mikä antaa pelivaraa puuhuol-

toon. Puuntarjonnassa voi silti tapahtua notkahdus metsäverotuksen siirtymäkauden päättyessä.

Yleensä alueellisia metsävaroja kuvataan VMI:n pohjalta. VMI-metsävaratietojen hyödyntämisen ongelmana on ollut maastossa mitattujen tietojen vanheneminen. Vuoden 2006 lähestyminen johti kuitenkin myös VMI:n vauhdikkaampaan kehittämiseen. Metsätehon Metsäntutkimuslaitokselta tilaamassa jatkoprojektissa koealatieidot päivitetään satelliittikuvien ja kasvumallien avulla. Kun koealakohtainen verotusmuoto on selvillä, metsien tilaa ja hakkuumahdollisuuksia päästään tarkastelemaan metsäkeskuksittain tilastolliset epävarmuudet tuntien. ■

Hakkuutähteestä risutukiksi tehokkaasti

Suomessa hakkuutähteitä paalataan nykyisin parillakymmenellä paalaimella. Alustavien tutkimustulosten mukaan sekä paalauksessa että paalien metsäkuljetuksessa on runsaasti kehitettävää: paalainten syöttöä on parannettava, paalaus-työvaihetta on nopeutettava ja paaleja kuljettavan metsätraktorin kuormatilan on oltava jatkettu.



LISÄTIETOJA:
METSÄTEHO OY
ERIKOISTUTKIJJA
KALLE KÄRHÄ
PUH. (09) 132 5233
040 519 6535
KALLE.KARHA
@METSATEHO.FI

LISÄTIETOJA:
METSÄTEHO OY
PROJEKTITUTKIJJA
TOMI VARTIAMÄKI
PUH. (09) 132 5228
040 558 9191
TOMI.VARTIAMAKI
@METSATEHO.FI

Suomessa tullaan tänä vuonna käyttämään ennätysmäärä eli runsaat 2 miljoonaa kuutiometriä metsähaketta, josta valtaosa on uudistushakuiden hakkuutähdettä. Nykyään hakkuutähteiden korjuuseen käytetään vielä pääosin tienvarsihaketukseen perustuvaa tuotantoketjua, jossa hakkuutähteet kuljetetaan metsätraktorilla leimikosta tienvarteen, missä ne haketetaan. Hakuri ja hakereikka muodostavat niin sanotun kuumen ketjun, jossa kummallekin koneelle tulee helposti tarpeettomia odottamisia ja kustannuksia.

Paalaus- eli risutukkitekniologiaa puoltavat sen hyvät logistiset ominaisuudet. Tuotantoketjussa koneet voivat toimia toisistaan riippumatta eikä odotusaikojakaan tule. Paalikat toimivat myös puskurivarastoina kelirikkojen ja kovimpien pakkasten aikaan. Paalit voidaan kuljettaa leimikosta tienvarteen vakiorakenteisella metsätraktorilla ja edelleen käyttöpaikalle tavallisella puutavara-autolla. Käyttöpaikalla paalit murskataan tehokkailla terminaalmurskaimilla.

Paalaimia jo kolmelta konevalmistajalta

Ensimmäisten Suomessa käytettyjen Fiberpac 370 -hakkuutähdapaalainten alustakoneina toimivat käytetyt Timberjack-metsätraktorit. Uudet Timberjack

1490D -hakkuutähdapaalaimet on rakennettu Timberjack 1410D -metsätraktoreiden pohjalle (kuva 1). Paalain tekee jatkuvaa, 70–75 senttiä paksua hakkuutähdetötköä, joka katkaistaan ketjusahalla noin kolmen metrin pituisiksi risutukeiksi. Suomessa on käytössä lähes 20 Timberjack-pohjaista paalainta.

Partek Forest Oy Ab esitteli sätkäkoneen eli Valmet WoodPac -paalaimen vuonna 2002. Ensimmäinen WoodPac-paalain toimitetaan yrittäjälle joulukuussa 2003. Paalain käärii yhden 3,2 metriä pitkän ja 74 senttiä paksun sätkän kerrallaan.

