

Pienpuun käytön uudet haasteet

Seminaaripäivän esitelmät

Mika Riekkinen, Timo Kärki ja Erkki Verkasalo (toim.)



JOENSUUN TUTKIMUSKESKUS

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN TIEDONANTOJA 823

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
Jalostusosasto ✓

PIENPUUN KÄYTÖN UUDET HAASTEET

Seminaaripäivän esitelmät

Mika Riekkinen, Timo Kärki ja Erkki Verkasalo (toim.)

JOENSUUN TUTKIMUSKESKUS
2001

Riekkinen, M., Kärki, T. & Verkasalo, E. (toim.) 2001. Pienpuun käytön uudet haasteet. Seminaaripäivän esitelmät. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 823. 47 s. ISBN 951-40-1803-6, ISSN 0358-4283.

Puutuotealan osaamiskeskus järjesti yhteistyössä Helsingin yliopiston Mikkelin maaseudun tutkimus- ja koulutuskeskuksen ja Metsäntutkimuslaitoksen kanssa tiedonsiirtoseminaarin Pienpuun käytön uudet haasteet 15.3.2001. Käsillä olevan julkaisun artikkeleissa on käyty lävitse tuloksia uusimmista havupienpuuhun liittyvistä tutkimushankkeista, joissa on selvitetty pienpuun hankinnan, jalostuksen ja käytön mahdollisuuksia ja rajoituksia. Pienpuun yleistä laatua ja jalostettavuutta, potentiaalisia hakkuukertymiä ja soveltuvuutta erilaisiin tarkoituksiin on esitelty useissa artikkeleissa. Pienpuun jalostuksesta liimatuiksi tuotteiksi on tuloksia kahdesta esimerkkitutkimuksesta, joissa on arvioitu myös sahauksen ja jatkojalostuksen kannattavuutta. Lisäksi julkaisussa on esitelty pienpuun sahaukseen ja jatkojalostukseen soveltuvaa teknologiaa sekä esitelty muutamia tuotemahdollisuuksia pienpuun jalostukseen.

Avainsanat: osaamiskeskus, harvennuspuu, pienpuu, mänty, kuusi, mekaaninen puunjalostus

Toimittajien yhteystiedot: Metsäntutkimuslaitos, Joensuun tutkimuskeskus, PL 68, 80101 Joensuu, puhelin (013) 251 4000, faksi (013) 251 4111, sähköposti etunimi.sukunimi@metla.fi

Julkaisija: Metsäntutkimuslaitos, Joensuun tutkimuskeskus

Tilaukset: Metsäntutkimuslaitos, kirjasto, PL 18, 01301 Vantaa, puhelin (09) 8570 5580, faksi (09) 8570 5582, sähköposti kirjasto@metla.fi

Hyväksynyt: Tutkimusjohtaja Kari Mielikäinen 3.12.2001.

Alkusanat

Puutuotealan osaamiskeskus on Valtioneuvoston osaamiskeskusohjelmaan 1999-2006 kuuluva maanlaajuinen yhteistyöverkosto. Se välittää puutuotealan yrityksille ja kehittäjille täsmäytetysti yliopistojen ja tutkimuslaitosten tietoja ja osaamista, joka on tiedonsiirtoa, uuden osaamisen kehittämistä ja puurakentamisen esimerkki-kohteiden edistämistä. Samalla verkostomallinen osaamiskeskus antaa eri puolilla maata toimiville osaajille liityntäpintaa eri tutkimus- ja kehitysprojekteihin ja mahdollisuuden kasvattaa osaamistaan sekä toimii omalta osaltaan alueiden elinkeinotoiminnan moottorina. Verkostossa on alueellisella tasolla mukana myös ammattikorkeakouluja ja ammatillisia aikuiskoulutuskeskuksia, kaikkiaan 45 toimijaa.

Metsäntutkimuslaitos on yksi keskeisistä toimijoista tässä kokonaisuudessa. Sen vastuualueena on koordinoida osaamiskeskuksen toimintaa teema-alueella Puunkäytön laaja-alaistaminen, joka käsittää seuraavat tehtävät:

1. Painopistealueittain organisoitujen työryhmien toiminnan järjestäminen:
 - Lehtipuutyöryhmä (ml. erikoispuukysymykset)
 - Pienpuutyöryhmä (ml. harvennuspuuta ja puutuoteollisuuden sivutuotteita koskevat kysymykset)
 - Materiaalitekniikan työryhmä (puukemian ja -fysiikan hyödyntäminen, komposiitit).
2. Tuotespesifioituneiden ja -innovoituneiden puutuotealan yritysten aktivoiminen osaamiskeskuksen toimintaan
3. Uusien laaja-alaisten tutkimus- ja kehityshankkeiden konkreettinen suunnittelu ja käynnistäminen
4. Monipuolinen tiedonvälitys
 - Järjestetään täsmäsuunnattuja seminaareja ja teknologian siirtotilaisuuksia tiedonkäyttäjien ja osaajien tarpeisiin
 - Osallistutaan alustajina alan seminaareihin ja muihin yleisiin tiedotus- ja neuvonpitotilaisuuksiin
 - Tiedotetaan toiminnasta erilaisin artikkelein

Työryhmätoimintaan ja tiedonvälitykseen liittyen Puutuotealan osaamiskeskus järjesti yhteistyössä Helsingin yliopiston Mikkelin maaseudun tutkimus- ja koulutuskeskuksen ja Metsäntutkimuslaitoksen kanssa tiedonsiirtoseminaarin Pienpuun käytön uudet haasteet Mikkeliissä 15.3.2001. Seminaariohjelmaan kuului myös retkeily Olavi Räsänen Oy:n Kiepin sahalle, joka on yksi sahateollisuutemme uranuurtajista pienpuuraaka-aineen jalostuksessa ja pienpuusta saatavien sahatuotteiden käyttökohteiden identifioinnissa ja kehittämisessä. Seminaarin otti osaa kaikkiaan 88 henkilöä eri puolilta maata tutkimus- ja kehittämisorganisaatioista, aluekehitys- ja rahoittajaorganisaatioista, puunjalostusyrityksistä sekä kone- ja laitevalmistajayrityksistä.

Käsillä olevaan julkaisuun on koottu artikkelit seminaarissa pidetyistä esitelmistä. Artikkelien kirjoittajien lisäksi seminaarissa esitelmöi erikoistutkija Vesa Imponen

Metsäteho Oy:stä aiheena pienpuun hankintatekniikka ja ohjaus eri käyttötarkoituksiin. Seminaarin avasi johtaja Pirjo Siiskonen Helsingin yliopiston Mikkelin maaseudun tutkimus- ja koulutuskeskuksesta. Puheenjohtajina toimivat myyntijohtaja Yrjö Inkovaara Veisto Oy:stä ja professori Erkki Verkasalo Metsäntutkimuslaitoksesta. Seminaaripäivän järjestelyissä avusti erikoistutkija Pekka S. Pitkänen Helsingin yliopiston Mikkelin maaseudun tutkimus- ja koulutuskeskuksesta. Olavi Räsänen Oy:n Kiepin sahalla isännöi hankintapäällikkö Olli Kivijärvi.

Kiitämme lämpimästi kaikkia seminaaripäivän järjestämiseen osallistuneita sekä tämän julkaisun valmistumiseen myötävaikuttaneita henkilöitä ja organisaatioita.

Joensuu, marraskuu 2001

Toimittajat

SISÄLLYS

HAVUPIENPUUN KÄYTÖN UUDET HAASTEET.....7 Erkki Verkasalo	7
PIENPUUN KÄYTTÖ JALOSTUKSESSA.....17 Jorma Fröblom	17
HAVUPIENPUUN KERTYMÄT JA LAATU ERITYYPPISISSÄ HAKKUUKOhteissa25 Tapio Wall	25
HARVENNUSMÄNTY HUONEKALUTEOLLISUUDEN RAAKA- AINEENA29 Jori Uusitalo	29
PIENPUUSAHAKONEET35 Yrjö Inkovaara	35
PIENPUUN JALOSTAMINEN ERIKOISLIIMAPUUKSI.....41 Tapio Ylipuranen	41
LIIMAHIRSIAIHIOIDEN VALMISTUS45 Reijo Ravila	45
PIENPUUN TUOTEMAHDOLLISUUDET – PIENPUUSTA LUONNOLLISTA PUULATTIAA47 Jari Pajala	47

HAVUPIENPUUN KÄYTÖN UUDET HAASTEET

Professori Erkki Verkasalo
Metsäntutkimuslaitos, Joensuun tutkimuskeskus
PL 68, 80101 Joensuu
puh. (013) 251 4143, faksi (013) 251 4111, erkki.verkasalo@metla.fi

1 JOHDANTO

Metsäteollisuutemme oli valmis käyttämään aina 1990-luvun alkuun saakka kaiken kotimaasta tarjolle tulleen puutavaran ja maksoi yleismaailmallisesti korkeita kantohintoja. Heikkolaatuiselle ja pienikokoiselle puulle oli menekkiä, erityisesti kun sen talteenottoa tuettiin tasaamalla leimikoiden arvosuhde- ja kustannuseroja pienpuuta suosien, tavoitteena nuorten metsien kunnostaminen metsänhoidollisten tavoitteiden mukaisesti.

Nykyisin harvennuspuun ja muun pienpuun kantohinta on leimikoittaisen hinnoittelun soveltamisen mukaisesti alhainen pienen hakkukertymän, korkeiden korjuukustannusten sekä kuidutuksen ja mekaanisen jalostuksen pienen saannon ja alhaisen tuottavuuden vuoksi. Pienpuun jalostamiseen liittyvät ongelmat ovat kuitenkin niin suuret ja moninaiset, että edes alhainen kantohinta ei ole saanut teollisuutta hyödyntämään pienpuuta lähellekään siinä määrin kuin raaka-ainevarat olisivat mahdollistaneet. Erityisesti ensiharvennusrästien määrä kasvaa jatkuvasti. Valitettavana seurauksena tästä on tukkipuun kertymän ja puuston keskikoon pieneminen tulevaisuudessa. Metsänhoidolliset suositukset edellyttävät ensiharvennusten määräksi yli 200 000 ha/a, mutta vuotuinen toteutuma on ollut 1990-luvulla vain 100 000 ha/a. Ensiharvennusten tarve on suurin Suomen eteläosan männiköissä. Kahdeksannen valtakunnan metsien inventoinnin (1986-1992) mukaan ensiharvennusten tarve on maan eteläosan mäntyvaltaisissa metsissä 100 000 ha/a ja muiden puulajien vallitsemissa metsissä 60 000 ha/a (Hakkila ym. 1995). Vuotuinen ensiharvennuskertymä olisi vastaavasti 7,8 milj. m³/a, josta mäntyä 4,0 milj. m³/a ja muita puulajeja 3,8 milj. m³/a. Harvennuspuun käyttömahdollisuuksista on koko maassa yli puolet hyödyntämättä.

Tulevaisuudessa harvennuspuun ja muun pienpuun käyttöä on lisättävä teollisuudessa päätehakkupuun arvellun tarjonnan vähenemisen vuoksi, joka johtuu mm. lisääntyneestä metsien suojelusta ja kattavaan puunmyyntituloerotukseen siirtymisestä erityisesti aikavälillä 2005-2025 (Metinfo 2001). Kemiallinen metsäteollisuus ei ole kuitenkaan löytänyt toivottuun tahtiin erityisen kannattavia käyttökohteita ensiharvennuspuulle. Nuoresta kuusesta voidaan valmistaa hioke- ja hierrepohjaisia paperilatuja, joissakin tapauksissa harvennuskuusi on jopa päätehakkukuusta sopivampaa paperin raaka-ainetta. Vaikeimmat käyttökohdeongelmat ovat suurimmassa ensiharvennusten raaka-ainereservissä, männynssä. Toistaiseksi on pystytty osoittamaan soveltuvaa käyttöä lähinnä pehmopaperien valmistuksessa ja koivuisen lyhytkuitusellun korvaajana hienopapereissa.

Lastu- ja kuitulevyteollisuutta ei voida pitää enää potentiaalisena pienpuun käyttäjänä, koska raaka-aine on käytännössä kokonaan sahojen ja vaneritehtaiden sivutuotteita. OSB- ja MDF-levytehtaat olisivat sinänsä huomattavia pienpuun käyttäjähdokkaita, mutta investoinnit kotimaassa näille teollisuuden aloille lienevät ainakin lyhyellä tähtämellä epätodennäköisiä. Uudet insinööripuutuotteet ja puun ja muiden materiaalien yhdistelmäkomposiitit voisivat myös olla periaatteessa sopivia pienpuun käyttökohteita; puu pitää tällöin muuntaa ensin kuitu-, tikku- tai lastumuotoon. Energiapuun lisäkäyttö saattaa olla huomattava pienpuun osoite, ainakin niin kauan kun nuorten metsien kunnostamisen julkinen tuki jatkuu.

Edellä mainituista syistä on syytä tutkia harvennusmetsien ja pienpuun ominaisuuksia sekä potentiaalisia puunjalostusmenetelmiä markkina- ja tuotelähtöisten käyttömahdollisuuksien todentamiseksi myös mekaanisessa puunjalostuksessa. Sahojen varsinainen motiivi harvennuspuun käyttöön on huoli tulevaisuuden raaka-aineensa saatavuudesta ja sen soveltuvuudesta sahaukseen. Sahat tarvitsevat tietoa siitä, voidaanko uhkaava normaalitukin tarjonnan pieneminen korvata jatkossa ja missä määrin harvennusmetsistä saatavissa olevalla raaka-aineella sahauskapasiteetin säilyttämiseksi ja miten harvennuspuuta voidaan hyödyntää tehokkaasti ja kannattavasti sahaukseen ja siihen liittyvään jatkojalostukseen. Sopivat jatkojalostuskohteet ovat myös edelleen paljolti epäselvät. Erityisesti männyllä kysyntä on kohdistunut pääasiassa huonekalupuuhun, mutta mahdollisuuksia on myös esim. liimapuu- ja liimahirsiteollisuudessa, rakennusteollisuuden tuoteosissa, sisustus- ja lattiamateriaaleissa, erilaisissa tee-se-itse -tuotteissa sekä piha- ja ympäristörakentamisessa. Kotimaisella jatkojalostusteollisuudella on ajoittain ollut vaikeuksia sopivan sahatavaran saannissa. Jos jatkojalostus lisääntyy lähellekään julkisten kaavailujen mukaisesti, mahdollisuudet pienpuusta saatavien sahatuotteiden toimituksiin tälle sektorille lienevät varsin hyvät.

2 PIENPUUN OMINAISUUDET JA KÄYTÖN ONGELMAT MEKAANISESSA PUUNJALOSTUKSESSA

Pienpuun käytön ongelmat alkavat heti jalostusketjun alussa. Harvennuksissa poistetaan yleensä metsikön pienimpiä ja huonolaatuisimpia puita, joilla runkomuoto on heikompi kuin päätehakkuiden tyypillisesti järeillä puilla. Tämän vuoksi harvennuspuut sisältävät ilmeisesti enemmän sahausta mutta varsinkin kuivausta ja työstöä haittaavaa lylypuuta kuin päätehakkupuut.

