

Sanna Hautamäki, Antti Mutanen ja  
Jari Viitanen

## Raakapuuvirtojen korvautuvuus Suomen metsäteollisuuden puunhankinnassa

Seloste artikkelista: Hautamäki, S., Mutanen, A. & Viitanen, J. 2012. Substitution in the Finnish forest industry's roundwood procurement. *Silva Fennica* 46(3): 425–440. <http://www.metla.fi/silvafennica/full/sf46/sf463425.pdf>

Suomi oli 2000-luvun alkupuolella yksi maailman suurimmista raakapuun tuojista. Huippuvuosina 2005 ja 2006 tuontipuun osuus Suomen metsäteollisuuden puunkäytöstä oli noin neljännes. Venäläisen puun osuus puuntuonnista oli noin 80 prosenttia. Venäjän raakapuun vientitullien korotusten myötä vuosina 2007 ja 2008 raakapuun tuontimäärät Venäjältä alkoivat nopeasti pienentyä. Samalla muiden maiden, kuten Ruotsin ja Baltian maiden, osuudet puun tuonnista kasvoivat. Puun tuonnin muutos osuu ajallisesti yhteen maailmatalouden kriisin sekä lähinnä paperiteollisuutta koetelleen rakennemuutoksen kanssa, mikä pienensi Suomen metsäteollisuuden puun kokonaiskäyttöä. Puun käytön väheneminen kohdistui pääasiallisesti tuontipuuhun.

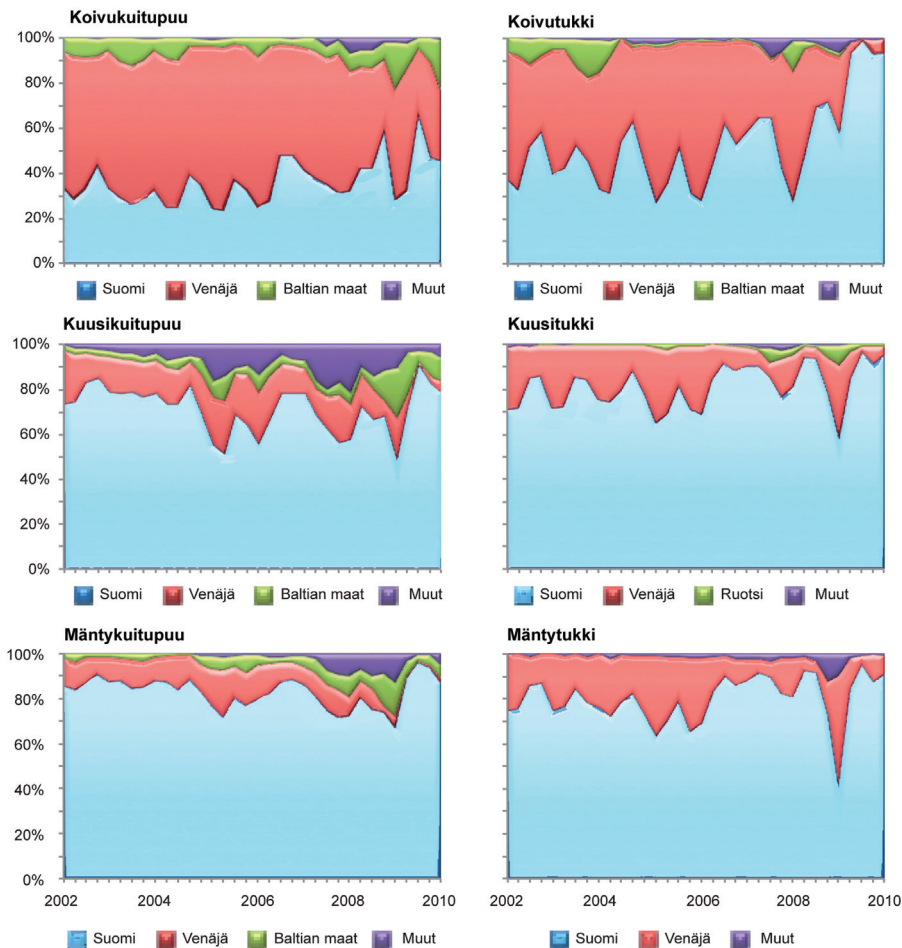
Elokuussa 2012 Venäjästä tuli WTO:n jäsen, mikä seurauksena puun vientitullit laskivat. Vaikka puun ja erityisesti havupuun tuonnin vilkastumista Venäjältä ovat jäsenyyden alkuvaiheessa hidastaneet lähinnä byrokratiaan niin Venäjällä kuin Euroopan unionissakin liittyvät kysymykset, puun tuonnin Venäjältä odotetaan lähivuosina selvästi kasvavan. Samalla tuontipuun osuus Suomen metsäteollisuuden puunkäytöstä todennäköisesti jälleen vahvistuu.

Tuontipuun on ollut ja tulee jatkossakin olemaan tärkeä osa Suomen metsäteollisuuden puuhuolto. Tutkimustietoa siitä, kuinka eri lähteistä peräisin

olevat raakapuerät ovat korvanneet tai täydentäneet toisiaan teollisuuden puunhankinnasta, on kuitenkin ollut vähän saatavilla. 1990-luvun aineistoja hyödyntäneissä tutkimuksissa on saatu viitteitä siitä, että koivukuitupuun hankinnassa tuontipuun olisi täydentänyt kotimaisen puun käyttöä, kun taas mäntykuitupuun tuonti vaikuttaa selvemmin korvanneen kotimaista puuta.