S. Pinomäki Ky toi kesällä 2003 markkinoille Pika RS 2000 -paalainyksikön, joka on rakennettu Pika 828 Combi -korjurin kuormatilaan. Pika RS 2000 -paalaimella tehdään Timberjack-paalaimen tavoin jatkuvaa paalia. Suomessa on käytössä kaksi Pika-paalainta.

Tuottavuustieto puuttunut

Nykyisellä kalustolla Suomessa voidaan paalata 0,3–0,5 miljoonaa kuutiometriä hakkuutähdettä vuodessa, kun paalit ovat kooltaan puoli kuutiometriä, paalainten tuottavuus on 15–20 paalia/käyttötunti ja vuotuiset käyttötunnit ovat tasolla 2 000–2 500 tuntia/vuosi/paalain.

Vaikka paalainten lukumäärä on

kasvanut jo noin 20 yksikköön, laajoja aika- ja seurantatutkimuksia paalauksen ja paalien metsäkuljetuksen tuottavuudesta ei ole tehty. Metsätehossa käynnistyi maaliskuussa 2003 Hakkuutähteen paalauksen ja paalien metsäkuljetuksen tuottavuus-tutkimushanke, jossa selvitetään korjuuolosuhteiden, kuten hakkuutähteiden määrän ja hakkuutähdetasojen ja -karheiden kunnon, vaikutusta tuottavuuteen. Lisäksi tutkitaan metsätraktorin kuormatilaratkaisuiden – vertailussa vakiorakenteinen ja jatkettu kuormatila – vaikutusta metsäkuljetuksen tuottavuuteen.

Seurannassa on viisi risutukkiketjua, joista neljässä on Timberjack-paalain ja yhdessä Pika-paalain. Seurannassa olevien paalainten ja metsätraktoreiden aikatutkimukset tehtiin kesä-syyskuussa. Aikatutkimuksia jatketaan talvioloissa vuoden 2004 alussa. Niissä tutkimuksissa on mukana myös uusi Valmet WoodPac -paalain.

Ennakkotuloksia kesän aikatutkimuksista

Kuluneen kesän aikana tehdyissä aikatutkimuksissa paalausta ja paalien metsäkuljetusta tutkittiin yhteensä 11 kuusivaltaisessa päätehakkuuleimikossa. Tehtyjen paalien keskipituus oli 3,0 metriä ja keskiläpimitta 71 senttiä. Paalien



Kuva 1. Pääosa Suomessa käytössä olevista paalaimista on Timberjack Oy:n valmistamia. Paalain tekee jatkuvaa, 70–75 senttiä paksua hakkuutähdepötköä, joka katkaistaan ketjusahalla noin kolmen metrin pituisiksi risutukeiksi.



Kuva 2. Metsätraktorin kuormatilan on oltava jatkettu, kun paaleja kuljetetaan pidempiä matkoja. Kuvan metsätraktoriin on asennettu yksi lisäkarikkapari.

keskitilavuus oli 0,43 m³. Paalit jäivät näin valtaosin alle tavoitellun puolen kuutiometrin.

Paalauksen tuottavuus oli keskimäärin 27 paalia/tehotunti. Hyvissäkään korjuuoloissa – hakkuutähdettä runsaasti leimikossa, hakkuutähdeksat isokokoisia ja hyväkuntoisia – tehotuntituottavuus ei noussut yli 32 paalin. Hakkuutähteiden syöttö paalaimen ja paalaus-työvaihe, jossa risut tiivistetään ja paali sidotaan, veivät leimikoittain 72–85 % tehoajasta. Paalaus-työvaiheeseen kului leimikoittain 46–74 % tehoajasta.

Tuloksista voidaan päätellä, että paalaus-työvaihe on paalauksen pulonkaula: paalain voi käsitellä vain tie-

tyn määrän risua aikayksikköä kohden. Paalaustyötä voidaan tehostaa paalainyksikön mittoja suurentamalla, paalaus-työvaihetta nopeuttamalla ja eri työvaiheita toisiinsa lomittamalla. Paalainyrittäjien mukaan paalainten syöttöä tulisi myös kehittää. Syöttöpöydän tulisi olla nykyistä pidempi ja leveämpi.