Mekaaniseen puunjalostukseen soveltuvia runkoja tai rungon osia on siis vain osa harvennusten hakkuukertymästä. Lisäksi hakattavien runkojen koko on pienempi kuin päätehakuissa, jonka vuoksi käsiteltäviä runkoja puutavaran tilavuusyksikköä kohti on harvennuksissa enemmän. Tämän tekijän merkitys ei ole kuitenkaan nykyisessä konehakuutekniikassa niin suuri kuin on päätelty puhtaiden alaharvennusten tutkimuksissa. Tehtaalle toimitetun harvennuskuitupuun on todettu olevan keskimäärin noin 2 cm paksumpaa kuin mitä on päätelty metsiköiden pystymittaustutkimuksissa ensiharvennusten tietoisien viivästämisen, ajourapuiden tiedostettua suuremman osuuden ja ilmeisesti myös jonkinasteisen yläharvennus-

suuntauksen vuoksi (Hakkila 2000, Lindblad ja Verkasalo 2001). Kun myös kokonaiskertymä on harvennuksissa vain 10-50 % päätehakkuun kertymästä, harvennuspuun korjuu- ja kuljetuskustannukset ovat selvästi korkeammat kuin päätehakkuissa. Toisaalta puutavaralajeja on harvennusleimikoissa vähemmän, lajittelun tarve on pienempi ja puuaineksen laatu saattaa olla tasaisempi kuin päätehakkuuleimikoissa.

EU-projektissa Pienen pyöreän puun käyttö rakentamisessa (Ranta-Maunus 1999) tutkittiin mm. pyöreän rakennuspuun kertymiä, runkojen vikoja ja ulkoista terveoksaosuutta erilaisissa ensiharvennusmänniköissä ja -kuusikoissa (Stöd 2000). Pyöreäksi rakennuspuuksi kelpuutettavan rungonosan (minimipituus 2,4 m) tuli olla suora eikä siinä myöskään sallittu koroja, lahoa, ranganvaihtoja eikä poikaoksia. Oksan suurin sallittu läpimitta oli sen laadusta riippumatta 30 mm. Kahden oksankiehkuran välimatkan oli oltava vähintään 15 cm. Samantasoisia vaatimuksia sovelletaan käytännössä myös sahattavalle pienpuulle.

Stödin (2000) mukaan männyn ja kuusen ensiharvennuksista kertyy mekaaniseen puunjalostukseen soveltuvaa puuta keskimäärin vain 5-15 m³ hehtaarilta eli noin 10-20 % kokonaiskertymästä. Kuusella rakennuspuun osuus kertymästä on keskimäärin suurempi kuin männyllä, minimiläpimittalla 5 cm kuusella 19 % ja männyllä 17 %. Läpimittavaatimuksella 7 cm rakennuspuun osuus laski kuusella 17 prosenttiin ja männyllä 14 prosenttiin ja läpimittavaatimuksella 9 cm - joka on lähellä pienintä teknisesti mahdollista sahapölkyn läpimittaluokkaa - kuusella 11 prosenttiin ja männyllä 10 prosenttiin. Kannattavan ensiharvennuksen kertymän alarajana pidetään yleensä noin 30 m³/ha (Vuokila 1976, Hakkila ym. 1995). Stödin tutkimuksen kuvioista 76-80 % täytti käytetystä minimiläpimitasta riippuen kyseisen kertymävaatimuksen.

Stöd (2000) tutki myös eri vikojen esiintymistä ja terveoksaosuutta ensiharvennusmänniköissä ja -kuusikoissa. Terveoksaosuus määriteltiin rungon pituusosuutena elävän latvuksen alarajasta 9 cm:n läpimittaan asti. Puista ulkoisesti määritetty elävän latvuksen alaraja sijaitsee todellista eli sisäisen terveoksaosuuden alkamiskorkeutta korkeammalla. Täten terveoksaista osaa jää jalostukseen menevistä rungoista aina hyödyntämättä, mikäli runkoja apteerataan kirjaimellisesti ulkoisen terveoksikkuuden mukaan. Männyllä poistettavilla rungoilla esiintyi eniten vikoja viljavilla mailla, mutta terveoksaosuus oli vastaavasti niillä suurin. Viljavien maiden ensiharvennusmänniköissä rakennuspuun kertymä oli pienin, joten tutkimuksen tulosten perusteella ei voida sanoa, millaisista ensiharvennusmänniköistä on saatavilla eniten mekaaniseen puunjalostukseen soveltuvaa terveoksaista mäntyä. Viljavien maiden ensiharvennuskuusikoissa on eniten mekaaniseen puunjalostukseen soveltuvaa kuusta, sillä sekä terveoksaosuus että rakennuspuun kertymät olivat niillä suurimpia. Toisaalta myös kuusella poistettavilla rungoilla esiintyi eniten vikoja viljavilla mailla, mutta näiden vaikutus ei ollut kovin suuri rakennuspuun kertymään.

Karstulanseudun Kehitysyhtiö Oy selvitti vuonna 1995 liimalevyn valmistukseen soveltuvan männyn kertymiä harvennushakkuissa. Tukiin minimiläpimittalla 10 cm ja minimipituudella 3 m erilaisista männiköstä saatiin sopivaa raakaainetta 66-73 % hakkuukertymästä. Raaka-aineen käyttösuhteet sahauskassa oli keskimäärin 2,3, liimalevyn raaka-aineella kuitenkin peräti 3,4.

Pienen hakkuukertymän lisäksi korjuukustannuksia lisää harvennuksissa mm. pienen rungon koko ja jäävän puuston huomioon ottaminen korjuussa. Korjuukustannukset ovat harvennuksissa normaalisti 60-120 mk/m³ ja päätehakkuissa vastaavasti 20-60 mk/m³ (Kuitto ym. 1994). Hakkilan ym. (1995) mukaan koneyrittäjälle maksettu kokonaiskorvaus hakkuusta ja metsäkuljetuksesta oli männyn ensiharvennuksessa 75-90 mk/m³ ja päätehakkuussa 29-35 mk/m³. Tutkimusten mukaan korjuun yksikkökustannukset kasvavat lähes eksponentiaalisesti rungon pienentyessä. Tehdashinta on harvennuspuulla lähellä päätehakkuupuuta.

Sahapuun läpimitta vaikuttaa olennaisesti sahatavaran saantoon ja laatuun. Hakalan (1992) mukaan männyn pienintä normaalitukkia, latvaläpimitaltaan 15 cm, tarvitaan 2,5 kuutiota yhden sahatavarakuution tuottamiseen eli n. puoli kuutiota enemmän kuin latvaläpimitaltaan yli 20 cm:n tukkia. Kokemukset osoittavat käyttösuhteen nousevan sahaustekniikasta riippuen tasolle 2,8-3,2, joissakin tapauksissa jopa tasolle 4,1, kun pölkyn läpimittaa alennetaan 10 cm:iin. Pienen rungon koko ja alhainen sahaussaanto heikentävät yhdessä pienpuun sahauksen tuottavuutta verrattuna järeän puun sahaukseen. Hakalan (1992) mukaan mäntytukin läpimitan kasvaessa 15 cm:stä 21 cm:iin sahausteho lisääntyy kehäsahalla yli 10 m³/h. Pienpuusta saatavat pienet sahatavaradimensiot ovat myös joskus ongelmallisia markkinoilla.

Kokonaisuutena pienpuun sahaus on vielä nykyisinkin yleensä kannattamatonta sahoille. Useat sahat kuitenkin käyttävät pienpuuta, sillä sen sahaus tuottaa vähemmän tappiota kuin sahaamalla jättäminen. Hakalan (1992) mukaan pienimän sahaukseen hyväksytyin latvaläpimitan nostaminen kohotti sahan vuositulosta ainoastaan silloin, kun tuotantoaika säilyi ennallaan eli muiden läpimittaluokkien tukkeja sahattiin enemmän. Tämä ei liene mahdollista nykyisessä puumarkkinatilanteessa eikä myöskään lähitulevaisuudessa, ainakaan suuremmilla sahoilla, elleivät sahat siirry sahaamaan enenevästi myös järeää tuontipuuta.

Pien- ja harvennuspuun käytön ongelmista suuri osa johtuu nuorpuusta. Nuorpuu on puun ytimen lähellä oleva puuaine eli 5-25 ensimmäistä vuosirengasta ytimeä laskien, jossa solujen rakenne poikkeaa haitallisesti ytimeä kauempana olevien solujen rakenteesta (Haygreen ja Bowyer 1989). Sauterin ym. (1999) tutkimuksessa havaittiin männällä nuorpuuta keskimäärin 22 ensimmäisessä vuosirenkaassa. Pienpuulla ja pienpuusta sahatuilla pienidimensioisilla sahatavarakappaleilla nuorpuun osuus tilavuudesta on siis suurempi kuin järeästä puusta sahatuilla. Vanhemmiten männällä ja kuusella muodostuu sydänpuuta ytimen läheisyyteen, jossa siis on nuorpuuainesta. Sydänpuun muodostumisella voi olla kuivamuodonmuutoksia hillitsevä vaikutus, koska mm. sydänpuun tasapainokosteus on alhaisempi kuin pintapuun.

Nuorpuun soluseinämien mikrofibrillikulma on loivempi kuin normaalilla puuaineella, jonka vuoksi nuorpuu kutistuu pituussuunnassa jopa 10 kertaa enemmän kuin normaali puuaines (Senft ym. 1986). Tämän vuoksi pienpuun suuri nuorpuuosuus lisää sen elämistä ja kuivauksessa tapahtuvia muodonmuutoksia. Boren (2001) havaitsi ydinkeskeisten mänty- ja kuusiainehoiden kieroutumisen olevan voimakkainta, keskimäärin jopa kaksi kertaa suurempaa alle 20-vuotiaasta puusta valmistetuilla ydinkeskeisillä aihioilla kuin niitä vanhemmasta puusta tehdyillä.

Bendtsenin (1978) mukaan nuorpuun lujuus voi olla alhaisemman tiheydensä vuoksi jopa 50 % heikompi kuin normaalin puuaineen. Borenin (2001) sorvattujen mänty- ja kuusiaihioiden taivutus- ja puristuskokeissa puuaineen iän kasvulla oli positiivinen vaikutus lujuuteen ja kimmoisuuteen. Testatun männyn ja kuusen taivutuslujuus vastasi normaalin suomalaisen sahatavaran taivutuslujuutta. Alle 20-vuotiailla mänty- ja kuusiaihiolla havaittiin myös mekaanisten ominaisuuksien, etenkin kimmokertoimen, normaalia voimakkaampi riippuvuus kosteudesta eli pieniläpimittaisen puun mekaaniset ominaisuudet heikkenivät kosteuden kasvaessa tavallista voimakkaammin. Koska kimmokertoimen arvo riippui voimakkaasti puun iästä ja kosteudesta, koneellisessa lujuuslajittelussa, jossa lajitteluperusteena on kappaleen kimmokerroin, parhaiden lujuusluokkien saanto on todennäköisesti pieni lajiteltaessa pieniläpimittaisesta puusta sahattua pienidimensioista puutavaraa. Tämä sisältää ytimen läheltä sahattuna paljon nuorpuuta.

Puuaineen kuiva-tuoretiheys on ensiharvennuspuulla alhaisempi kuin muista hakkuista saatavalla puulla, mutta ero ei ole tehtäillä toimitettavalla puulla niin suuri kuin on arveltu. Hakkilan (1968) metsikkötutkimuksessa kuiva-tuoretiheys oli koko maassa ensiharvennusmännillä 395 kg/m^3 , mäntykuitupuulla keskimäärin 407 kg/m^3 ja mäntysahahakkeella vastaavasti 435 kg/m^3 . Hakkilan (2000) uusissa tehdastutkimuksissa tiheys oli Etelä-Suomessa mäntykuitupuulla ensiharvennuksissa 402 kg/m^3 , muissa harvennuksissa 416 kg/m^3 ja kuusikuitupuulla ensiharvennuksissa 374 kg/m^3 ja muissa harvennuksissa 396 kg/m^3 . Lindbladin ja Verkasalon (2001) hakeanalyysitutkimuksessa Etelä-Suomen männyn tiheys oli ensiharvennuskuitupuulla 404 kg/m^3 ja lajittelemattomalla kuitupuulla 411 kg/m^3 .

3 AJANKOHTAISIA KEHITTÄMISKOHTEITA

Pikkutukin sahaus on aloitettu Suomessa jo 1970-luvulla. Sahapuuläpimittoja on liu'utettu koko ajan alaspäin. Pienpuun sahaus ulottuu nykyisin männillä minimiläpimittoihin 10-13 cm ja kuusella 12-14 cm. Tutkimusluonteisia koesahauksia on tehty monilla tekniikoilla, mm.: 1) perinteinen suorakulmaisten kappaleiden sahaus, 2) trapetsisahaus eli sahataan lappeeltaan tasaisesti kapenevia kappaleita, joista liimataan päät kääntäen levy ja josta sahataan halutunlevyiset kappaleet, 3) saheaihioiden suora profilointi, jossa reunoiltaan yhteensopivista kappaleista liimataan levy ja menetellään tämän jälkeen trapetsisahausmenetelmän tavoin.

Metsäntutkimuslaitoksen Joensuun tutkimuskeskuksen ja VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan yhteishankkeena v. 1999 toteutetussa esiselvityksessä Pienpuualan tutkimus- ja tuotekehitysverkosto todettiin sahayritysten laaja mielenkiinto harvennuspuun käytön lisäämiseen (Boren 2000). Hankkeen sisältö ja päätulokset olivat seuraavat:

1. Laadittiin kattava ehdotuslista niistä toimenpiteistä, joilla pienpuun käyttöä voidaan lisätä ja sen käytön kannattavuutta parantaa.
2. Avustettiin useita pk-yrityksiä ym. toimijoita pienpuuhankkeiden valmistelussa ja suunnittelussa.

3. Valmisteltiin kaksi valtakunnallista verkostohanketta, joissa on mukana sekä yrityksiä, tutkimuslaitoksia, puualan etujärjestöjä että oppilaitoksia.
 - Puuhun perustuvien piha- ja ympäristörakentamisjärjestelmien kehittäminen.
 - Harvennumännyn hankinnan ja sahauksen kehittäminen.
4. Tehtiin ehdotus viiden muun hankekokonaisuuden suunnittelemiseksi.
5. Tiedottamisen ja kontaktien solmimisen avulla lisättiin pk-yritysten ym. maakunnallisten toimijoiden tietoisuutta Metsäntutkimuslaitoksesta, VTT:stä ja Teknisen puun klinikasta sekä niiden tutkimus- ja tuotekehitystoiminnasta.
6. Pienpuun tutkimustietoa ja teknologian siirtoa yrityksiin ja maakunnallisille puualan toimijoille jatketaan Metsäntutkimuslaitoksen Joensuun tutkimuskeskuksessa Puutuotealan osaamiskeskuksen teema-alueella Puunkäytön laaja-alastaaminen.