Tutkimuksessa Suomen metsäteollisuuden puunhankintaa tarkasteltiin kuuden tärkeimmän puutaralajin, kuusi-, mänty- ja koivutukin sekä kuusi-, mänty- ja koivukuitupuun, osalta. Analyysissä käytetty neljännesvuosiaineisto kattoi aikavälin vuoden 2002 alusta vuoden 2010 kesäkuuhun eli tarkastelu rajoittui Suomen eurojäsenyysaikaan. Ajanjakson rajaukseen vaikutti myös se, että ennen vuotta 2002 puun tuontitilastot eivät sisältäneet tarkkaa tavaramallijakoa. Puutaralajikohtaisesti Suomen metsäteollisuuden käyttämä raakapuu jaoteltiin hankituksi kotimaasta, Venäjältä, Baltian maista, Ruotsista ja/tai muualta (kuva 1).

Tutkimuksen teoreettinen malli perustui niin sanotun edustavan metsäteollisuusyrityksen kaksivaiheisen kustannusten minimointiprosessin kuvaukseen. Toisen vaiheen kustannusten minimoinnin tuloksen muodostavat puutaralajeittaiset kustannusfunktiot määriteltiin muodoltaan joustaviksi translog-funktioiksi. Translog-kustannusfunktioista johdetut puutaralajeittaiset kysyntäyhtälöryhmät koostuivat puolestaan eri lähteistä peräisin olevien puuvirtojen kustannusosuuksista. Kustannusosuusyhtälöiden SUR (seemingly unrelated regression) estimoinnin tuloksina saatuja kerroinestimaatteja käytettiin eri lähteistä olevien puuerien kysynnän hintajoustojen määrittelyyn. Hintajoustoista laskettiin sekä jousto oman hinnan suhteen että ristijoustot muista lähteistä peräisin olevien puuerien hintojen suhteen. Ristijoustojen etumerkkien avulla voidaan päätellä, tulisiko eri lähteistä tulevia raakapueriä pitää toisinaan korvaavina vai täydentävinä metsäteollisuuden tuotannossa. Erityisen tutkimuskohteen muodosti



**Kuva 1.** Kotimaisen puun ja tuontipuun hankintaosuudet (%-osuudet kokonaismäärästä) Suomen metsäteollisuuden puunhankinnassa 2002–2010 (Metinfo, Tullihallitus).

Venäjän raakapuun vientitullien korotusten vaikutus eri lähteistä peräisin olevien raakapuerien kysynnän tasoon. Vientitullien vaikutusten arviointi perustui vientitullikorotuksia kuvaavan dummymuuttujan kertoimen etumerkkiin ja tilastolliseen merkitsevyyteen.

Tulosten mukaan Venäjän raakapuun vientitullien korotus oli tilastollisesti merkitsevästi laskenut venäläisen koivukuitupuun sekä kuusitukin hankintamääriä. Suomesta ja Baltian maista hankitun koivukuitupuun sekä kuusitukin määriä tullikorotukset olivat puolestaan nostaneet tilastollisesti merkitsevästi. Kyseisten puutavaralajien hankintamääriin vientitullikorotukset olivat siten vaikuttaneet odo-

tusten mukaisesti. Sen sijaan muiden puutavaralajien hankintamääriin vientitullikorotuksilla ei tulosten mukaan ollut vaikutusta.

Hintajoustojen perusteella metsäteollisuuden kotimaisen puuhun kohdistuva kysyntä on ollut varsin joustamatonta. Useiden puutavaralajien osalta kotimaisen puun kysynnän hintajousto oman hinnan suhteen oli lähellä nollaa tai jopa positiivinen. Samankaltaisia tuloksia on saatu myös aiemmissa tutkimuksissa. Kotimaisen puun kysyntää vaikuttaa puun hinnan asemesta dominoivan muut tekijät, kuten lopputuotteen hintakehitys ja tuotantokapasiteetin määrän vaihtelut.

Kysynnän ristijoustojen perusteella venäläinen

koivukuitupuun on korvannut suomalaista koivukuitupuuta metsäteollisuuden puunhankinnassa. Korvaussuhde havaittiin myös venäläisen ja baltialaisen koivukuitupuun välillä. Tulos venäläisen ja suomalaisen koivukuitupuun korvautuvuudesta poikkeaa aiemmista tutkimustuloksista, mutta on samalla looginen, sillä eri lähteistä peräisin olevat koivukuitupuuerät ovat teknisiltä ominaisuuksiltaan hyvin homogeenisiä. Puuvarat ja käyttömäärät huomioiden koivukuitupuuhun ei vaikuta kohdistuvan tuotantorajoitetta eri markkina-alueilla, mikä saattaa näkyä korvautuvuussuhteessa: myös Suomessa koivukuitupuun hakkuita voitaisiin nykyisin kasvat-  
taa. Mänty- ja kuusikuitupuun hankinnassa on tulosten perusteella voimassa koivukuitupuun kaltaiset korvaussuhteet eri alueilta peräisin olevien puuerien välillä.