Jatkettu kuormatila on tärkeä pidemmällä matkoilla

Kun paaleja kuljetettiin metsätraktorilla, jossa oli jatkettu kuormatila, kuormien keskikoko oli 22 paalia/kuorma ja kuormaan saatiin mahtumaan kaksi paaliriviä (kuva 2). Ilman kuormatilan-jatkosta kuormissa oli keskimäärin 12 paalia/kuorma eli vain yksi paalirivi.

Metsäkuljetuksen tuottavuus oli jatkettulla kuormatilalla varustetuilla metsätraktoreilla noin 80–50 paalia/tehotunti metsäkuljetusmatkan ollessa 100–300 metriä. Vakiorakenteisella metsätraktorilla tuottavuus oli selvästi pienempi. Ero kasvoi matkan pidentyessä: kun metsäkuljetusmatka oli 300 metriä, vakiorakenteisen metsätraktorin tuottavuus jäi noin 40 paaliin/tehotunti. Tutkimuksen perusteella metsätraktorin kuormatila on oltava jatkettu, kun paaleja kuljetetaan pidempiä matkoja. ■

Koneellinen metsän- istutus vuonna 2003

Metsätyövoimaa ja metsätöitä tekeviä metsänomistajia on entistä vähemmän, joten paine istutuksen koneellistamiseen pitäisi olla kasvussa. Metsäteho selvitti koneellisessa metsänistutuksessa käytettävän kaluston määrää sekä työmääriä osana Metsänistutuksen koneellistamisen tilanne -tutkimushanketta.



LISÄTIETOJA:
METSÄTEHO OY
ERIKOISTUTKIJA
SIMO KAILA
PUH. (09) 132 5232
040 582 1614
SIMO.KAILA
@METSATEHO.FI

LISÄTIETOJA:
METSÄTEHO OY
PROJEKTITUTKIJA
TOMI VARTIAMÄKI
PUH. (09) 132 5228
040 558 9191
TOMI.VARTIAMAKI
@METSATEHO.FI

Metsämaastoon tarkoitettujen istutuskoneiden kehittäminen alkoi jo 1960-luvulla. Suunnittelutyö oli vilkasta 70–80-lukujen taitteessa ja johti suomalaisten Serlachius Oy:n ja ruotsalaisten Silva Nova -istutuskoneiden syntyyn. Jatkuvaan eteneeseen ja erilliseen istutuslaitteistoon perustuva tekniikka osoittautui, yli 1 000 taimen tuntituottavuudesta huolimatta, liian kalliiksi, ja tilalle tulivat kaivukoneen kauhan sekä metsäkoneen hakuu-laitteen tai kouran tilalle asennettavat laitteet.

Kyselytutkimuksen satoa: konekanta, koneiden työmäärät sekä arvioita tuottavuudesta

Istutuskoneiden valmistajille ja maa-hantuojille tehdyn kyselyn mukaan Suomeen oli kesäkuuhun 2003 mennessä toimitettu kaikkiaan kahdeksantoista istutuskonetta. Heinäkuussa 2003 tehdyssä kyselytutkimuksessa tavoitettiin 14 istutuskoneyrittäjää. Heillä oli käytössä kaikkiaan 16 istutuskonetta. Näistä kymmenen oli TTS Forest Oy:n markkinoimia Bräcke-, kaksi Partek Forest Oy:n Ecoplanter-

ja neljä Lännen Tehtaat Oyj:n Lännen FP-160 -istutuskoneita. Istutuskoneet oli otettu käyttöön vuosina 1994–2003. Peruskoneina käytössä oli kuusi hakuu-konetta, kolme metsätraktoria ja seitsemän kaivukonetta. Näiden lisäksi Suomessa on ollut käytössä kaksi Ilves-istutuskonetta.

Vuotuinen istutustyö kesti yrittäjäs-tä riippuen noin kuukaudesta puoleen vuoteen. Yhdellä istutuskoneella arvioitiin työskenneltävän keskimäärin kolme ja puoli kuukautta vuodessa.

Yrittäjät arvioivat istuttavansa vuonna 2003 runsaat 2,5 miljoonaa tainta, joka vastaa pinta-alassa noin 1 400 hehtaaria. Arvio on suuntaa-antava, koska kyselyä tehtäessä yrittäjillä ei ollut täyttä varmuutta tämän vuoden istutusmäärästä. Verrattuna istutuksen kokonaismäärään (Metsätilastollinen vuosikirja 2002) koneistutuksen määrä jää noin 1,5 prosenttiin.