4 TOTEUTETTUJA JA KÄYNNISSÄ OLEVIA HAVUPIENPUUN MEKAANISEEN PUUNJALOSTUKSEEN LIITTYVIÄ TUTKIMUS- JA KEHITTÄMISHANKKEITA

Tutkimuslaitoshankkeita:

- ARVOPUU-hanke – Pohjois-Savon metsäkeskus
- Esiselvitys pienpuun tutkimus- ja tuotekehitysverkoston (PTT) perustamisen tarpeellisuudesta – Metsäntutkimuslaitos, Joensuu
- Harvennumännyn hankinnan ja sahauksen kehittäminen: 1) Harvennumännyn tukkikertymä, korjuun tuottavuus ja lyhyttukkitekniikka, Metsäntutkimuslaitos, Joensuu, 2) Harvennumännyn sahaus, tuotteet ja kannattavuus ja lyhyttukkitekniikka, VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
- Kuituraaka-aineen laatu ja tuotos ojitetuissa suometsissä – Helsingin yliopisto; Metsäntutkimuslaitos, Vantaa; Oy Keskuslaboratorio KCL
- Käyttöpuun ja sen jakauman kuvaus tulevia hakkuumahdollisuuksia arvioitaessa – Metsäntutkimuslaitos, Joensuu
- Laatu puuta jatkojalostajille – Lapin metsäkeskus
- Liimalevyn valmistukseen soveltuvan sahatavaran saanto harvennumännillä – Länsi-Lapin ammatti-instituutti
- Modifioidun puun reaktiomekanismit: 1) Puun pikakuivaus, 2) Puun lämpökäsittely, 3) Puun mäntyöljykyllästys; VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
- Ojitettujen turvemaiden puutavaran laatu ja arvo tuotelähtöisessä metsäteollisuudessa – Metsäntutkimuslaitos, Joensuu
- Pieniläpimittaisen puun hyödyntäminen liimapuuna: 1) Raaka-ainevarat, Jaakko Pöyry Consulting Oy, 2) Tuotespesifikaatiot, Arkkitehtitoimisto P&P Manner, Jaakko Pöyry Consulting Oy, 3) Puuraaka-aineen ominaisuudet ja simuloinnit, VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
- Pieniläpimittaisen puun sahaus – VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka

- Pohjoiskarjalaisen huonekaluteollisuuden raaka-aineen hankinnan toimintamallit – Joensuun yliopisto
- Puunkäytön laaja-alastaminen – Metsäntutkimuslaitos, Joensuu
- Puuraaka-aineen laadunhallinta massateollisuudessa: 1) Kuitupuun laatu vaihtelu ja lajitteluperusteet, Metla, Vantaa, 2) Kuitupuun lajittelu ja mittaus puunhankinnan ja puunkäsittelyn yhteydessä; Finntech Ltd., Metsäteho Oy, VTT Energia
- Puuston ominaisuuksien ja raaka-aineen tuotantoketjujen prosessilähtöinen hallinta: 1) Runkopankkiprototyyppi - puustotietovarasto puunhankinnan ohjaukseen, 2) Runkojen ja leimikoiden käyttöominaisuudet, 3) Leimikoiden korjuuohjelman ja apterausvaihtoehtojen optimointi, 4) Puunhankinnan kustannusten kohdistaminen tavaralajeille – Metsäteho Oy
- Puuteollisuuden kilpailukyvyyn parantaminen piha- ja ympäristörakentamisessa arvoketjua kehittämällä ja kansainvälistymällä – Helsingin kauppakorkeakoulu, Markkinoinnin laitos
- Pyöreän puun öljykuivaus, -kyllästys ja -värjäys – VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
- Rajanveto aines- ja energiapuun välillä – Jaakko Pöyry Consulting Oy, Joensuun yliopisto
- Suomalaisen pienpuun soveltuvuus EWP-tuotantoon – Metsäntutkimuslaitos, Joensuu

Yrityshankkeita:

- Aihioehtoan kehityshanke – Artowood Oy
- Avoin puuelementtjärjestelmä – Woodfocus Oy
- Esiselvitys luonnon- ja/tai öljykylästetyn puun kuumakuivauksesta/ lämpökäsittelystä – Airia Oy
- Honkaprosessi 2001 – Honkarakenne Oyj
- Iisalmen Sahat Oy:n jatkojalostusstrategia – Iisalmen Sahat Oy
- Jatkojalostustoiminnan kehittäminen - Ulea Oy
- Kartiosahausmenetelmä ja kartiomaiset puutuotteet – Kartiotuote Kartiopalkki
- Kerrospaneelin tuotteistaminen ja tuotannon käynnistämisen valmistelu – Oulun Puuteollisuuskonsultit Oy
- Kerrospaneeliprojekti – North 3-TEC Oy
- Koivu- ja mäntyliimalevyn sekä niiden jatkojalosteiden tuotekehityshanke – Parlatuote Oy
- Kolmikerroslevytehdas Suomeen – Visuvesi Oy
- Kolmikerrosliimalevyjaloste – Timberwise Oy
- Korkealaatuisten puujatkojalosteiden tuotteistaminen uusilla vientimarkkinoilla – Interpuu Oy – Interpole Ltd
- Kuviopanelointijärjestelmän esiselvitys – Lopen Rakennuspuu Oy
- Liimalevyn valmistukseen soveltuvan männyn kertymä harvennushakkuissa Suomenselän alueella – Karstulanseudun Kehitysyhtiö Oy

- Liimapuun runko- ja komponenttitekniologia – Kestopalkki LPJ Oy
- Liimatusta puusta valmistettu runkojärjestelmä – Pyhännän Puu-Top Oy
- Lämpökäsittelyyn puun hyödyntäminen eri tuotteissa – Tervastaso Oy
- Menetelmä ja laitteisto puun lämpökäsittelyä varten – Oy Lunawood Ltd
- Ohuen liimalevyn valmistusmenetelmän kehittäminen – Joint Capital Oy SolWo Ltd.
- Ohutlamellivalmistuksen kehittäminen ja jatkojalostus – Lamwood Oy
- Olavi Räsänen Oy:n lautaparketin välisäletutkimus – Olavi Räsänen Oy
- Ovien tuotantotekniologian kehittäminen – Viitapuuh Oy
- Pienimittaisesta harvennuspuiden valmistetun raaka-aineen tuotekehitys ja markkinaselvitysprojekti – Loggister Oy
- Pienpuun hyödyntämiseen ja nopeaan kuivaustekniologiaan perustuvan koetehtaan suunnittelu ja käynnistäminen (TERAKE III) – Incap Furniture Oy
- Pienpuun sahaus aihioiksi huonekaluteollisuudelle – Stammholz Oy
- Pienpuun teollinen hyödyntäminen – Domiratek Oy
- Pienpuun teollinen hyödyntäminen – Valdetec Oy
- Precut/esikatkaistujen puurakenneseosten valmistuslinjan, valmistustekniologian ja jakelu/keräilyjärjestelmän kehittäminen – Puukeskus Oy, Oulu
- Profiloitujen puuraaka-aineiden tutkimus- ja tuotekehitysprojekti – Vakepro Oy
- Puurakenteinen kevytrimaverhousjärjestelmä – KR-Form Oy
- Sahatavaran jalostuksen liiketoiminnan kehittäminen – Lappipaneli Oy
- Sahatavaran jalostuksen liiketoiminnan kehittäminen – Pölkkyy Oy
- Sahatavaran jatkojalostus – Keitele Teollisuuspuu Oy
- Sahatavaran jatkojalostus – Kuhmo Oy
- Suomalaisen lehti- ja pienpuun lämpökäsittely ja käyttökohteet – HJT-Holz Oy
- Tikun valmistusprosessin automatisointi ja valmistuksessa syntyvän jätteen tuoteistus ja markkinointi – Palga Woodstick Oy
- Uuden vuosituotannon lamellihirsi – Finnlamelli Oy
- Vaneripurilaan hyödyntäminen valaisinpylväänä – Stahlsund Oy
- Vientikilpailukykyyn parantamiseen ja tuotteiden jalostusarvon lisäämiseen tähtäävä toiminnankehittämisohjelma – Parlatuote Oy

5 KIRJALLISUUTTA

Bendtsen, B. A. 1978. Properties of wood from improved and intensively managed trees. *Forestry Products Journal* 28 (10): 61-72.

Boren, H. 2000. Pienpuun käytön lisääminen mekaanisessa puunjalostusteollisuudessa. Esiselvityksen loppuraportti. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 761. 58 s.

Boren, H. 2001. Factors affecting the knottiness, twisting and mechanical properties of round and sawn timber of Scots pine (*Pinus sylvestris*) and Norway

- spruce (*Picea abies*) from thinnings in Southern Finland. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 807. 164 s.
- Hakala, H. 1992. Mäntytukkien sahauksen järeyden mukainen taloudellinen tulos ja siihen vaikuttavia tekijöitä. Acta Forestalia Fennica 226. 74 s.
- Hakkila, P. 1968. Geographical variation of some properties on pine and spruce pulpwood in Finland. Seloste: Eräitten mänty- ja kuusipaperipuun ominaisuuksien maantieteellinen vaihtelu Suomessa. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 66 (8): 1-60.
- Hakkila, P. 2000. Kuitupuun laadun vaihtelu ja lajitteluperusteet. Harvennuspuiden jalostusketju. Metsäteho Oy:n seminaari. Tikkurila 8.-9.2.2000. Esitelmäkalvot. 30 s.
- Hakkila, P., Kalaja, H. & Saranpää, P. 1995. Etelä-Suomen ensiharvennusmänniköt kuitu- ja energialähteenä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 582. 93 s.
- Haygreen, J. G. & Bowyer, J. L. 1989. Forest Products and Wood Science. Second Edition. Iowa State University. 500 s.
- Kuitto, P.-J., Keskinen, S., Lindroos, J., Oijala, T., Rajamäki, J., Räsänen, T. & Terävä, J. 1994. Puutavaran koneellinen hakkuu ja metsäkuljetus. Metsätieteen tiedotus 410. 38 s.
- Lindblad, J. & Verkasalo, E. 2001. Teollisuus- ja kuitupuuhakkeen kuiva-tuoretiheys ja painomittauksen muuntokertoimet. Metsätieteen aikakauskirja - Folia Forestalia 3/2001: 411-431.
- Metinfo 2001. Kanava tutkittuun metsätietoon ja asiantuntijapalveluihin. <http://www.metla.fi/metinfo>.
- Ranta-Maunus, A. (ed.) 1999. Round small-diameter timber for construction. Final report of project FAIR CT 95-0091. VTT publications 393. 191 s. + liitteet 19 s.
- Sauter, U. H., Mutz, R. & Munro, B. D. 1999. Determining juvenile-maturewood transition in Scots pine using latewood density. Wood and Fiber Science 31 (4): 416-425.
- Senft, J. F., Quanci, M. J. & Bendtsen, B. A. 1986. Property profile of 60-year-old Douglas-fir. In: Juvenile wood – What does it mean to forest management and forest products? Journal of the Forest Products Research Society, Proceedings 47309.

Stöd, R. 2000. Ensiharvennuskuusikoiden ja –männiköiden ulkoinen laatu ja pyöreän rakennuspuun kertymä. Metsäteknologian ja puutalouden pro gradu. Joensuun yliopisto. Metsätieteellinen tiedekunta. 67 s. + liitteet 18 s.

Vuokila, Y. 1976. Ensiharvennuskertymä. Folia Forestalia 264. 12 s.

PIENPUUN KÄYTTÖ JALOSTUKSESSA

Erikoistutkija Jorma Fröblom
VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
PL 1806, 02044 VTT
puh. (09) 456 5490, faksi (09) 456 7027, jorma.froblom@vtt.fi

1 PIENPUUN JALOSTUSTA – MUTTA MINKÄLAISTA?

Pienpuun käytön ja jalostuksen mahdollisuuksia on tutkittu useassa Tekesin teknologiaohjelmassa. Vuosina 1993–1998 toteutetun Bioenergian teknologiaohjelman päämääränä oli kehittää uusia teknologiaratkaisuja biopolttoaineisiin. Harvennuspuuhun ja energiapuuhun liittyviä tutkimuksia ohjelmassa olivat mm.:

- energia- ja ainespuun korjuu taimikonhoidon ja ensiharvennuksen yhdistelmässä
- energiapuun korjuu taimikon harvennuksen yhteydessä
- ensiharvennuspuun hyödyntäminen
- harvennuspuun automaattisen nippukorjausharvesterin kehittäminen
- integroidun puunkorjuun harvennushakkuumenetelmä
- karsimattoman puun korjuu ensiharvennuksilta
- pienpuun karsinta–kuorinta
- pienpuun keräilykaatoon perustuvan harvennuskoneen kehittäminen
- polttopuun korjuun kehittäminen metsänomistajien tekemissä ensiharvennuksissa
- yhdistelmäkoneen kehittäminen pienpuun korjuuseen sekä ensiharvennukseen

Puuenergia 1999–2003 -teknologiaohjelmassa kehitetään metsähakkeen tuotantoa sekä parannetaan puupolttoaineen laatua. Ohjelmassa on tähän mennessä aloitettu kolme pienpuuhun liittyvää hanketta:

- PUUT04 Ensiharvennusten korjuuolot, niiden vaikutus korjuumenetelmien kokonaistalouteen ja parantamismahdollisuudet (Matti Sirén, Metsäntutkimuslaitos).
- PUUY01 Menetelmä nuorten metsien harvennuksen (Jarmo Hämäläinen, Metsäteho Oy).
- PUUT06 Ensiharvennuspuun hyödyntäminen (Raimo Alén, Jyväskylän yliopisto).

Pienpuun jalostusta tutkittiin myös Harvennuspuun tuotelähtöinen jalostusketju HARJU –hankkeessa vuosina 1996 – 1998. Ohjelman tavoitteena oli, että tulevaisuudessa harvennuspuusta voitaisiin valmistaa tuotteita, jotka olisivat kilpailukykyisiä ja harvennuspuun käyttö teollisuuden raaka-aineena olisi nykyistä selvästi

Taulukko 1. Harvennuspuun tuotelähtöinen jalostusketju 1996-1998 -hankkeeseen liittyvät tutkimukset.

Nimi	Kesto	Vastuu-organisaatio	Vastuuhenkilö
Kuitupuun laadun vaihtelu ja lajitteluperusteet	96-98	Metla	Pentti Hakkila
Varastolaho, esiintyminen ja vaikutukset	97-98	Sunila Oy	Mikko Karppelin
Harvennushakkuun ja rakeistetun tuhkan levityksen integrointi ja logistiikka	99-00	Joensuun yliopisto	Lauri Sikanen
Hakkuukonekaluston kehittäminen nuoren metsän kunnostukseen	96-98	Mefor Oy	Uolevi Oristo
Logbear FP4000 -yhdistelmäkone	97	Logbear Ltd	Håkan Stenman
Pinomäki Ky:n yhdistelmäkone	95-96, 98-99	S. Pinomäki Ky	Sakari Pinomäki
Moipu-yhdistelmäkoura	97-99	Velj. Moisio Oy	Juha Moisio
Nisula Oy:n yhdistelmäkone	96-97	S & A Nisula Oy	Seppo Nisula
Kokoojauralle kuljettava hakkuukone	97	Jyväskylän teknologia-keskus Oy	Jukka Akselin
Harvennuspuun terminaali- ja tehdaskäsittelyn kehittäminen	97-98	Metsäteho Oy	Kaarlo Rieppo
Mecamat Oy:n pienpuun sahaus-ratkaisu	97-98	Mecamat Oy	Matti Lammi
Mini-Repsikka -pienpuun sahaus-ratkaisu	98-99	Maansiirtoliike A. Väisänen Oy	Asko Väisänen
Yhdistelmäkoneet harvennus-hakkuussa	99-01	Metsäteho Oy	Kaarlo Rieppo
Harvennusharvesterit - teknis-taloudellinen tarkastelu	99-01	Työtehoseura ry	Seppo Ryyänen
Korjuuvaihtoehtojen kokonaistalous ja erikoiskoneiden hyödyntäminen ensiharvennuksissa	99-01	Metla	Matti Sirén

kannattavampaa sekä kehittää harvennuspuun jalostusketjua. Hankkeeseen liittyvät tutkimukset on esitetty taulukossa 1.

Vuosina 1996–1998 toteutetun EU-projektin Round small-diameter timber for construction kokonaislaajuus oli 10 Mmk, josta Suomen osuus oli 4 Mmk. Projektissa tutkittiin pyöreän pienpuun rakenteellista ja ei-rakenteellista käyttöä. Tulokset on esitetty julkaisussa VTT Publications 383 (Ranta-Maunus 1999).