Tukkipuiden osalta selvimmät korvaussuhteet eri alueilta peräisin olevien puuerien välillä havaittiin koivutukilla. Kuusitukin osalta tulokset viittasivat täydentävyyssuhteeseen Suomesta, Venäjältä ja Ruotsista peräisin olevien raakapuuerien välillä. Mäntytukin kysyntämalli toimi puutavaralajeista heikoimmin, eivätkä joustojen laskemiseksi käytetyt kertoimet poikenneet tilastollisesti merkitsevästi nollassa. Tukin hankintamäärät Suomen ulkopuolelta ovat olleet koivutukia lukuun ottamatta pieniä erityisesti, kun ulkomailta hankittu määrä suhteutetaan kotimaan hankintamääriin. Näiden marginaalierien mallintaminen aikasarjaekonomisesta on vaikeaa ja tuloksiin tuleekin suhtautua varauksella.

Tutkimuksen translog-kustannusfunktioihin perustuva mallikehikko on teorialtaan kehittynyt, mutta sen soveltaminen empiiriseen aineistoon havaittiin aiempien tutkimusten tavoin myös tässä tutkimuksessa vaativaksi, eivätkä taustaoletukset tuotantofunktion muodosta olleet kaikkien puutavaralajien osalta voimassa. Tutkimuksen ajanjakso sisälsi lisäksi useita taitepisteitä ja shokkeja, joiden aiheuttajina olivat muun muassa hallinnolliset toimet, kuten metsäverouudistuksen siirtymäkauden päättyminen Suomessa, Venäjän vientitullikorotukset, voimakkaat suhdannevaihtelut ja esimerkiksi Ruotsin myrskytuhot sekä mahdolliset vaihtelut puumarkkinoiden kilpailullisuuden tasossa. Näiden eri tapahtumien ja tekijöiden osaksi limittäisten vaikutusten ottaminen huomioon empiirisessä analyysissä oli kuitenkin käytännössä mahdotonta eten-

kin, kun tutkimusaineiston havaintojen lukumäärä rajoitti tilastoinnissa tapahtuneet muutokset. Tämän vuoksi tutkimusta tuleekin pitää ensiaskeleena ja tuloksia suuntaa-antavina Suomeen suuntautuvien raakapuuvirtojen ja niiden suuruuteen vaikuttavien tekijöiden kuvailemiseksi sekä tuontipuun ja kotimaan puumarkkinoiden vaikutussuhteiden ymmärtämiseksi.

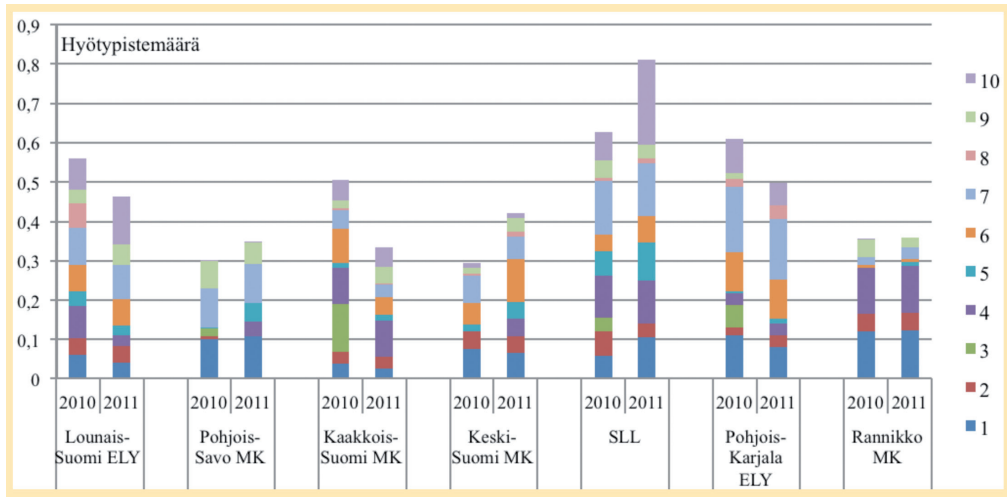
■ MMM Sanna Hautamäki, MMM, YTK Antti Mutanen, YTT Jari Viitanen, Metla, Joensuu  
Sähköposti antti.mutanen@metla.fi

Mirja Rantala, Teppo Hujala ja  
Mikko Kurttila

## Sosiokulttuurisen kestävyyden mittaaminen metsien monimuotoisuuden yhteistoimintaverkostoissa

Seloste artikkelista: Rantala, M., Hujala, T. & Kurttila, M. 2012. Measuring and monitoring socio-cultural sustainability in the action of forest biodiversity cooperation networks. *Silva Fennica* 46(3): 441–459.  
<http://www.metla.fi/silvafennica/full/sf46/sf463441.pdf>

**M**etsien käytön kokonaiskestävyyden arvioinnissa otetaan huomioon tasapuolisesti ekologinen, sosiaalinen ja kulttuurinen kestävyys. Kestävyyden sosiaaliset ja kulttuuriset näkökohdat ovat usein jääneet vähälle huomiolle, koska niitä on haasteellista määritellä ja mitata. Metsien käytön sosiaalisia ja kulttuurisia vaikutuksia on useimmiten kuvattu laadullisilla ja tapauskohtaisilla menetelmillä. Tämä on vaikeuttanut niiden käyttöä yleisesti esimerkiksi seurannoissa sekä niiden yhdistämistä samaan kestävyysarviointiin usein numeeristen indikaattorien avulla mitattavien ekologisten ja taloudellisten vaikutusten kanssa.