Yrittäjien mukaan istutuskoneella voi istuttaa noin 300 000 tainta kauden aikana. Jos kaikki kuusitoista käytössä olevaa konetta istuttaisivat tämän määrän, se vastaisi pinta-alassa noin 2 700 hehtaaria. Tämäkin olisi vasta kolme

prosenttia vuoden 2001 kokonaistuotusmäärästä.

Yrittäjät arvioivat istutuskoneiden tuntituottavuudeksi keskimäärin 160–300 tainta/tunti. Huonoissa kohteissa tuntituottavuus jäi arvioiden mukaan runsaat 100 tainta alhaisemmaksi kuin hyvissä kohteissa. Tuottavuusluvut eivät ole suoraan vertailukelpoisia, koska koneet ovat toimintaperiaatteiltaan ja työjäljeltään erilaisia, ja käyttöolosuhteet voivat poiketa toisistaan selvästi.

Koneistutuksen osuuden kasvattaminen ei ole ongelmattonta

Jotta koneellisesta istutuksesta olisi todellista apua edessä olevaan työvoimapulaan, sen osuuden tulisi olla huomattava. Istutuskoneyrittäjien arvioimien kapasiteettilukujen perusteella esimerkiksi 30 prosentin osuuden saavuttamiseksi täyskätössä olevia istutuskoneita tarvittaisiin kymmenkertainen määrä nykyiseen verrattuna eli 160 konetta.

Koneistutuksen osuuden kasvattamiseen liittyy tuottavuus-, työvoiman valinta- ja töiden järjestely ongelmia. Kesällä 2003 aloitettu istutuskoneiden seurantatutkimus tuonee vastauksia näihin kysymyksiin. ■



Bräcke (TTS Forest Oy)



Ecoplanter (Partek Forest Oy)



Lännen FP 160 (Lännen Tehtaat Oyj)

METSÄTEHON OPPAAT

TILAUKSET: METSÄTEHO OY / PÄIVI LAMPÉN
PUH: (09) 132 5251, 040 575 5101
PAIVI.LAMPEN@METSATEHO.FI
LISÄTIETOJA: NÄMÄ JA MUUT TUOTTEET
WWW.METSATEHO.FI