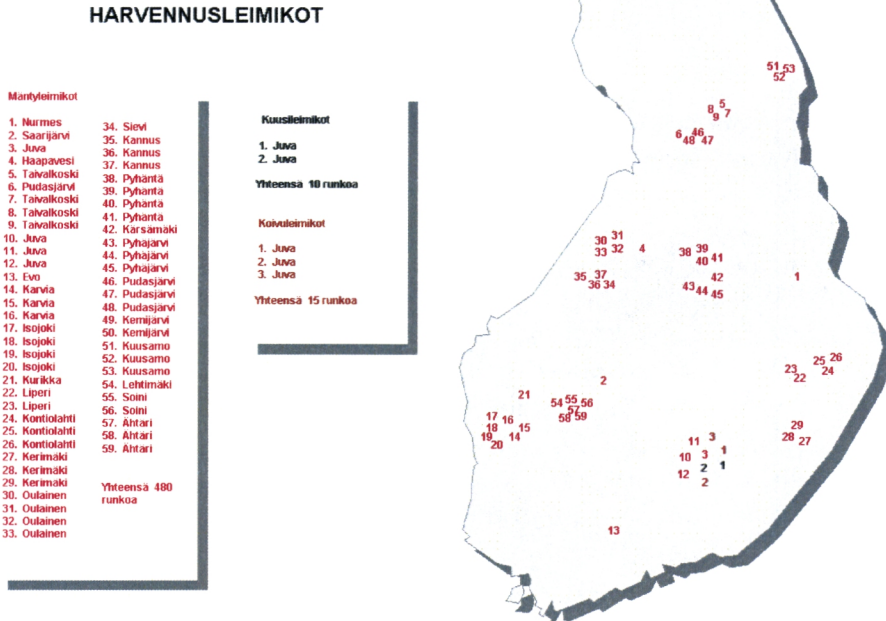
Tukista tuplasti –tutkimusohjelmassa on vuosina 1997–2000 ollut 10 pienpuuhun liittyvää hanketta, joiden kustannusarvio on ollut yhteensä 10 Mmk. Seuraavassa on lueteltu käynnistyneet projektit ja projektien vastuutahot:

- pieniläpimittaisen puun hyödyntäminen liimapuuna (VTT)
- pyöreän puun öljykuivaus, -kyllästys ja värjäys (VTT)
- esiselvitys pienpuun tutkimus- ja tuotekehitysverkoston (PTT) perustamisen tarpeellisuudesta (Metsäntutkimuslaitos)
- pienimittaisesta harvennusuudesta valmistetun raaka-aineen tuotekehitys ja markkinaselvitysprojekti (Loggist Oy)
- pienpuun teollinen hyödyntäminen (Domiratek Oy, Valdetec Oy)
- kolmikerrosliimalevyjaloste (Timberwise Oy)
- koivupienpuun käyttö huonekaluteollisuudessa (Niemen Tehtaat Oy)
- kuitukoivun sahaaminen huonekaluteollisuuden käyttöön (Kaivospuu Oy)
- pienpuun hyödyntämiseen ja nopeaan kuivausteknologiaan perustuvan koe-
tehtaan suunnittelu ja käynnistäminen (TERAKE III) (Incap Furniture Oy)
- pienlehtipuun jalostus asiakaskohtaisiksi aihioiksi (Kuomion Saha Oy)

Metsäalan tutkimusohjelmassa 1998–2001 VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka on ollut mukana yhteistutkimushankkeessa, jossa selvitettävänä asioina ovat harvennushäntymän tukkikertymä, korjuun tuottavuus ja lyhyttukkitekniikka (Metsäntutkimuslaitos, Joensuun tutkimuskeskus) sekä harvennushäntymän sahaus, tuotteet ja lyhyttukkitekniikka (VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka).

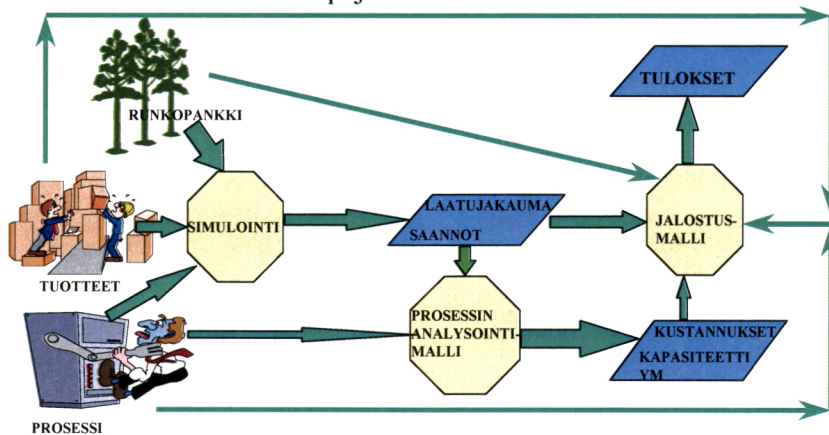
2 PIENPUUN JALOSTUKSEN ANALYSOINTI

Metsäalan tutkimusohjelmaan liittyvässä hankkeessa tutkittava aineisto koostuu 40 harvennushäntyleimikosta, joista on kerätty yhteensä 200 mäntyrunkoa. Sahat ovat valinneet omalta puunhankinta-alueeltaan kahdeksasta leimikosta sellaisia runkoja, jotka laadun ja muodon puolesta edustavat hyvin ao. sahoilla kysymykseen tulevaa puuraaka-ainetta. Läpisaatuista viipaleista tukkien/runkojen rekonstruointi muodostuu: 1) tukkien sahausesta ohuiksi 20 mm:n viipaleiksi, 2) viipaleiden mittauksesta - sahauspinnan geometrinen muoto, oksatiedot ja muut viat - jotta viipaleen numeerinen esittäminen on mahdollista, 3) tukkien konstruointimallista, joka on kehitetty, jotta numeerisesti muodostetuista viipaleista voidaan muodostaa "virtuaalinen tukki", 4) "virtuaalisen rungon" muodostamisesta "virtuaalisista tukeista". Kuvassa 1 on esitetty VTT:n harvennushäntyleimikoista tähän mennessä kerättyyn runkopankkiin kuuluvien leimikoiden sijainnit; Metsäalan tutkimusohjelman hankkeessa tutkitut leimikot ovat numerot 14-53.



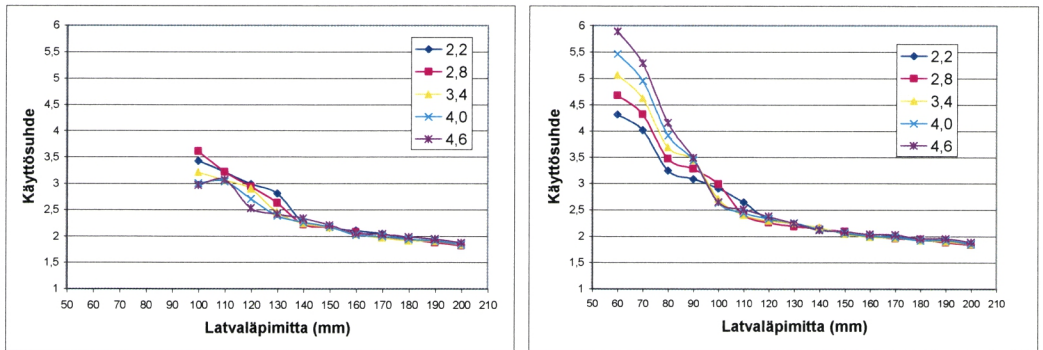
Kuva 1. VTT:n runkopankin harvennusleimikot. Metlan ja VTT:n yhteistutkimuksen mäntyleimikot ovat numerot 14-53.

Tutkimuksessa käytetään laskentajärjestelmää, jonka avulla analysoidaan erilaisten sahatavaran jatkojalostusstrategioiden ja tuotteiden kannattavuutta. Analysointijärjestelmä muodostuu prosessin analysointimallista ja jalostusmallista. Mallijärjestelmä koostuu yksittäisten jalostusvaiheitten, osaprosessien kuvauksista. Jalostuksen analysointimallin periaate on esitetty kuvassa 2. Pienpuun jalostuksen analysoinnissa hyödynnetään olemassa olevaa tietokantaa leimikoista. Runkopankkiaineiston ”virtuaalisilla” tukeilla voidaan simuloida eri sahausvaihtoehtoja ja laskea esimerkiksi saannot ja laatujaumat sekä mahdollisesti valmistuskustannukset ja kokeilla vaihtoehtoisia toimintatapoja.



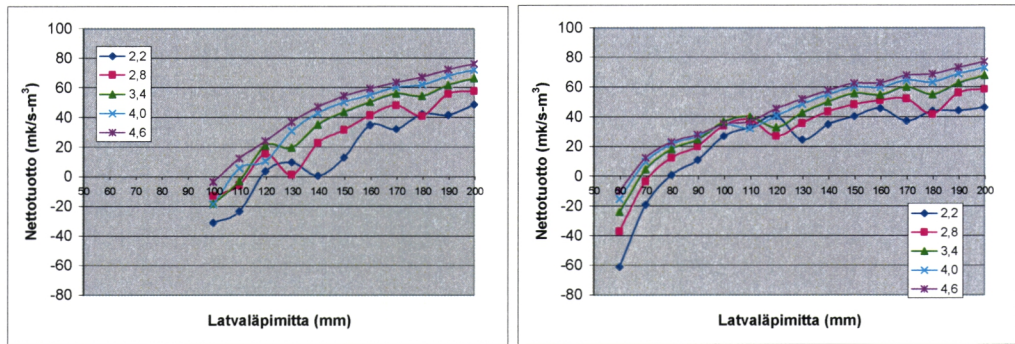
Kuva 2. Kaaviokuva jalostuksen analysointimallista.

Käyttösuhde sahausessa riippuu tukkien latvaläpimitasta, pituudesta ja muodosta. Yleisesti voidaan sanoa, että varsinkin tukin pienissä latvaläpimitaluokissa käyttösuhde on sahatavaradimensioilla sitä suurempi, mitä lyhyempiä tukkeja sahataan. Eri tukkipituuksien välillä olevat erot käyttösuhteessa tasoittuvat, kun latvaläpimita kasvaa (kuva 3).



Kuva 3. Esimerkki männyn sahausksen käyttösuhteesta latvaläpimitan ja tukin pituuden funktiona. Vasemmanpuoleinen kuva koskee sahatavaradimensioita ja oikeanpuoleinen kuva aihiodimensioita. Eri viivat kuvaavat eri tukkipituuksia.

Pienpuun sahausksen nettotuoton (mk/sahattu-m^3) riippuvuutta latvaläpimitasta ja tukin pituudesta havainnollistetaan sahatavara- ja aihiodimensioilla kuvassa 4. Laskelmissa on oletuksena, että tukin tehdashinta on 200 mk/m^3 , hakkeesta maksettava hinta 200 mk/m^3 ja tuotteiden keskihinta 700 mk/m^3 . Sahausksen nettotuotto on sekä sahatavara- että aihiodimensioilla sitä pienempi, mitä lyhyempiä tukkeja sahataan. Latvaläpimitan kasvaessa sahausksen nettotuotto kasvaa. Verrattuna aihiodimensioihin sahausksen nettotuotto on sahatavaradimensioilla tietyllä latvaläpimitalla selvästi pienempi. Annetuilla lähtöarvoilla laskettaessa nettotuoton nollapiste on lyhyimmällä, 2,2 m:n tukkipituudella noin latvaläpimitassa 80/120 mm (aihio/sahatavara) ja pisimmällä, 4,6 m:n tukkipituudella vastaavasti latvaläpimitassa 70/110 mm. Edellä esitettyjen lähtöarvojen lisäksi tulokseen vaikuttavat sahauskustannusten jako kahteen komponenttiin: vakioon tuotekuutiota kohden sekä syntyvästä tuotemäärästä riippuvaan osaan. Jälkimmäinen osa vaikuttaa ratkaisevasti tulokseen huonontaen lyhyiden tukkien sahausksen kannattavuutta.



Kuva 4. Esimerkki männyn sahausksen nettotuotosta tukin latvaläpimitan funktiona (oikealla sahatavaradimensiot, vasemmalla aihiodimensiot). Eri viivat kuvaavat eri tukkipituuksia. Oletukset: tukin tehdashinta 200 mk/m³, hakkeen hinta 200 mk/m³, tuotteiden keskihinta 700 mk/m³.

3 ESIMERKKITUTKIMUS PIENPUUN JALOSTUKSESTA LIIMATUIKSI TUOTTEIKSI

3.1 Lähtökohta

Tutkimuksen lähtökohtina olivat Loggist Oy:n kehittämä menetelmä hyödyntää ensiharvennuspuuta puusepän- ja rakenneosateollisuuden esivalmistetuksi raaka-aineeksi ja VTT Rakennustekniikan kehittämällä runkopankilla sekä simulointi- ja optimointijärjestelmillä tehtävät laskennat. Tutkimuksessa hankinta-alueen leimikoista valittiin tyyppirunkoja, joista VTT:n mittausmenetelmällä muodostettiin runkotietokanta. Simulointi- ja optimointimalleilla laskettiin puuraaka-aineen muuntumista valmistusprosesseissa tuotteiksi.

3.2 Tutkimuskokonaisuus

Hanke muodostui neljästä tutkimuksesta: Jaakko Pöyry Consulting Oy:n tekemistä selvityksistä "Ensiharvennuspuun saatavuus liimapuutuotteiden raaka-aineeksi Posiolla ja lähikuntien alueella" ja "Harvennuspuuhun perustuvan liimapuuhankkeen alustava markkinaselvitys"; Arkkitehtitoimisto P&P Mannerin tekemästä selvityksestä "Liimatun puuraaka-aineen käyttömahdollisuudet ja tuotespesifikaatiot" ja VTT Rakennustekniikan tutkimuksesta "Puuraaka-aineen ominaisuudet ja simuloinnit". VTT Rakennustekniikka toimi koko projektin koordinaattorina. Tutkimus kuului Tekesin Tukista tuplasti -teknologiaohjelmaan.

3.3 Tutkimuksen sisältö ja vaikutukset

Tutkimuksessa selvitettiin Loggist Oy:n tuotteelle valmistusprosessivaihtoehdot sekä tehtiin toimintasuunnitelmaan liittyen mm. investointi- ja kannattavuuslaskelmat. Tässä määritettiin optimaaliset, puuraaka-aineeseen mahdollisimman hyvin sopivat tuotteet ja laadittiin ohjeet tuotelähtöiselle sahaukselle. Optimoinneissa saatiin mm. seuraavia tuloksia:

- Tuotteiden saannot kasvoivat noin 6 %, kun tukkipituutta lyhennettiin 3000 mm:stä 1800 mm:iin.
- Tukkipituutta lyhennettäessä välituotteista laskettu keskimääräinen tuotannon arvo lisääntyi tuotekuutiometriä kohden 320 mk ja tukkikuutiometriä kohden 200 mk. Arvot tuote- ja tukkikuutiometriä kohden laskettiin siten, että tehtyjen tuotteiden markkamääräinen hinta jaettiin tuote- ja tukkikuutiometreillä. Välituotteiden hinnat johdettiin suoraan liimatun lopputuotteen hinnasta.
- Leimikkokohtaisesti 1800 mm:n tukkipituudella saadut keskimääräiset saantoarvot vaihtelivat 10 %-yksikköä, 2500 mm pitkällä tukeilla 13 %-yksikköä ja 3000 mm:n tukeilla 12 %-yksikköä. Saantojen keskiarvot olivat 46/44/42 % tukkipituuksilla 1800/2500/3000 mm.