**Kuva 1.** Verkostoittaiset, kriteerien saamista painoarvoilla painotetut mittariarvot vuosina 2010 ja 2011. Pylvään pituus kuvaa verkoston tuottamaa sosiokulttuurista kokonaishyötyä. Värit kuvaavat kymmentä kriteeriä ja kokonaishyödyn muodostumista eri osa-alueista. Pylväät on nimetty hankkeiden koordinaattoriorganisaatioiden mukaan (MK = metsäkeskus, ELY = elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus ja SLL = Suomen luonnonsuojeluliitto).

Tässä tutkimuksessa kestävyden sosiaalinen ja kulttuurinen ulottuvuus on yhdistetty laajemmaksi sosiokulttuuriseksi kestävydeksi. Tutkimuksen tavoitteena oli kehittää kvantitatiivinen menetelmä metsien käytön sosiokulttuuristen vaikutusten kuvaamiseksi ja näin konkretisoida vaikutuksia, tehdä ne näkyviksi ja helpottaa niiden seuranta. Sosiokulttuuristen vaikutusten numeeristaminen tekee vaikutusten arvioinnista läpinäkyvämpää ja näin tuo ne paremmin mukaan päätöksentekoon.

Tutkimuksessa kehitettyä sosiokulttuuristen vaikutusten mittaristoa on sovellettu METSO-ohjelman vuosina 2010 ja 2011 toimineissa yhteistoimintaverkostoissa. Yhteistoimintaverkostot ovat alueellisten toimijoiden verkostohankkeita, jotka pyrkivät sovittamaan yhteen metsien suojelua, hoitoa ja muuta käyttöä.

Kirjallisuuteen perustuen METSO-yhteistoimintaverkoston toiminnan sosiokulttuurisille vaikutuksille määriteltiin 10 kriteeriä ja 25 niitä tarkentavaa mittaria. Kriteerit kuvaavat sosiokulttuurisen kestävyden eri osa-alueita, ja mittarit kuvaavat eri näkökulmista omien osa-alueidensa kestävyysvaikutusten tasoa. Yksilö- ja yhteisötason kriteerien alle sijoittuvat mittarit jakautuvat asiantuntija-arviointareihin, joita arvioitiin neliportaisella järjestysastei-

kolla (ei yhtään, vähän, jonkin verran ja paljon), ja toteumalukumittareihin (esim. hehtaari, euro, kpl), jotka kuvaavat verkostojen konkreettisia numeerisia tuloksia.

Aineisto kerättiin sähköpostikyselyllä yhteistoimintaverkostohankkeiden (7 kpl) koordinaattoreilta vuoden 2010 lopussa ja 2012 alussa. Kriteerien painoarvot pyydettiin myös verkostoja rahoittavan ministeriön vastaavalta virkamieheltä, jotta vertailuasetelmaan saatiin mukaan yhtä hanketta laajempi näkökulma. Kriteerien painoarvot määritettiin yksinkertaisella SMART-arvottamismenettelyllä. SMART-menetelmässä vaihtoehtoista tärkeimmälle annetaan 100 pistettä ja muut vaihtoehdot arvotetaan suhteessa tähän, minkä jälkeen annetut lukuarvot skaalataan painoarvoiksi, joiden summa on 1. Painoarvojen lisäksi hankkeiden koordinaattoreilta kerättiin numeroaineistoa 25 mittariin kummaltakin seurantavuodelta.

Sosiokulttuuriset kokonaishyödyt laskettiin lineaarisen summautuvan hyötyfunktion avulla. Kriteerien alla olevat suhteelliset mittariarvot laskettiin yhteen ja painotettiin kriteerin saamalla painoarvolla. Näin verkostojen toiminnan myönteisten sosiokulttuuristen vaikutusten kokonaishyötyä päästiin kuvaamaan yhdellä numeroarvolla. Numeerinen

muoto mahdollisesti paitsi hankkeiden keskinäisen vertailun myös kunkin hankkeen toiminnan seurannan eri vuosina.

Tutkimuksen päätulokset osoittavat verkostojen kokevan toiminnalleen tärkeimmiksi kriteerit (1) legitimitettiin metsänomistajan näkökulmasta, (4) metsänomistajan päätäntävalta ja (7) hyväksyttävyyttä. Vähiten tärkeiksi nähtiin puolestaan kriteerit (6) muutoksen hallittavuus ja (8) vaikutukset tulonjakoon ja hyötyjen ja haittojen jakautuminen.