www.metsateho.fi

Puuntuottamisen menetelmät ja kannattavuus		€	
Kulutusopas. 2002. 32 sivua		3,00	(+ alv. 8 %)
Metsänviljelyopas. 2001. 24 sivua		2,90	(+ alv. 8 %)
Maanmuokkauksen koulutusaineisto -vihko. 2000. 20 sivua		5,90	(+ alv. 8 %)
Ympäristönäkökohdat metsätaloudessa			
Työmaan ympäristönhoidon ohjeita. 2003. 34 sivua		2,70	(+ alv. 8 %)
Metsänkäsitteily ja linnusto. 2002. 28 sivua		1,50	(+ alv. 8 %)
Jätehuolto puunkorjuussa. 2001. 19 sivua		3,40	(+ alv. 8 %)
Rantametsien käsittely -suositus. 1999. 10 sivua		1,70	(+ alv. 22 %)
Luonnonhoito Suomen talousmetsissä			
• Suomenkielinen. 1999. 6 sivua		2,00	(+ alv. 22 %)
• Englanninkielinen. 1999. 6 sivua		2,00	(+ alv. 22 %)
Säästöpuut			
• Suomenkielinen. 1998. 10 sivua		1,70	(+ alv. 22 %)
• Ruotsinkielinen. 1998. 10 sivua		1,70	(+ alv. 22 %)
• Englanninkielinen. 1999. 10 sivua		1,70	(+ alv. 22 %)
Metsätalous ja vesiensuojelu			
• Suomenkielinen. 1995. 23 sivua		6,70	(+ alv. 8 %)
• Englanninkielinen. 1996. 23 sivua		6,70	(+ alv. 8 %)
• Saksankielinen. 1996. 23 sivua		6,70	(+ alv. 8 %)
Raaka-aineen ominaisuudet ja hyödyntäminen			
Laho ja sen torjunta. 2000. 10 sivua		0,90	(+ alv. 22 %)
• Ruotsinkielinen. 2000. 10 sivua		0,90	(+ alv. 22 %)
Kantokäsittely – peittävyysmittaaminen. Akryylimuovikortti. 2000		1,40	(+ alv. 22 %)
Tunne puuraaka-aineen lahoivat. 1999. 35 sivua		5,10	(+ alv. 8 %)
Puun hankinta- ja käsittelytekniikka			
UUSII! Korjuujälki harvennushakkuussa. 2003. 32 sivua		2,50	(+ alv. 8 %)
PÄIVITETTY Kuitupuun pinomittaus. 2003. 16 sivua		1,00	(+ alv. 22 %)
Koneellisen puunkorjuun vastuut ja työturvallisuus. 2002. 24 sivua		2,60	(+ alv. 8 %)
Kasvatettavan puuston määrittäminen koneellisessa harvennuksessa			
• Etelä-Suomi. 2001. 8 sivua		0,90	(+ alv. 22 %)
• Pohjois-Suomi. 2001. 8 sivua		0,90	(+ alv. 22 %)
Hakkuukonetyömaan ennakkoraivaus. 2001. 7 sivua			
• Ruotsinkielinen. 2001. 7 sivua		1,20	(+ alv. 22 %)
Kantokäsittelyn toteutus. 2001. 21 sivua		1,40	(+ alv. 8 %)
Metsätieohjeisto (kansio, saatavana myös sähköinen versio). 2001			
• Kalvosarja (saatavana myös sähköinen versio). 2001		84,10	(+ alv. 8 %)
Juurikäävän torjunta kantokäsittelyllä. 2000. 20 sivua		134,60	(+ alv. 22 %)
• Ruotsinkielinen. 2000. 20 sivua		4,20	(+ alv. 8 %)
Puutavarapölkkyjen mittaaminen. 1998. 20 sivua		4,20	(+ alv. 22 %)
Puutavaran autokuljetus. 1997. 33 sivua		1,00	(+ alv. 22 %)
Kantokäsittely. Taskukokoinen ohjekortti. 1997		4,20	(+ alv. 8 %)
Puutavaran tehdasmittaus. 1995. 32 sivua		0,50	(+ alv. 22 %)
Puutavaran työ- ja luovutusmittaus tehtaalla Esite, 50 kpl:n lehtiö. 1995		3,40	(+ alv. 8 %)
		8,40	(+ alv. 22 %)
Resurssit ja tuottavuus			
Metsuriyrittäjän toimintakäsikirja. 2002. 67 sivua		2,50	(+ alv. 8 %)
Kumppanuutta puunhankintaan. 1998. 12 sivua			(+ alv. 22 %)



JULKAISIJA
Metsäteho Oy
PL 194, (Unioninkatu 17)
00131 HELSINKI
PUH. (09) 132 521
FAKSI (09) 659 202

WWW.METSATEHO.FI

PÄÄTOIMITTAJA
ERKKI ALALAMMI

TOIMITUSSIHTEERI
ARTO KARINIEMI
ARTO.KARINIEMI@METSATEHO.FI

TOIMITUSKUNTA
ERKKI ALALAMMI
ARTO KARINIEMI
RIITTA LEUSTU
OLAVI PENNANEN
MARKUS STRANDSTRÖM

ULKOASU
EERIKKI SOININEN T:MI

PAINO
KÄPYLÄPRINT OY

ISSN 1455-1063

METSÄTEHO OY
HALLITUS

Puheenjohtaja
Metsäpäälikkö Hannu Vainio
UPM-Kymmene Oyj

Varapuheenjohtaja
Energia- ja logistiikkajohtaja Markku Melkko
Metsäliitto Osuuskunta

Hallintojohtaja Markku Houni
UPM-Kymmene Oyj

Metsätalouden johtaja Hannu Jokinen
Metsähallitus

Metsäpäälikkö Matti Karjula
Stora Enso Oyj

Toimitusjohtaja Kaj Karlsson
Metsämannut Oy

Kehitysjohtaja Juhapekka Mutanen
Stora Enso Oyj

Johtaja Hannu Valtanen
Metsäteollisuus ry

Toimitusjohtaja Jouko Virranniemi
Pölkky Oy