Tutkimuksessa tehtiin hyödyntäjäyritykselle:

- Uusi toimintakonsepti ja malli harvennuspuun hyödyntämiseksi.
- Liiketoimintasuunnitelma ja perusteet tuotannollisen toiminnan käynnistämiseksi.
- Selvitys kolmen hankinta-alueen puuraaka-aineen tuotesaannoista ja sopivuudesta liimapuun valmistukseen.

Lisäksi tutkimuksessa osoitettiin, miten puuraaka-ainevaroja voidaan hyödyntää entistä tarkoituksenmukaisemmalla ja lisäarvoa tuottavalla tavalla sekä saadaan luotua uusia työpaikkoja maaseudulle. Loggist Oy on käyttänyt tutkimuksessa saatuja tuloksia omassa patentoidussa tuoteideassaan.

4 KIRJALLISUUTTA

Ranta-Maunus, A. (ed.) 1999. Round small-diameter timber for construction. Final report of project FAIR CT 95-0091. Technical Research Centre of Finland. VTT Publications 383. 191 s. + liitteet 19 s.

HAVUPIENPUUN KERTYMÄT JA LAATU ERITYYPPISISSÄ HAKKUUKOhteissa

Vanhempi tutkija Tapio Wall
Metsäntutkimuslaitos, Joensuun tutkimuskeskus
PL 68, 80101 Joensuu
puh. (013) 251 4141, faksi (013) 251 4111, tapio.wall@metla.fi

Harvennuspuun käyttöön sahateollisuuden raaka-aineena liittyy monia raaka-ainelähtöisiä ongelmia. Hyviä metsänhoidollisia periaatteita noudattavassa ala- tai laatuharvennuksessa poistetaan metsikön huonolaatuisimpia puita, joiden rungon ja puuaineen ominaisuudet ovat epäedullisia tukin sahauksen kannalta. Poistettavat puut ovat pieniä, monivääriä, lenkoja, mutkaisia, ja sisältävät usein myös lylyä. Ulkoiseen laatuun vaikuttavat myös kuiva-, tuore- ja laho-oksien paksuus ja sijainti, kuiva- ja tuoreoksarajat, korot ja tervasroso sekä ranganvaihdot. Rungon poikkileikkauksen epäpyöreys alentaa myöskin ulkoista laatua.

Harvennuspuun kertymistä ja oikeasta apteerauksesta ei ole saatavilla tarkkoja tietoja. Korkeat korjuu- ja kuljetuskustannukset sekä korkeat käsittelykustannukset sahalla eivät ole ainakaan myötävaikuttaneet harvennuspuun käyttöön puutuoteteollisuuden raaka-aineena. Vuonna 1997 tehdyn ensiharvennusmänniköiden ja -kuusikoiden laatu- ja kertymäinventointien mukaan puissa esiintyy Etelä-, Itä- ja Länsi-Suomessa taulukossa 2 esitettyjä vikoja (Stöd 2000). Harvennuspuun ominaisuuksien kartoitusta on jatkettu v. 2000 harvennusmännyn ulkoisen ja sisäisen laadun selvittämiseksi.

Taulukko 2. Ulkoisten vikojen esiintyminen harvennusmänniköiden ja -kuusikoiden rungoissa Etelä-, Itä- ja Länsi-Suomessa, vikaisten puiden osuudet runkoluvusta (Stöd 2000).

Vika, osuus rungoista, %	Ensiharvennus		Väljennys
	Mänty	Kuusi	Mänty
Monivääriä	69	54	16
Mutka	9	10	16
Tyvilenko	24	37	52
Lenko	19	16	16
Ranganvaihto	24	11	16
Poikaoksa	12	2	5
> 30 mm oksa	11	1	27
Muut	5	6	2
Ei vikoja	7	10	11
Tuoreoksaosuus (%)	10	23	-

Taulukko 3. Vikaisten puiden osuudet ensiharvennumänniköissä ja –kuusikoissa runkoluvusta uudistamistavoittain (Stöd 2000).

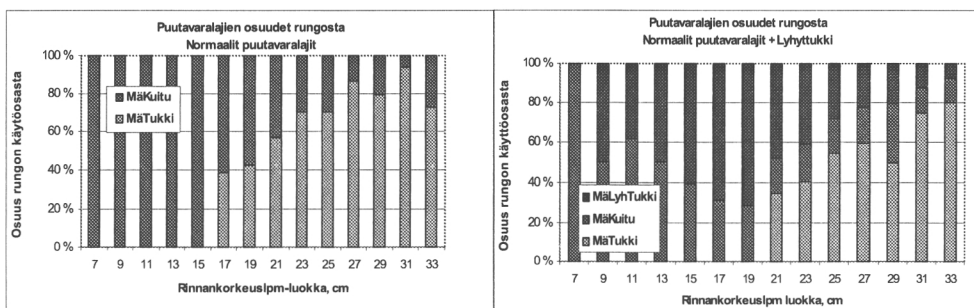
Vika, osuus rungoista, %	Mänty		Kuusi	
	Viljely	Luontainen	Viljely	Luontainen
Moniväärä	70	67	59	46
Mutka	8	10	11	7
Tyvilenko	27	20	32	44
Lenko	18	21	17	15
Ranganvaihto	23	24	14	5
Poikaoksa	13	10	7	1
> 30 mm oksa	13	8	0	1
Muut	9	5	4	9
Terveksaosuus (%)	11	8	23	22

Ulkoisten vikojen esiintyminen vaihtelee tilastollisesti merkitsevästi maan eri osien, veroluokkien, kasvupaikkatyyppien ja uudistamistapojen välillä (taulukko 3).

Harvennuspuun puutavaralajikertymiin vaikuttavat leimikon puuston kehitysluokka, läpimittajakauma, harvennusintensiteetti ja runkoluku. Eri puutavaralajien kertymien suhteisiin vaikuttavat käytettävien puutavaralajien mitat ja apteeraus, jota ohjaavat eri puutavaralajien arvosuhteet leimikon ostajalla. Perinteisesti harvennusleimikoista ei ole hakattu kuin kuitupuuta ja mahdollisesti myös tukkia normaaleilla mitoilla.

Puunjalostustekniikan kehittyessä pieniläpimittainen harvennuspuu on löytänyt tiensä myös sahojen tukkikentille. Puutavaralajeista on käytetty yleisinä termeinä "pikkutukkia" ja "parrua". Näitä on korjattu sekä pääte- että harvennushakkuilta. Uutena puutavaralajina on tullut normaalia lyhyempi ja pieniläpimittäisempi "lyhyttukki", joka voi olla pituudeltaan esimerkiksi 25-31 dm ja pölkyn minimiläpimitta jopa 10 cm. Tukkipituutta lyhentämällä voidaan kompensoida harvennettävien puiden mutkaisuutta, lenkoutta ja muita vikaisuuksia sekä hyödyntää entistä paremmin rungon terveksainen osa. Lyhentämällä tukkipituutta voidaan siis lisätä tuntuvasti sahauskelpoisen puutavaran määrää.

Metlan Joensuun tutkimuskeskuksessa tehtiin syksyllä 2000 korjuututkimus, jossa neljän männikön harvennuksessa hakattiin kuitu- ja tukkipuun lisäksi ns. lyhyttukkia. Korjuukustannusten selvittämisen ohella kerättiin hakkuukoneelta runkojen STM-data pölkkytietojen ja kertymien selvittämiseksi. Korjuukokeet tehtiin VT-männiköissä ensiharvennus- ja väljennyshakkuilla käsiteltävissä metsissä. Kuvissa 5a ja 5b on esitetty puutavaralajien osuudet rungon käyttöosasta rinnankorkeusläpimittaluokittain sekä normaaleilla puutavaralajeilla että edellisten lisäksi lyhyttukilla hakatuista kohteista.



Kuvat 5a ja 5b. Lyhyttukin vaikutus puutavaralajikertymiin rinnankorkeusläpimittaluokittain harvennuskäytöksissä. Vasemmalla rungot on apteerattu normaaleiksi puutavaralajeiksi (mäntytukki, mäntykuitupuun), oikealla apterauksessa on ollut mukana lisäksi lyhyttukki.

Lyhyttukin ottaminen mukaan korjuuohjelmaan pienensi kaikissa läpimittaluokissa kuitupuun kertymää keskimäärin 29 dm³/runko ja lisäksi normaalin tukkipuun kertymää 46 dm³/runko. Mäntytukin kertymäosuus pieneni erityisesti läpimittaluokissa 17 cm ja 19 cm n. 40 %-yksikköä ja mäntykuidun kertymäosuus läpimittaluokissa 9-15 cm 40-60 %-yksikköä. Ensiharvennuksissa tämä tarkoitti siirtymää n. 25-30 m³/ha ja väljennyksissä n. 20-25 m³/ha muista puutavaralajeista lyhyttukin kertymään. Kokeessa käytetyt lyhyttukin pituudet olivat 26 dm ja 31 dm ja latvaläpimitta 10-20 cm. Lyhyttukkilohkoissa normaali mäntytukki oli pituudeltaan 40-55 dm ja latvaläpimitaltaan vähintään 18 cm. Vertailulohkoissa käytettiin yleisiä männyntukki- ja kuitupuun mittoja. Edellä mainitun kokeen kertymät on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. Puutavaralajien kertymät lyhyttukkitekniikalla neljällä harvennuskäytöksien koeleimikolla.

Ptl	Ensiharvennukset		Väljennykset	
	m ³ / ha	%	m ³ / ha	%
MäTukki	3	5	12	24
MäKuitu	29	50	15	29
MäLyhTukki	26	45	24	47

Esimerkinomaisesta korjuukokeesta voidaan todeta, että ylimääräisen puutavaralajin lisääminen korjuuohjelmaan pienentää leimikkokohtaisesti aina muiden puutavaralajien kertymiä. Leimikon ostajan onkin arvioitava kussakin leimikossa erikseen, miten leimikon arvo voidaan maksimoida hakattavilla puutavaralajien pituus- ja läpimittayhdistelmillä, sillä leimikon läpimittajakauma, puuston laatu, runkoluku ja harvennusintensiteetti vaikuttavat suoraan eri puutavaralajien kertymiin. Männyllä laatua ja kertymää voidaan parantaa seuraavilla toimintatavoilla:

- kasvatustiheys taimikoissa on yli 3000 kpl/ha
- suositetaan kylvöä siellä, missä se on mahdollista
- taimikko perataan 5-7 metrin pituudessa
- ensiharvennus tehdään mahdollisimman myöhään, lisäksi harvennuksen on oltava mieluummin lievä kuin voimakas
- käytetään nykyisiä pienempiä tukkidimensioita

Kuusella laatua ja kertymää voidaan parantaa vastaavasti seuraavilla toimintatavoilla:

- kasvatustiheys taimikoissa on yli 2500 kpl/ha
- vältetään uudistamista kuuselle tyvilahon saastuttamilla alueilla
- käytetään sekapuuna koivua
- taimikko perataan 4-6 metrin pituudessa
- ensiharvennus on mieluummin voimakas kuin lievä
- käytetään nykyistä pienempiä tukkidimensioita

Erikoistuvassa pienpuun sahauksessa on järkevää keskittyä käyttämään suoraan lopputuotelähtöisiä tukin pituuksia ja läpimittoja. Tämä johtaa usein vain yhden tai korkeintaan kahden lyhyen tukkipituuden käyttöön, joiden latvaläpimitta on kapealla sektorilla. Näillä keinoin voidaan kohottaa sahauksen saantoa haluttuja käyttökohteita oletusarvoina pitäen ja samalla parantaa tuotannon taloudellista tulosta.

KIRJALLISUUTTA

Stöd, R. 2000. Ensiharvennuskuusikoiden ja –männiköiden ulkoinen laatu ja pyöreän rakennuspuun kertymä. Metsäteknologian ja puutalouden pro gradu. Joensuun yliopisto. Metsätieteellinen tiedekunta. 67 s. + liitteet 18 s.

HARVENNUSMÄNTY HUONEKALUTEOLLISUUDEN RAAKA-AINEENA

Professori Jori Uusitalo, tutkija Aki Jouhiaho, tutkija Tomi Salo
Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta
PL 111, 80101 Joensuu
puh. (013) 251 3638, faksi (013) 251 3590, etunimi.sukunimi@joensuu.fi

1 JOHDANTO

Massa- ja paperiteollisuus on viime vuosina siirtynyt suuressa määrin bulkkituotannosta erikoispaperituotteiden valmistukseen, jonka seurauksena teollisuus on yhä enemmän kiinnittämässä huomiota raaka-aineen kuituominaisuuksiin. Koska harvennusikäisestä männystä saadaan lähes yksinomaan paperin lujuuden kannalta epäedullisia lyhyitä kuituja, massa- ja paperiteollisuuden kiinnostus ensiharvennusmänniköiden hakkuita kohtaan on vähentynyt voimakkaasti. Samanaikaisesti kiinnostus pienikokoisen mäntypuun käyttöön puun mekaanisessa jalostuksessa on kasvamassa. Pieni kantoraha, uusien sahausmenetelmien käyttö sekä tuoreiden oksien ilmeisen korkea osuus tekevät harvennusmännystä erittäin mielenkiintoisen raaka-ainevaihtoehdon rakennuspuuseppä- sekä huonekaluteollisuudessa - varsinkin kun järeän tukkipuun saatavuudessa näyttää olevan vaikeuksia.

Tältä pohjalta on Joensuun yliopistossa toteutettu tutkimushanke ”Pohjois-karjalaisen huonekaluteollisuuden raaka-aineen hankinnan toimintamallit”. Hanketta rahoittivat Joensuun yliopisto sekä Pohjois-Karjalan liitto, jonka rahoitusosuus koostui maakunnan kehittämisrahasta sekä EAKR-rahasta. Tutkimushankkeessa selvitettiin pienikokoisen, siis pääosin harvennusmetsistä saatavan, männyn soveltuvuutta puuseppänteollisuuden raaka-aineeksi. Alunperin asetettu kokonaistavoite jaettiin hankkeen edistyessä kolmeen osatavoitteeseen, joita koskevat tulokset raportoidaan erikseen. Tässä yhteenvedossa esitetään kahden ensimmäisen osahankkeen keskeisimmät tulokset. Tutkimusten yksityiskohtaiset selostukset löytyvät julkaisuista Salo ja Uusitalo (2001) sekä Jouhiaho ja Uusitalo (2001).

2 ENSIHARVENNUSMÄNNIKÖIDEN TEHDASHINNAN KUSTANNUSRAKENNE

Ensimmäinen osahanke käsittelee ensiharvennusmännyn tehdashinnan kustannusrakennetta. Hankkeessa on kehitetty puunhankintakustannusten teoreettinen las kentamalli, joka mahdollistaa ensiharvennusmänniköiden tehdashinnan kustannusrakenteen analysoinnin vuoden 2000 kustannustason mukaisesti. Mallin avulla on tehty myös vertailuja männiköiden ensiharvennus- ja päätehakkuleimiköiden kustannusrakenteesta. Malli on erityisesti suunniteltu männylle, mutta se soveltuu myös kohtuullisen hyvin kuuselle.