Kuva 1 esittelee yhteistoimintaverkostojen myönteisiä sosiokulttuurisia vaikutuksia toimintavuosina 2010 ja 2011. Kuvan värit kuvaavat vaikutusten muodostumista eri osa-alueista (10 kriteeristä); näin ollen värikäs pylvä merkitsee vaikutusten jakautumista tasaisesti eri osa-alueisiin (SLL ja Pohjois-Karjala ELY) ja vain muutamasta väristä koostuvat pylvää (Pohjois-Savo MK, Rannikko MK) kertovat vaikutuksia tunnistetun vain osassa kriteereistä. Korkeat pylvää kuvaavat onnistumisia (korkeita mittariarvoja) niiden kriteerien alla, joita hanke on painottanut omalle toiminnalleen tärkeäksi. Eniten myönteisiä vaikutuksia tunnistettiin kriteerin (7) hyväksyttävyyttä, (4) metsänomistajan päätäntävalta ja (1) legitimitettiin metsänomistajan näkökulmasta alla. Vähäisimmät vaikutukset olivat kriteerin (10) sosiaalinen diversiteetti mittareissa. Tulosten vertailussa verkostojen antamien painoarvojen ja maa- ja metsätalousministeriön painojen välillä erot jäivät melko pieniksi.

Tutkimus toimii esimerkkinä käytännönläheisestä tavasta konkretisoida ja mitata sosiokulttuurisia vaikutuksia. Se selvittää eroja verkostojen toiminnan luonteen välillä sekä osoittaa toiminnan muutoksia kahden seurantavuoden välillä. Menetelmä mahdollistaa määrällisen ja laadullisen tiedon yhdistämisen samaan analyysiin. Menetelmää voidaan soveltaa METSO-yhteistoimintaverkostojen lisäksi muuallekin. Kriteerit ovat melko yleisiä ja sovellettavissa yksityismetsätalouteen sekä kansainvälisissä vertailuissa. Menetelmää voidaan soveltaa myös esimerkiksi bioenergian tuotantoon tai luontomatkailuun. Toisaalta tapauskohtaiset mittarit tulee sovittaa jokaiseen tapaukseen erikseen.

Verkostojen koordinaattoreiden palaute osoitti, että vastaajien on tärkeää ymmärtää ja hyväksyä menetelmän pääpiirteet, jotta menetelmä toimii luotettavasti. Jatkossa menetelmää voisi kehittää

automaattisen laskentapohjan ja herkkyyksianalyysin suuntaan, jota hankkeet ja mahdolliset rahoittajat voisivat käyttää itsenäisesti toiminnan seuraamiseen.

■ MMM Mirja Rantala, MMT Mikko Kurttila, Metla, Joensuu & MMT Teppo Hujala, Metla, Vantaa  
Sähköposti mikko.kurttila@metla.fi

Marjut Turtiainen, Olli Saastamoinen, Kari Kangas ja Matti Vaara

## Suomalaisten kotitalouksien luonnonsienten poiminta vuosina 1997–1999 ja 2011

Seloste artikkelista: Turtiainen, M., Saastamoinen, O., Kangas, K. & Vaara, M. 2012. Picking of wild edible mushrooms in Finland in 1997–1999 and 2011. *Silva Fennica* 46(4): 569–581.

<http://www.metla.fi/silvafennica/full/sf46/sf464569.pdf>

Sienten poiminnalla on pitkät perinteet Suomessa ja sienestys on nykyisinkin varsin suosittu harrastus suomalaisten keskuudessa. Tästä huolimatta luonnonsienten poimintaa on toistaiseksi tutkittu Suomessa vain vähän.

Tutkimuksessa selvitettiin suomalaisten kotitalouksien luonnonsienten poimintaa neljänä eri vuotena: 1997–1999 ja 2011. Tavoitteena oli erityisesti selvittää poimintaa osallistumista (myös kaupalliseen poimintaan osallistumista), poimittuja määriä omaan käyttöön ja myyntiin sekä lisäksi poimittuja määriä lajeittain. Tutkimuksessa hyödynnettiin Itä-Suomen yliopistossa vuosina 1997–1999 ja 2011 kerättyä valtakunnallista luonnonsienten talteenoton aineistoa. Aineisto kerättiin postikyselyillä, joiden otoskoot vaihtelivat vuosittain ollen suurimmillaan vuonna 1997 (6849 kotitaloutta) ja suppeimmillaan vuonna 1998 (1858 kotitaloutta). Vastausprosentit vaihtelivat 51%:n (v. 2011) ja 70%:n (v. 1999) välillä. Lisäksi kyselyyn vastaamattomista poimittiin vuonna 1997, 1999 ja 2011 ns. kato-otokset, joihin valittuja henkilöitä haastateltiin puhelimitse. Tällä



tavoin kerättyjä katoaineistoja hyödynnettiin myös tulosten laskennassa (myös vuoden 1998 tuloksia laskettaessa).

Sekä poimintaan osallistuminen että poimitut määrät vaihtelivat suuresti tutkimusvuosien satotasojen mukaan. Runsassatoisena sienivuotena 1998 sienten poimintaan osallistui 47% kaikista Suomen kotitalouksista ja kokonaispoiminta oli 16,1 miljoonaa kg (7,3 kg/kotitalous). Vuosi 2011 oli myös hyvä sienivuosi ja silloin kokonaispoiminta oli 15,0 miljoonaa kg. Vuoden 1999 sienisato jäi pieneksi, mikä näkyi poimintaan osallistumisessa (23% kotitalouksista) ja poimituissa määrissä (1,5 kg/kotitalous, yhteensä 3,3 milj. kg). Vuosi 1997 oli sienisadoltaan melko keskinkertainen ja tuolloin kokonaispoimintamäärä oli 8,6 miljoonaa kg.

Kunakin tutkimusvuotena suurin osa sienistä (85–90% vuodesta riippuen) poimittiin kotitalouksien omaan käyttöön. Vain pieni osa kotitalouksista osallistui sienten kaupalliseen poimintaan: kaupallisten poimijoiden osuus oli suurin vuonna 1998 (1,3% kotitalouksista) ja pienin vuonna 1999 (0,3% kotitalouksista). Kokonaismyyntimäärä vaihteli 0,4 miljoonasta kilosta (v. 1999) 2,4 miljoonaan kiloon (v. 1998).

Vuosina 1997–1999 rouskut olivat selvästi suosituin sieniryhmä, sillä niiden osuus oli jopa puolet poimitusta kokonaisuudesta (37–53% vuodesta riippuen). Vuonna 2011 rouskujen osuus oli noin viidennes kokonaispoiminnasta, mikä oli suurin piirtein yhtä suuri osuus kuin kantarelleilla. Muita sienilajeja (mm. korvasienet, suppilovahverot) poimittiin enemmän kuin 1990-luvun loppupuolella. Vuonna 2011 herkkutatit muodostivat kymmenesosan kokonaispoiminnasta, mutta kaupallisesta poiminnasta lähes neljänneksen. Vertauksen vuoksi mainittakoon, että vuonna 1997 vastaavat osuudet olivat 12% ja 9%. Tämän vuosituhannen ”tattibuumi” (herkkutatien kaupallisen poiminnan lisääntyminen ja niiden viennin kasvu etenkin Italian markkinoille) näkyi siis selvästi tämän tutkimuksen tuloksissa.

■ MML Marjut Turtiainen, prof. Olli Saastamoinen & MMM Matti Vaara, Itä-Suomen yliopisto, Joensuu; MMT Kari Kangas, Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio  
Sähköposti marjut.turtiainen@uef.fi

Kalle Kärhä

## Vertaileva aikatutkimus kahdesta kannonnostolaitteesta päätehakkuukuusikossa

Seloste artikkelista: Kärhä, K. 2012. Comparison of two stump-lifting heads in final felling Norway spruce stand. *Silva Fennica* 46(4): 625–640.

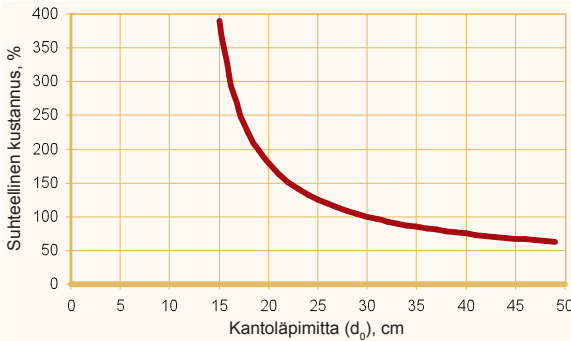
<http://www.metla.fi/silvafennica/full/sf46/sf464625.pdf>

Kantojen hankinta energiaksi on kasvanut nopeasti 2000-luvun Suomessa. Vuosituhannen alun 10 gigawattitunnista (GWh) on noustu kahteen terawattituntiin (TWh) eli energiamäärältään 200-kertaiseksi. Parin viime vuoden aikana kantojen käyttömäärä ei ole enää noussut korkeahkojen hankintakustannusten ja kantomurskeen laatuongelmien takia. Myös ympäristövaikutuksista on väitelyä.

Mikäli metsäenergian vaativat käyttötavoitteet, 25 TWh vuonna 2020, halutaan saavuttaa, pitää myös kantoja käyttää entistä enemmän. Metsäteho Oy:n ja Pöyry Management Consulting Oy:n tekemien laskelmien mukaan kantomurskeen teknis-taloudellinen käyttöpotentiaali on 2–11 TWh riippuen päästöoikeuksien hintatasosta.

Jotta kantomurskettä voidaan käyttää suunnitellusti, kantomurskeen hankintakustannukset on saatava kilpailukykyisemmälle tasolle niin kantojen nostossa, kuljetuksessa kuin murskauksessa ja muussa käsittelyssä. Metsäteho Oy:n ja TTS Tutkimuksen tutkimushankkeessa tarkasteltiin kantojen noston tehostamismahdollisuuksia ja määritettiin kannonnostotyön tuottavuus ja kustannukset kahdella kannonnostolaitteella.