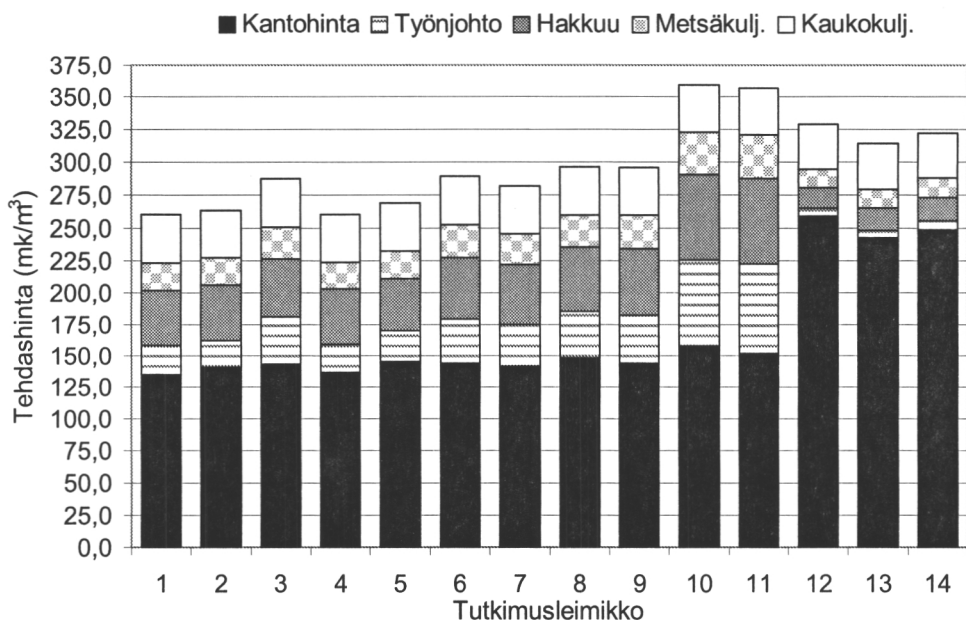
Puunhankintakustannusten teorettinen laskentamalli on Excel-pohjainen sovellus. Laskentamallissa huomioitua kustannustekijät ovat puutavaran kantohinta sekä puunhankinnan työnjohdon, puutavaran hakkuun, metsäkuljetuksen ja kaukokuljetuksen kustannukset. Laskentamalli tuottaa kohdeleimikolle kustannusperusteisen tehdashinnan, joka muodostuu laskentamallin kustannustoimintojen yksikkökustannuksien summasta. Mallin pohjalla on yhteensä 29 erilaista tuottavuus- ja kustannusfunktiota, jotka on yhdistetty toiminnoittain yhdeksi kokonaisuudeksi.

Kehitetyn mallin avulla vertailtiin erityyppisten ensiharvennusmänniköiden ja päätehakkuumänniköiden tehdashinnan kustannusrakennetta. Tutkimusaineiston muodosti 11 ensiharvennusleimikkoa ja 3 päätehakuuleimikkoa Pohjois-Karjalan alueelta. Tutkimusleimikoissa tehtiin kevyt ennakkomittaus Uusitalon (1997) ehdottamalla tavalla ja leimikon runkolukusarja ja harvennuksen teorettinen poistumajakauma estimoitui EMO-ohjelman avulla (Uusitalo ja Kivinen 2000).

Puunhankintakustannusten laskennassa leimikkokohtaisesti vaihtelevat syöttötiedot olivat hakkuupoistuman puutavaralajijakauma pölkkyjen pituustietoineen, puunkorjuun maastoluokka, hakkuutapa sekä hakkuun ja metsäkuljetuksen työaikarakenne. Muut kustannusperusteiseen tehdashintaan vaikuttavat tekijät vakioitiin. Puutavaralajien hintoina käytettiin mäntytukilla 280 mk ja mäntykuitupuulla 85 mk. Tutkimusleimikoiden pinta-alat vakioitiin kahdeksi hehtaariksi. Metsätraktorin keskikuljetusmatkana käytettiin 200 m. Kuormatraktorin puutavaralajeittaisina kuormakokoina käytettiin tukilla 12,8 m³ ja pitkällä kuitupuulla 11,6 m³. Autokuljetuksessa vetoauton ja perävaunun kuormatilan korkeutena käytettiin 2,55 m ja leveytenä 2,35 m. Puutavaran keskipituutena käytettiin 4 m. Puutavarannippuja oletettiin olevan vetoautossa 1 kpl ja perävaunussa 2 kpl. Kaukokuljetusmatkana (yhteen suuntaan) oli 100 km.

Kaikkien leimikoiden tehdashinnan kustannusrakenne on esitetty kuvassa 6. Raaka-aineena pienpuusahaukseen soveltuva ensiharvennusmänty oli tehtaalle toimitettuna selvästi halvempaa kuin normaalista päätehakuuleimikoista saatava tukkipuu (leimikot 12-14), lukuun ottamatta turvemaakohteita (leimikot 9-11). Ensiharvennuskohteiden keskimääräinen tehdashinta oli 293 mk/m³. Suhteellisesti tarkastellen kantohinta oli noin 50 %, työnjohtokustannukset 12 %, hakkuukustannukset 17 %, metsäkuljetuskustannukset 8 % ja kaukokuljetuskustannukset 13 % tehdashinnasta.

Tehdyt analyysit osoittavat, että tehdashinnan kustannusoptimiin päästään suuntaamalla puunhankinta runsaspuustoiisiin harvennuskohteisiin, joissa on hyvä hakkuupoistuma ja poistuman läpimittajakauma koostuu järeistä kuitupuurungoista (läpimittaluokat 13–17 cm), joista ei apteerauksessa saada kallista tukkipuutavaralajia.



Kuva 6. Tutkimusleimikoiden kustannuserusteiset tehdashinnat ja niiden kustannusrakenne (mk/m³).

3 ENSIHARVENNUSMÄNNIKÖIDEN OKSAISUUSLAATU

Osatutkimuksen tavoitteena oli selvittää eri kasvupaikoilta peräisin olevien ensiharvennusmäntyjen oksaisuutta ja soveltuvuutta huonekaluteollisuuden raaka-aineeksi. Tutkimusaineisto antoi mahdollisuuden myös vertailla ensiharvennusmännyn potentiaalisen sahapuuosuuden eli tyviosan ja päätehakkuiäkaisen männyn latvatukkiosan oksaisuutta. Tutkimusaineiston muodostivat samat 14 mäntyleimikkoa, joita käytettiin ensimmäisessä osatutkimuksessa. Tutkittavat leimikkotyypit olivat tuoreen kankaan (MT), kuivahkon kankaan (VT), kivennäismaan peltometesityskohteen ja ojitetun turvemaan ensiharvennukset sekä kuivahkon kankaan päätehakkuu. Rungoista tehtiin kolmen metrin pituisia tukkeja, jotka sahattiin pienpuun sahaukseen soveltuvilla nelisahaussaseteilla. Oksaisuusmittaukset keskittyivät lähinnä keskitavarasaheiden pintalappeeseen. Osa sahausaineistosta työstettiin liimalevy lamelleiksi, jotka laatuokiteltiin.

Ensiharvennusmännyn voidaan katsoa soveltuvan oksaisuuslaadultaan varsin hyvin huonekalutehtaan raaka-aineeksi. Se on oksaisuuslaadultaan lähes ison mäntytukkirungon latvaosista saatavan pienpuun veroista. Tuoreita oksia oli ensiharvennuspuissa keskimäärin selvästi vähemmän ja kuivia oksia jonkin verran enemmän kuin päätehakkurunkojen latvaosissa. Ensiharvennuskohteiden välillä ei ollut mainittavia eroja tarkasteltaessa yli 8 mm:n oksien lukumäärää. Sen sijaan turvemailla esiintyi selvästi muita leimikkotyyppejä enemmän alle 8 mm:n kuivia oksia. Tuoreiden oksien koko kasvoi jonkin verran kasvupaikan viljavuuden koho-

tessa. Päätehakkuurungoissa terveet oksat olivat jonkin verran isompia ja vastaavasti kuivat jonkin verran pienempiä kuin ensiharvennusrungoissa.

Ensiharvennusleimikoiden keskitavarasaheista saatiin A-laatua suurin piirtein yhtä paljon kuin päätehakkuuleimikoiden latvaosista eli n. 55 %, mutta ensiharvennuksissa oli selvästi vähemmän B-laadun ja vastaavasti enemmän C-laadun saheita. Pienpuun A-laadun saheet olivat lähes kaikki A4-alalaatua eikä parhaita A1-, A2- ja A3-alalaatuja juuri esiintynyt. Ensiharvennuskohteissa ei kasvupaikalla näyttänyt olevan merkitystä sahatavan laatuluokkajakaumaan. Pienpuusta työstettyjen liimalevyllamellien laatuluokitus osoitti, että ensiharvennusmänty soveltuu oksaisuuslaadultaan varsin hyvin liimalevyn raaka-aineeksi, joskin ensiharvennuslamelleissa esiintyi selvästi enemmän vajaasärmäsyttä kuin päätehakkuulamelleissa.

4 YHTEENVETO

Ensiharvennuspuusta saatavien tukkien ja pikkutukkien voidaan katsoa soveltuvan oksaisuuslaadultaan varsin hyvin huonekalutehtaan raaka-aineeksi. Ne ovat oksaisuudeltaan lähes ison mäntytukkirungon latvaosista saatavien tukkien veroisia. Edellytyksenä ensiharvennusten tukkien ja pikkutukkien käyttökelpoisuudelle on luonnollisesti runkojen katkonta sahaukseen soveltuvien mittaja- ja laatuvaatimusten mukaisesti, joten harvennuspoistumassa yleiset mutkaiset ja (tyvi)lengot rungonosat on jätettävä kuitupuuhun. Pienessä puussa on suhteellisen pienet kuivat ja tuoreet oksat. Alimmat terveet oksat eivät ole vielä järeytyneet eikä pienien kuivien oksien karsiutuminen ole päässyt kunnolla vauhtiin. Huomionarvoista on se, että peltometsityskohteiden ja turvemaiden ensiharvennuspuu on oksaisuuslaadultaan lähes yhtä hyvää kuin kivennäismaiden raaka-aine, joskin peltometsityskohteiden käyttökelpoisuutta heikentää lenkojen ja mutkaisten runkojen suuri osuus. Ensiharvennuspuun käytön lisääntyessä on erityistä huomiota kiinnitettävä juuri tälle raaka-aineryhmälle soveltuvien kuivauskaavojen kehittämiseen. Myös nuorpuu-osuuden ja mikrofibrillikulman runkojen sisäisestä ja runkojen välisestä vaihtelusta on tehtävä lisätutkimuksia.

Tehdashinnan kustannusoptimiin päästään suuntaamalla puunhankinta runsaspuustoiisiin ensiharvennuskohteisiin, joissa on hyvä hakkuupoistuma ja poistuman läpimittajakauma koostuu järeistä kuitupuurungoista (läpimittaluokat 13-17 cm). Näistä ei apterauksessa saada kallista tukkipuutaralajia, mutta joiden hakkuun, metsäkuljetuksen ja puunhankinnan työnjohdon tuottavuus on kuitupuulle maksimaalinen. Tutkimuksessa saatujen tulosten perusteella voidaan todeta, että ensiharvennusten keskimääräiset puunhankintakustannukset olivat 46 mk/m^3 (14 %) edullisempia kuin päätehakkuiden puunhankintakustannukset, kun suokuviot rajattiin laskennan ulkopuolelle. Vähäpuustoisten soiden tapauksessa tehdashinnat muodostuivat päätehakkuita kalliimmiksi, joten tämän tutkimuksen kustannuspohjaisen tarkastelun perusteella niiden varaan perustuva puunhankintastrategia ei vaikuta kovin järkevältä ratkaisulta.

Se, tarjoaako ensiharvennusleimikoiden tavallista edullisempi tehdashinta perustan taloudellisille liiketoimintaratkaisuille, tulee jokaisen puunkäyttäjän poh-

tia oman lopputuotteen haluttujen ominaisuuksien ja liiketoimintastrategioidensa valossa. Käytännössä tilannetta joudutaan pohtimaan myös koko jalostusprosessin kannattavuuden näkökulmasta. Kustannusoptimiin perustuva puunhankinta ei kokonaistaloudellisesti ole välttämättä oikea lähestymistapa arvioitaessa eri toimintastrategioiden kannattavuuksia. Tarkasteluihin tulee liittää eri raaka-aineista saatavat jalostusarvolisät, jotka saattavat muuttaa kalliimpaan raaka-aineeseen perustuvan toimintamallin optimaalisimmaksi ratkaisuksi korkeiden myyntitulojen muodossa, joka arvokkaiden tukkipuutavaralajien tapauksessa on varsin todennäköistä. Yhteenvetona puunhankintastrategisista liiketoimintamallien paremmuuksista voidaan todeta, että tarkasteltavana on varsin kompleksinen kokonaisuus, jossa yksiselitteistä ja ainoaa oikeaa toimintamallia ei todennäköisesti olekaan, vaan kyse on pikemminkin toimivien ja kannattavien ratkaisumallien etsimisestä tästä vaihtoehtoavaruudesta.

5 KIRJALLISUUTTA

Jouhiaho, A. & Uusitalo, J. 2001. Ensiharvennuskannan oksaisuuslaatu Pohjois-Karjalan alueella. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Tiedonantoja 130. 39 s.

Salo, T. & Uusitalo, J. 2001. Ensiharvennuskannan tehdashinnan kustannusrakenne. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Tiedonantoja 127. 53 s.

Uusitalo, J. 1997. Pre-harvest Measurement of Pine stands for Sawing Production Planning. Acta Forestalia Fennica 259. Tammer-Paino Oy, Tampere. 56 s.

Uusitalo, J. & Kivinen, V.-P. 2000. EMO: A pre-harvest measurement tool for predicting forest composition. In proc. of 3rd Workshop on COST Action E10. Wood properties for industrial use. Measuring of wood properties, grades and qualities in the conversion chains and global wood chain optimisation. Espoo, Finland, June 19-20, 2000, ss. 173-180.

PIENPUUSAHAKONEET

Myyntijohtaja Yrjö Inkovaara
Veisto Oy
Yrittäjätie 1, 52700 Mäntyharju
puh. (015) 770 311, faksi (015) 770 3295, yrjo.inkovaara@veisto.com

1 YLEISTÄ VEISTO-KONSERNISTA

Veisto-konserni on yksityinen Raution suvun omistama konserni, jonka päätoimipiste sijaitsee Mäntyharjulla. Konserniin kuuluvat Veisto Oy (sahakoneiden valmistus), Koneveisto Rautio Oy (sahausrakointi ja omat sahalaitokset), Vakiometalli Oy (kylpyhuonekalusteiden valmistus) sekä tytäryhtiöt myynti- ja huoltohenkilöstöineen Ruotsissa, Kanadassa, USA:ssa ja Saksassa. Konsernin liikevaihto oli edellisellä tilikaudella noin 39 milj. €. Henkilöstön kokonaismäärä oli 177, joista Mäntyharjun toimipisteessä työskenteli reilut 100 henkilöä.

2 PIENPUUSAHAKONEET

Ensimmäiseksi täytyy määritellä termi pienpuu. Veisto-konsernissa pienpuuksi määritellään sellaiset tukit, joiden kuorenalainen latvahalkaisija on 10-25 cm. Tukki, jonka latvahalkaisija on 25 cm, ei liene enää pienpuuta. Niinpä pienpuuksi voidaan käsittää aihio, jonka latvaläpimita asettuu välille 8-17 cm, eli kysymyksessä on nykyisen käytännön mukaan harvennus- tai kuitupuu.