1. Armas Hirvosen (A Hirvonen Oy, [www.ahirvonenoy.net](http://www.ahirvonenoy.net)) kehittämä Väkevä-kantopiikkuri, jossa on kaksi nostopiikkiä, hydraulinen vastaterä ja mätästyslevy. Laite on nykyisin käytetyin kannonnostolaite Suomessa. Väkevä-kannonnostolaite painoi 1300 kg.
2. Markku Järvisen (Oy Kappelinranta – Kapellstrand Ab) kehittämän nostolaitteen kolmas versio, joka painoi 1800 kg. Järvisen laitteessa kahmarilla, jossa oli neljä piikkiä molemmilla puolilla, tartuttiin kannosta kiinni. Nostolaitteen ulkokehälle (halkaisija 1950 mm) kiinnitetyillä neljällä nostosylinterillä (tehollinen iskun pituus



**Kuva 1.** Kannonnostotyön suhteelliset kustannukset Väkevä-kannonnostolaitteella nostetun kannon läpimitan suhteen. Suhteellinen kustannus on 100%, kun kantoläpimitta on 30 cm. Kuvasta havaitaan, että kun kannonnostossa vältetään hyvin pienikokoisten ( $d_0 = 15\text{--}19$  cm) kantojen nosto, voidaan kannonnostotyön kustannustehokkuutta parantaa selvästi. Kannonnostotyön ohjeistuksen lisäksi tärkeää on siis myös kannonnostotyömaiden valinta.

800 mm) kanto irrotettiin maasta. Ulkokehän teroitettu alareuna katkaisi noston yhteydessä noin 50–100 mm:n paksuiset sivujuuret.

Molemmat kannonnostolaitteet olivat tela-alustaisessa Hitachi EX 225 USR -kaivukoneessa, joka oli teholtaan 122 kW ja painoltaan 24 tonnia. Kaivukonetta kuljetti kokenut kannonnostoyrittäjä. Kantoja nostettiin kahdessa päätehakuuusuusikossa Etelä-Suomessa vuosina 2008 ja 2009. Väkevä-kantopilkkurilla kannonnostotyöhön liitettiin myös maanmuokkaus; ohjeistus oli noin 1600–1700 mätstä/ha.

Aikatutkimuksia varten työmaiden kaikki yli 10 cm:n kannot mitattiin ja numeroitiin. Yhteensä tutkimuksessa nostettiin 883 kantoa. Kerätystä aikatutkimusaineistosta rajattiin pois kannot, joiden kantoläpimitta ( $d_0$ ) oli alle 15 cm sekä mänty- ja lehtipuukannot ja aiempien hakkuiden lahot kannot. Lopullinen laskenta-aineisto tutkimuksessa oli 749 kuusikantoa.

Kun Väkevä-kantopilkkurilla nostettiin kuusikantoja, joiden kantoläpimitta oli 30 cm, kannonnoston tehoajanmenekki oli 48–50 s/kanto. Kun nostetut kannot olivat kooltaan 40 cm, aikaa kului 71–75 s/kanto. Järvisen kannonnostolaitteella ajanmenekki oli 14–19% suurempi.

Väkevä-kantopilkkurilla kannonnostotyön tehotuntituottavuus ilman maanmuokkausta oli 11,2 m<sup>3</sup>/h (108 kantoa/h), kun nostettiin 30 cm:n läpimittaisia kuusikantoja. Kantoläpimitan ollessa 40 cm, tehotuntituottavuus oli 14,9 m<sup>3</sup>/h (75 kantoa/h). Kun maanmuokkaustyö (mätästys) liitettiin kannonnostoon, kannonnostotyön tuottavuus laski 21–27%. Tutkimuksessa maanmuokkaus vei keskimäärin 3,3 tehotuntia/ha Väkevä-kantopilkkuria käytettäessä.

Tutkimuksen perusteella voidaan sanoa, että Väkevä-kantopilkkuri on tehokas kantojen nostolaite, jolla pystytään tuottamaan hyvälaatuista kantoraakaainetta energiantuotantoon: silmävaraisesti arvioiden nostetut kannot olivat puhtaita ja kantopalat olivat sopivankokoisia metsä- ja kaukokuljetukseen.

Järvisen kannonnostolaite oli tuottavuudeltaan Väkevä-kantopilkkuria heikompi. Järvisen kannonnostolaitteen tuottavuustasoa tarkasteltaessa on kuitenkin otettava huomioon, että nostolaite oli tutkimuksessa vielä prototyyppiasteella ja lisäksi kaivukoneen kuljettajalla oli vain vähän kokemusta Järvisen nostolaitteesta. Järvisen kannonnostolaitteen suurin heikkous oli, ettei nostettuja kantoja pystytty kunnolla pilkkomaan ja monet nostetut kannot sisälsivät runsaasti maa-ainesta. Tutkimuksessa esitettiin useita tuoteparannuksia Järvisen kannonnostolaitteeseen. Nyt markkinoille onkin tullut uusi versio Järvisen kannonnostolaitteesta, jonka on rakentanut TunturiTec Oy ([www.tunturitec.com](http://www.tunturitec.com)).

Tehdyt kustannuslaskelmat osoittivat, että kannonnosto on hyvin kallista pienillä ( $d_0 = 15$  cm) kannoilla (kuva 1). Kun kantoläpimitta kasvoi 20 cm:iin, kannonnoston kustannukset laskivat merkittävästi. Nykyisessä Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion laatimassa Energiapuun korjuun ja kasvatuksen suositukset -julkaisussa esitetään, että kaikki kantoläpimitaltaan alle 15 cm:n kannot jätetään nostamatta. Tehdyn tutkimuksen pohjalta ehdotettiin tiukennusta nykyisiin kantojen korjuun suosituksiin: kaikki kantoläpimitaltaan alle 20 cm:n kannot jätetään nostamatta. Tiukempi minimikantorajaus tehostaisi kantomurskeen hankintaa ja mahdollistaisi osaltaan esitettyjen kantomurskepotentiaalien täysimääräisemmän hyödyntämisen Suomessa.