HewSaw R200 SE

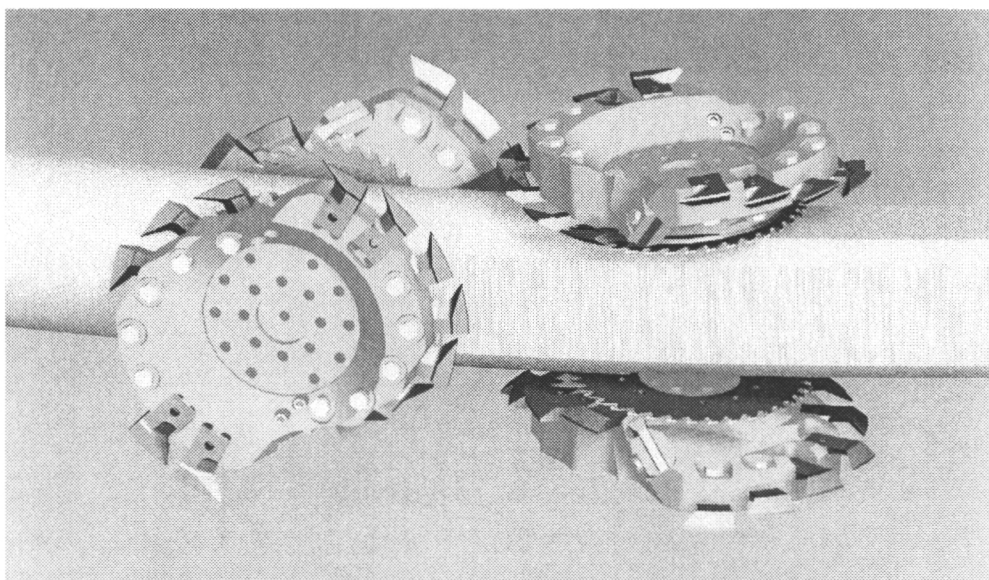
Veisto Oy:n valmistusohjelmassa on maailmanlaajuisesti tunnettu HewSaw R200 SE kiinteäasetteisena etukäteen latvaläpimitan mukaan lajiteltujen puiden sahaukseen. Latvahalkaisija on tällöin välillä 8-25 cm. HewSaw R200 SE:n toimintaperiaate on seuraava:

- Latvaläpimitan mukaan lajiteltu kuorittu tukki kuljetetaan HewSaw R200 SE:n syöttö- ja suuntauskuljettimella yleensä latva edellä sahaan. Puiden kääntäminen ole tarpeellista, jos sahataan vain pieniä dimensioita, varsinkin mäntyä. Syöttö- ja suuntauskuljettimia valmistetaan kahta eri mallia:
- Mekaaninen syöttölaite, jossa tukki kääntyy lenkous alapäin sen edetessä kohti sahakonetta.
- Kameramittaukseen perustuva automaattinen suuntaus- ja pyörityslaite, jolla päästään huomattavasti parempaa tarkkuuteen kuin mekaanisella syöttölaitteella. Automaattisella pyörityslaitteella saavutetaan selviä etuja, mutta tilantarve ja hankintahinta saattavat olla rajoittavia tekijöitä hankinnalle.

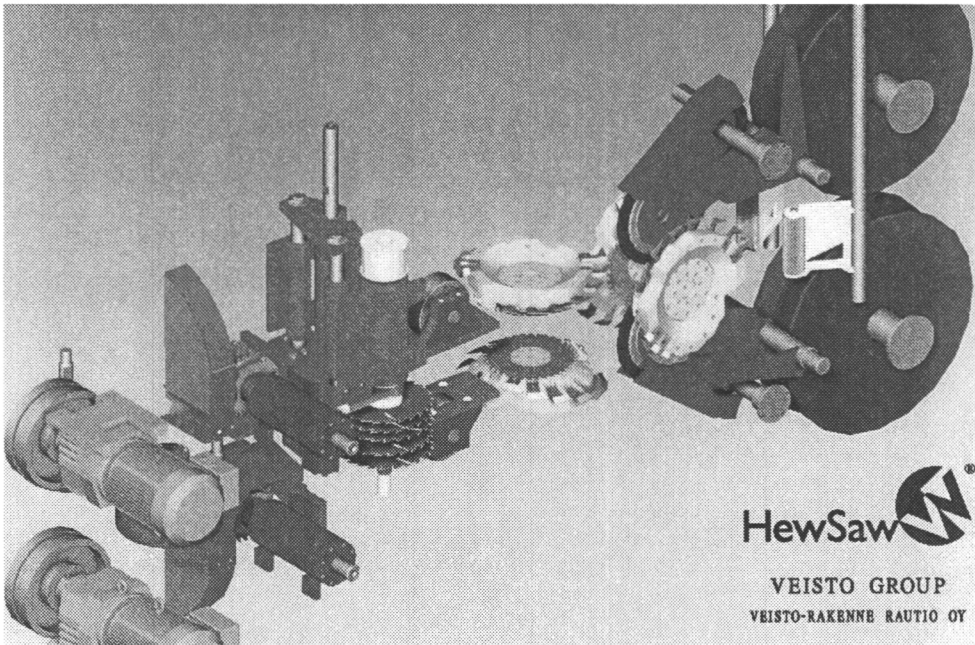
- Isot kumiset syöttöpyörät keskittävät ja syöttävät sahattavan aihion sahakoneeseen. Yhdessä pyöröpuohjaimien kanssa ne myös ohjaavat aihion sen lenkouden mukaan.
- Vaaka-akseleilla olevat haketusteräpäät hakettavat tukin sivut ja niistä muodostuu selluloosahaketta. Haketusteräpäät ovat katkaistun kartion muotoiset ja niissä on spiraaliin sijoitetut haketusterät. Spiraaleja voi olla 2 tai 3 sahausnopeuksista riippuen. Katkaistun kartion otsapinnalla on edeltäsahaava kovametallihampainen pyöröterä. Sahanterä muodostaa sivuiltaan avatun pelkan pintaan mittatarkan sahauspinnan (kuva 7). Sivuohjaimet ohjaavat pelkkaa työstetyistä pinnoista.
- Seuraavat pystyakseleilla olevat keskenään samanlaiset haketusteräpäät hakettavat pelkan ylä- ja alapuolen (kuva 7). Ylä- ja alapuolinen ohjain ohjaa pelkkaa työstetyistä pinnoista. Näin saatu suorakaiteen muotoinen parru sahaetaan vastakkain pituussuunnassa hieman porrastetuilla pyöröterillä halutun kookoiseksi sydäntavaraksi. Ylä- ja alapuolisilla pyöröterillä voidaan sahata myös sivulaudat.
- Sivulaudat särmätään halutun levyisiksi erillisillä särmäystyökaluilla.
- Kumiset ulosvetopyörät vetävät saheet pois koneesta yhtenä pakettina.

Kuvissa 7 ja 8 on periaatekuvat HewSaw R200 SE:n haketusteräpäistä ja koko sahasta.

Edellistä kehittyneempi malli on vaihtuva-asetteinen HewSaw R200 SE MSA. Tätä mallia on toimitettu Pohjois-Amerikkaan, mutta viime aikoina se on herättänyt suurta kiinnostusta myös Pohjoismaissa.



Kuva 7. Periaatekuva HewSaw R200 SE:n pelkkahakkurin haketusteräpäiden rakenteesta ja toimintaperiaatteesta.



Kuva 8. Periaatekuva HewSaw R200 SE:stä.

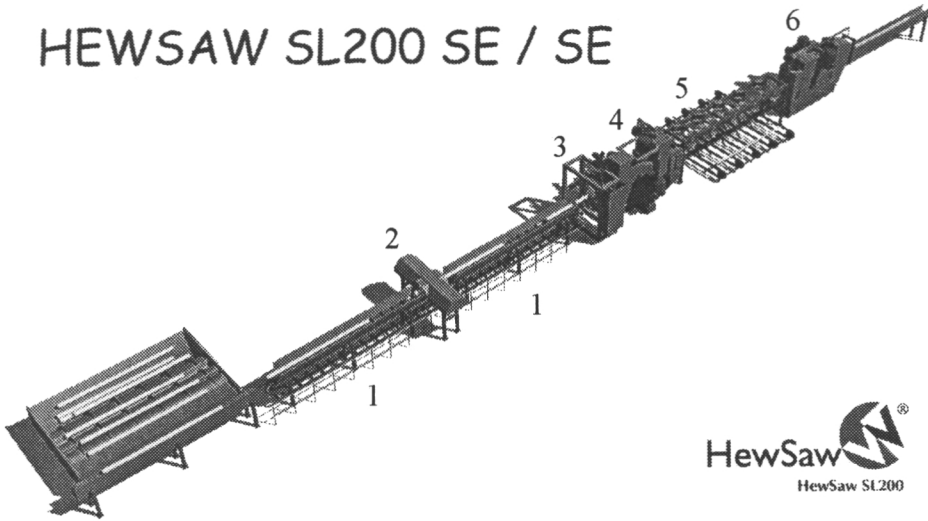
MSA-mallilla sahataan Pohjois-Amerikassa kahdella eri periaatteella. Toisessa sahaustavassa ennen sahakonetta oleva tukkimittari mittaa sisään tulevan tukin latvahalkaisijan ja kone säätyy annetun sahausohjelman mukaisesti. Koneen säätyminen vaatii tukkivälin. Toinen sahausmalli on, että sahataan yhtä tukkikoko-luokkaa lyhyen ajan ja napin painalluksella kone säätyy seuraavaa tukkiluokkaa varten.

HewSaw SL200 / HewSaw SL200 SE / SE

Kuten edellä tuli esille, HewSaw R200 mahdollistaa vain ylä- ja alapuolisten sivulautojen sahaamisen. Sahaajat ovat kuitenkin usein tiedustelleet, miten he voisivat saada sahattua neljän sivun sivulaudat. Neljän sivun sivulautojen sahaamista ei ole mahdollista toteuttaa yhdessä ja samassa koneessa, koska sahassa on kaarisahaus-ominaisuus ja jos sahattaisiin neljän sivun sivulaudat, toisen sivun sivulaudat olisivat syrjäväriä. Neljän sivun sivulautojen sahaaminen on ratkaistu sahalinjalla HewSaw SL200 (tai HewSaw SL200 SE / SE). Linjan toimintaperiaate on seuraava (kuva 9):

1. Ennen ensimmäistä sahakonetta on noin 18 metriä pitkä mittauskuljetin.
2. Mittauskuljettimen keskivaiheilla on kolmen suunnan tukkimittari, joka mittaa tukista latvahalkaisijan, lenkouden ja kartiokkuuden. Tiedot siirtyvät optimointiohjelman muistiin.

HEWSAW SL200 SE / SE



Kuva 9. Periaatekuva HewSaw SL200 SE / SE sahauslinjasta. Kuvassa olevien numeroiden selitykset on esitetty tekstissä.

3. Tukinpyöritin suuntaa ja pyörittää tukin optimaaliseen asentoon ja syöttää sen pelkkasahaan.
4. Pelkkasaha hakettaa tukin neljä sivua ja särmää optimoidusti yhdet sivulaudat puoleltaan.
5. Erottelukuljetin EK2 erottaa optimoidusti särmätyt sivulaudat poikittaiskuljettimelle. Pelkka keskitetään jakosahaan.
6. Jakosaha sahaa sydäntavaran ja särmää sivulaudat profiloitintekniikalla. Jakosaha voi olla myös vaihtuva-asetteinen

Sahausnopeudet ja sahatavaran mittatarkkuus

Vakiosahausnopeus HewSaw R200:lla on 75 m/min. Tällöin saatavan hakelastun pituus on keskimäärin 25 mm. Sahausnopeutta voidaan muuttaa kahdella eri tavalla:

- Syöttö- ja ulosvetokuljettimet varustetaan jaksoluvunmuuttajilla. Koska jaksoluvunmuuttajan hinta on suoraan riippuvainen kilowattimäärästä, on tämä halvin ratkaisu. Tämä ratkaisu sallii pienet syöttönopeuden muutokset, tosin hakelastun pituus lyhenee, kun syöttönopeutta pienennetään ja vastaavasti pituus kasvaa, kun syöttönopeutta suurennetaan.
- Edellistä parempi, mutta samalla myös kalliimpi ratkaisu on varustaa myös haketusteräpäät jaksoluvunmuuttajilla. Tällöin saatavan hakkeen koko on optimaalinen sahausnopeudesta riippumatta.

Haketusteräpäitä tehdään kahta eri perusmallia, joista 2-spiraalin soveltuu sahausnopeuksille 60-90 m/min ja 3-spiraalin sahausnopeuksille 70-150 m/min. Suomessa haketusteräpäissä käytetään aina edeltäsahaavaa otsaterää.

Sivulautoilla mittatarkkuus on sekä paksuus- että leveysuunnassa $\pm 0,5$ mm, sydäntavaralla $\pm 0,3$ mm.

Erilaiset sahausasetteet ja profiloinnit

HewSaw-tekniikka luo mahdollisuudet erilaisille sahausasetteille, jotka ovat vaihdettavissa. Normaalit sahausasetteet ovat:

- parru
- kaksi tai useampia sydäntavaroita
- sydäntavara ja sivulaudat, jopa 2+2 sivulautaa ylä- ja alapuolelta

HewSaw SL200 –linjalla voidaan sahata lisäksi neljän sivun sivulaudat. HewSaw-sahaustekniikalla voidaan tehdä myös erilaisia profilointeja. Pelkkahakkurilla tehdään ensin suorakaiteen muotoinen aihio ja profiloinnin vaatimat työkalut sijoitetaan pyöröteräakseleille.

Tulevaisuus ja kehitys

Suomalaisten sahojen tukkien keskikoko pienenee jatkuvasti. Sen sijaan pieniläpimittaisen harvennuspuun osuus kasvaa. Tämä asettaa uusia vaatimuksia ja haasteita sahojen laitetoimittajille. Kymmenkunta vuotta sitten sahausnopeudet olivat yleisesti 60-70 m/min; nykyään sahataan nopeuksilla 90-120 m/min, Kanadassa HewSaw-sahakoneilla sahataan jatkuvassa tuotannossa nopeuksilla 140-170 m/min.

Sahattaessa HewSaw R200:lla on pienin latvahalkaisija käytännössä 100 mm. Koneveisto Rautio Oy on sahanut omilla sahalaitoksilla latvahalkaisijaltaan jopa 80 mm:n pölkkyjä. Jo nyt puhutaan, että sahakoneilla tulisi voida sahata pölkkyjä, joiden latvahalkaisija on 60-80 mm. Näin pieniä pölkkyjä sahattaessa ei päästä hyvään tuottavuuteen, ellei sahausnopeuksia nosteta. Kuitenkin sahatavaran mittatarkkuuden ja hakkeen laadun on pysyttävä korkeana.

Pieniläpimittaista puuta sahattaessa ei pyöröterän leikkaussyvyys ole kovin suuri. Teriä kehittämällä sahausraon leveyttä voidaan pienentää, joten nykyisestä 3,6 mm:n sahausraosta voidaan tulla ainakin 1 mm alaspäin. Jos sahalaitoksen tuotanto on esimerkiksi 100 000 m³ sahatavaraa vuodessa, sahausraon pienentäminen 1 mm:llä tuo sahalaitokselle säästöä 1 Mmk vuodessa.

Suomessa vaihtuva-asetteisuus pienpuusahauksessa on jo osittain käytössä. Pienpuuta ei tällöin tarvitse lajitella ollenkaan tai ei ainakaan niin tarkasti kuin perinteisesti tehdään. Pienpuun latvahalkaisija mitataan juuri ennen sahakonetta, mittaustiedot siirretään sahakoneelle ja sahakone säätyy nopeasti oikean asetteen mukaisesti. Pienpuuta sahattaessa säästetään tukkilajittelimeen tehtävissä inves-

toinneissa, sillä pienpuusta ei synny ”liian monia” dimensioita, jolloin dimensiola-
jittelin voi olla normaalia yksinkertaisempi.