■ MMT Kalle Kärhä, Stora Enso Metsä  
kalle.karha@storaenso.com



**Kuva 1.** Koneellinen kaatokasaus ja puiden karsinta parantavat metsäkuljetuksen tuottavuutta. Myös kaukokuljetus ja haketus tehostuvat karsinnan ansiosta (Juha Laitila/Metla).

Juha Laitila

## Menetelmä nuorten metsien energiapuun korjuumenetelmän valintaan

Seloste väitöskirjasta: Laitila, J. 2012. Methodology for choice of harvesting system for energy wood from early thinning. *Dissertationes Forestales* 143. <http://www.metla.fi/dissertationes/df143.htm>

Väitöstutkimuksen tavoitteena oli luoda tuottavuus- ja kustannustietoa nuorten metsien energiapuun korjuuketjuista sekä kehittää menetelmä nuorten metsien energiapuuvarojen kertymien ja korjuukustannusten laskentaan työmaa- ja aluetasolla. Korjuuketjujen tuottavuus- ja kustannustiedot perustuivat väitöskirjan osajulkaisujen tuloksiin, ja energiapuun kertymä Jyväskylän ympäristössä laskettiin valtakunnan metsien inventointitietojen (VMI) avulla. Lisäksi laadittiin päätöksenteon apuvälineeksi päätöshierarkia taloudellisesti, sosiaalisesti ja ekologisesti kestäväksi energiapuun kor-

juumenetelmän valintaan vaikuttavista tekijöistä osajulkaisujen tulosten ja kirjallisuuskatsauksen perusteella.

### Hakkuu ja metsäkuljetus avainroolissa

Kokopuun metsäkuljetuksen tuottavuus oli koneellisen kaatokasauksen jäljiltä selvästi parempi kuin siirtelykaatotekniikalla tehdyn metsurihakkuun jäljiltä. Koneellisessa kaatokasauksessa kourakat tehdään lähelle ajouraa ja ne ovat suuria. Tämä tehostaa kuormaustyötä ja alentaa metsäkuljetuskustannuksia. Leimikkotason vertailulaskelmassa koneelliseen kaatokasaukseen perustuvalla korjuuketjulla kokopuun korjuukustannukset tienvarteen toimitettuna olivat alimmat. Ero metsurityönä tai koneella tehdyn kaatokasauksen kustannuksen välillä oli pieni. Toisaalta kun huomioidaan metsäkuljetuksen tehostuminen koneellisen kaatokasauksen jäljiltä, oli koneellinen korjuu metsurityötä edullisempää. Energiapuukorjurilla kokopuun korjuukustannukset tienvarsivarastolla olivat vertailun korkeimmat. Metsätraktorialustaisen korjurin tuottavuutta on mahdollista parantaa kone- ja työtekni-



sillä muutoksilla. Puunkorjuussa hakkuulaitteiden monikäyttöisyys lisää peruskoneen käyttöastetta ja parantaa kustannustehokkuutta, kun samalla laitteella voidaan korjata niin teollisuuden ainespuuta kuin myös rankaa ja kokopuuta energiateollisuuden tarpeisiin.

### **Kertymä voi kasvaa myös karsimalla**

Metsähakkeen tekninen korjuupotentiaali Jyväskylän ympäristön nuorissa metsissä aleni rankana korjuussa 42% kokopuukorjuuseen verrattuna. Leimikkotasolla puubiomassan hehtaarikertymä pieneni, kun oksat ja latvakappaleet jäivät palstalle. Lisäksi rankana korjuussa energiapuun kertymälle asetettua vähimmäismäärää, 25 m<sup>3</sup>/ha, oli selvästi vaikeampi ylittää kuin kokopuukorjuussa. Rankana korjuussa oli kuitenkin mahdollista saada myös kustannussäästöjä ja lisätä metsähakkeen kertymää, kun latvusmassan karsinnan avulla energiapuun korjuu voitiin ulottaa niille kohteille, joilta kokopuukorjuuta oli pyritty mahdollisten kasvuhäiriöiden ja -tappioiden vuoksi välttämään. Tällaisia kohteita ovat nykyisten korjuusuositusten mukaan muun muassa kuusikot, turvemaa ja karut kivennäismaat. Kokopuukorjuun rajoittaminen pelkästään reheville kivennäismaille laskee alueellista kertymää ja nosti metsähakkeen korjuukustannusta käyttöpaikalla verrattuna vaihtoehtoon, jossa energiapuuta korjattiin edellä mainittujen kasvupaikkojen lisäksi rankana kuusikoilta, turvemailta ja karuilta kivennäismailta. Rankana korjuun muita etuja olivat mm. hakkeen hyvä laatu, kuljetus- ja terminaalilogistiset hyödyt sekä korkea haketustuottavuus.

■ MMT Juha Laitila, Metla, Joensuu  
Sähköposti juha.laitila@metla.fi