Hyvä sahakone ei ole koskaan valmis. Sahakonevalmistajan tulee jatkuvasti
kehittää koneitaan ja kuunnella käyttäjien vaatimuksia ja toivomuksia.

PIENPUUN JALOSTAMINEN ERIKOISLIIMAPUUKSI

Toimitusjohtaja Tapio Ylipuranen

Lock-Wood Kuhmoinen Oy

Nuutrinrinteentie 35, 17800 Kuhmoinen

puh. (03) 552 6300, faksi (03) 552 6333, lock-wood.kuhmoinen@co.inet.fi

Tällä vuosituhannella maailma yhdentyy taloudellisessa mielessä, suuret yhtiöt fuusioituvat ja puutuotealan kehitys on jäänyt IT-alan jalkoihin. Metsäteollisuuden vähäinen kiinnostavuus työnantajana on muodostumassa yhä todellisemmaksi alan kehittämisen ongelmaksi. Lock-Wood Kuhmoinen Oy on kooltaan vielä pieni yritys, mutta koostaan huolimatta sellainen, että se joutuu toimimaan isojen yritysten maailmassa. Tämä maailma tuo monin tavoin korostuneesti esille kestävän kehityksen eri aspektit alkaen uusiutuvien luonnonvarojen ehtymisestä aina lapsityövoiman käytön kysymyksiin. Puu on ollut kansantaloutemme tukijalka aikaisemminkin ja vaikka maailma muuttuu, on helppo ennustaa, että Suomi hankkii merkittävän osan toimeentulostaan tulevaisuudessakin metsästä.

Lock-Wood Kuhmoinen Oy perustettiin vuonna 1996. Kiinteistön rakentaminen aloitettiin vuoden 1997 syksyllä ja saatiin päätökseen 1998 loppuvuodesta. Konetoimitukset alkoivat vuonna 1998 ja valmistuivat pääosin alkuvuodesta 1999, jolloin päästiin aloittamaan tuotannon sisäänajo. Ensimmäiset levyt tulivat markkinoille loppuvuodesta 1999 ja ensimmäiset ohutlevyt tehtiin vuoden 2001 alussa. Vuonna 1999 Tasavallan Presidentti palkitsi Lock-Wood Kuhmoinen Oy:n INNO-Suomi –palkinnolla ja Nuorkauppakamari Tuottava Idea –palkinnolla.

Tapa toimia

Lock-Wood Kuhmoinen Oy:n liimalevytuotannossa hyödynnetään pieniläpimitaista pyöreää puuta ja vajasärmäistä, pienpuusta valmistettua sahatavaraa. Tästä johtuen yrityksen toimintaympäristössä on piirteitä innovatiivisesta ajattelusta, teknologia-/informaatioyhteiskunnasta ja "oppivasta" yhteiskunnasta. Yrityksessä syntyykin uusia ideoita 1-3 kpl kuukaudessa, joissa yleensä on kyse tavalla taikka toisella Lock-Wood –tekniikan kehittämisestä. Työntekijöille annetaan mahdollisuus tuoda esille ja kehittää omaa uutta ideaansa koe-erään asti, jonka jälkeen päätetään jatkotoimenpiteistä.

Lock-Wood –tekniikka on saatu vietyä sille tasolle, että kannattavaan tuotannolliseen toimintaan on olemassa edellytykset. Seuraavana ulkoisena tavoitteena yrityksellä on saada myytyä oikeuksia Lock-Wood –tekniikkaan niin, että Suomessa kuten muuallakin maailmassa tuotettaisiin liimalevyä Lock-Wood –tekniikalla.

Uudet ideat

Uuden keksimisessä on sellainen ongelma, että keksimistä ei voida ”opettaa”, tai jos voidaan niin se on erittäin hankalaa. Keksinnön sisältämä uusi tieto ei välttämättä riipu koulutuksesta, mutta voi silti ratkaista yrityksen menestymisen. Lock-Wood Kuhmoinen Oy:ssä ollaankin päädytty siihen, että kaikkien tulisi luoda mahdollisimman hyvät edellytykset uusien puutuotealan ideoiden keksimiselle. Sillä ei ole merkitystä, syntyykö uusi tieto koulun penkillä vai työelämässä. Kuitenkin tieto ja kokemus yhdessä synnyttävät uusia ideoita. Olennaisinta on, että onnistuneet ideat muuttuvat rahaksi.

Miten luodaan onnistuneita ideoita?

Yrityksen menestystä eivät enää takaa valtio, rahoittajat, eikä edes onnistunut yrittäjämenneisyys. Kilpailu kovenee ja tuotteiden elinkaari lyhenee, joten rakentava tapa suhtautua kiristyvään kilpailuun on erikoistua, eikä sulkea muiden erikoisosaamista rajojen taakse. Kun yritys kehittää toimintaansa, tärkeintä on miettiä, onko yrityksellä kyky kasvaa jollakin osa-alueella riippumatta siitä kasvavatko markkinat vai ei. Yrityksen tulee pystyä luomaan uusia ideoita ja sopeutua muutoksiin sekä pystyä luomaan vahvaa kysyntää niin, että jatkossakin yrityksen tuotteille on ostajia. Vain näin voidaan luoda kannattavuutta ja kasvaa talouden suhdannevaihteluista huolimatta.

Yhä enenevässä määrin Lock-Wood Kuhmoinen Oy:ssä onkin herätty huomaamaan, että nykyinen todellinen voimavara on asiakassuhteissa ja raaka-aineesa. Hyvällä asiakassuhteella kun on kykyä uudistua myös ennakolta arvaamattomissa tilanteissa. Raaka-aine taas luo yritykselle selkeää kilpailuetua perinteisen liimalevyn valmistukseen verrattuna.

Vaikka yrityksen keskeinen tavoite on kasvaa ja kansainvälistyä, pyrkii se myös koko ajan muuttamaan ympärillä olevan tiedon osaamiseksi ja toiminnaksi, joilla tuotetaan ylivoimaista lisäarvoa yrityksen asiakkaille.

On selvää, että kehitykselle on useita syitä. Ylikapasiteetti on tunnusomainen piirre mekaanisessa metsäteollisuudessa. Tehottoman kapasiteetin poistamiseksi on olemassa luonnollinen tie – kiristynvä kilpailu. Kun kehityksen pyörät pyörivät yhä vinhempaa vauhtia, niin ne vaativat myös yhä suurempia panostuksia tutkimustoimintaan. Vain riittävän suurilla kokonaisuuksilla on tarvittavat voimavarat kaupallistaa uusia tuotteita ja nopeuttaa omia innovaatioprosessejaan jatkuvasti kilpailuilla markkinoilla. Tästä syystä eri tutkimus- ja oppilaitosten saumaton yhteistyö myös pienyritysten kanssa on elintärkeää kehitykselle tulevaisuudessa. Yhteisen tavoitteen luominen myös oppilaitosten kanssa on yksi tärkeimmistä yrityksen menestystekijöistä.

Pienpuun käytön ongelmat

Harvennushakkuissa poistetaan pääsääntöisesti metsikön pienimpiä ja huonolaatuisimpia puuta, joilla rungon muoto on voimakkaan kapenemisen, mutkien, lenkouden ja monivääryyden vuoksi heikompa kuin päätehakkuista saatavilla järeällä puulla. Mekaaniseen puunjalostukseen soveltuvia runkoja tai rungon osia on siis harvennusten hakkuukertymästä vain pieni osa. Esimerkiksi Lock-Wood Kuhmoinen Oy:ssä on nykyisellä konekannalla normaalista kuitupuusumasta vain 5-7 % jalostukseen sopivaa puuta. Lock-Wood -tekniikkaa tuleekin kehittää tulevaisuudessa enemmän myös raaka-ainelähtöisesti.

Puuaineen ominaisuudet pieniläpimittaisessa puussa

Nuorpuu on puun ytimen lähellä oleva puuaines. Nuorpuun puuaineen ominaisuudet poikkeavat haitallisesti ytimeistä kauempana olevan puuaineen rakenteesta, jonka vuoksi nuorpuu esimerkiksi kutistuu pituussuunnassa jopa 10 kertaa enemmän kuin muu puuaines. Tämän vuoksi pienpuun eläminen kuivauksen aikana aiheuttaa huomattaviakin muodonmuutoksia. Pienpuuhun liittyvää kuivausongelmaa on pystytty kuitenkin eliminoimaan uudella kuivaustekniikalla. Lock-Wood Kuhmoinen Oy:n patentoidussa kuivausmenetelmässä ilma puhalletaan pyöreään nippuun nipun päästä ylipaineessa, eikä kuivattavia kappaleita ole rimoitettu ollenkaan. Kuivattavat lamellit ovat puristuksissa sidottuina. Näin on saavutettu hyviä kuivaustuloksia, eikä kieroutuneiden kappaleiden määrä ole kuin alle 10 % kuivausmäärästä. Näistäkin kuivausvirheellisistä kappaleista voidaan vielä hyödyntää tuotannossa noin puolet, joten lopullinen hukka on lähellä perinteistä sahatavaran puusepänkuivausta.

Kehittämiskohteita pienpuun käytön lisäämiseksi

Muistettakoon, että pienpuurungoissa sisäinen terveoksaus alkaa jo huomattavasti alemmalla kuin latvusraja. Olisikin tärkeää, että tutkitun tiedon perusteella voidaan tulevaisuudessa kehittää metsänhoitoa niin, että jo harvennusvaiheessa tuotetaan teollisuudelle laatupuuta, eikä vain raakapuuta massanvalmistusteollisuuden käyttöön. Tulevaisuudessa tutkimuksia voitaisiin kohdentaa pienpuun elastisuuden, jäykkyyden, sydänpuun ja pintapuun kieroutumisen sekä nuorpuun pintarakenteen tutkimiseen sekä näihin ominaisuuksiin vaikuttavien tekijöiden selvittämiseen. Vastauksia tulevaisuuden kysymyksiin tulisi hakea muun muassa seuraavasti:

- Mitä pienpuun kehittäminen voisi olla tulevaisuudessa?
- Mikä tekee pienpuusta houkuttelevan vaihtoehdon puutuotealalla?
- Minkälaisessa liiketoimintaympäristössä pienpuuhun perustuva liiketoiminta tulevaisuudessa menestyy?

Yritysten menestystekijöitä ja kilpailukykyä tutkittaessa yritysjohtajat nostivat Suomessa esille monta asiakokonaisuutta. Tärkeimmiksi tekijöiksi nousivat koulutus, tutkimus ja kehitystyö.

Lopuksi

Suomalaisissa on aimo annos realismia. Kun pienpuun kehittämiseen liittyvistä asioista on laaja yhteisymmärrys, niin niitä ei aseteta kyseenalaisiksi, vaan keskustellaan siitä, miten tavoitteisiin parhaiten päästäisiin. Pienten yritysten ja tutkimuslaitosten tehtävänä on tällaisissa yhteyksissä luoda kilpailukykyiset osaamisedellytykset ja niiden hyödyntämismahdollisuudet. Samalla kun eri tahojen välinen kuilu kaventuu ja eri toiminnot ovat entistä aktiivisemmin tekemisissä keskenään, varmistetaan myös kannattava kasvu teollisuuteen, joka hyödyntää pienpuuta tulevaisuudessakin. On muistettava, kuten talouden dynamiikassa on todettu, että vain aktiivinen vaikuttaminen johtaa lopulta hyvinvoinnin kasvuun. Vaikka ihanteet ja tavoitteet voivat olla pysyviä, on muistettava, että puutuotealallakaan menneisyys ei ole tulevaisuutta, joten kehittämiseen tarvitaan lisää panostamista. Osaamistaso pienpuun hyödyntämisessä on maassamme kansainvälisesti huippuluokkaa. Huolena vain on, että tämän osaamisen suomalaisista hyödyntäjistä on tulevaisuudessa pulaa, koska nuorten kiinnostus puutuotealaa kohtaan on merkittävästi vähentynyt. Onkin tärkeää pyrkiä välttämään sitä kohtaloa, että Suomesta muodostuu vain korkeasti koulutettujen osaajien maa, jossa ei itse pystytä hyödyntämään puuta täysimääräisesti.

Ympäristöasioissa peruslähtökohtana keskustelulle on tyypillisesti ollut se, että ”minä olen oikeassa, sinä olet väärässä, keskustellaan, jotta saan sinut ymmärtämään, että olet väärässä”. Uuden teknologian mukanaan tuomat haasteet ja mahdollisuudet ovat hyvä esimerkki siitä, että kestävään kehitykseen liittyvissä asioissa ei ole olemassa absoluuttisia totuuksia; keskustelun kautta kaikilla osapuolilla on mahdollisuus saada uusia näkökantoja eri sidosryhmien kannalta oleellisiin asioihin. Koko kysymyksenasettelu onkin kiteytymässä enenevässä määrin siihen, että kestävään kehitykseen liittyvien asioiden ennakoiva huomioiminen on yhä oleellisempi osa sitä aineetonta omaisuutta, mikä yrityksellä on. Näin ollen ympäristöasiat tulevat olemaan olennainen osa yritystemme toimintaa tulevaisuudessa.

Lopuksi on syytä korostaa, että ei ole olemassa yhtä ratkaisua pienpuun hyödyntämiseen liittyvien ongelmien ratkaisemiseksi. Edistämällä kestävää kehitystä ja pienpuun hyödyntämistä edistämme itse asiassa samalla kokonaisvaltaisesti ja ennakoivasti yritystemme toimintamahdollisuuksia osana yhdistyvää globaalia maailmantaloutta.

LIIMAHIRSAIHIOIDEN VALMISTUS

Toimitusjohtaja Reijo Ravila
Kestopalkki LPJ Oy
Teollisuustie 89, 62420 Korttesjärvi
puh. (06) 488 0200, faksi (06) 488 0220, kestopalkki@kestopalkki.fi

Liimapuu on ominaisuuksiltaan huomattavasti normaalia puutavaraa lujempaa ja jäykempää. Se ei halkeile eikä muuta muotoaan. Hyvänä puolena on myös nähtävä, että myös perinteisen puutavaran rajoitukset häviävät, koska liimapuuta voidaan valmistaa tätä helpommin haluttuihin muotoihin ja mittoihin. Kuusesta tehdyn liimapuun tiheys on noin 475 kg/m^3 ja akustiikka on hyvä muihin rakennusmateriaaleihin verrattuna. Liimapuun etuja ovat myös:

- sitä on helppo työstää,
- se on kevyt ja elastinen rakennusmateriaali,
- se on edullinen runkorakennemateriaali.

Liimapuulla voidaan rakentaa suuria tilakokonaisuuksia ja jättämällä esimerkiksi katon runkorakenteet näkyviin, voidaan luoda uudentyyppistä avaruutta. Liimapuu soveltuu hyvin myös korjausrakentamiseen, jolloin vanhojen rakennusten arvokkaat piirteet voidaan säilyttää. Liimapuu on helposti työstettävää eikä se aseta rajoja rakentajan luovuudelle. Liimapuu on paloturvallisempi runkorakennemateriaali kuin teräs, sillä liimapuurunko ei taivu kuumuuden vaikutuksesta ja hiiltenpäästö on tunnin normaalipalon jälkeen on noin 36 mm.

Kestopalkki LPJ Oy:n tuotantolinjasto on suunniteltu ja rakennettu täyttämään kaikki laatuvaatimukset. Yrityksen kuivaamo mahdollistaa oikean kuivuuden saamisen liimapuun raaka-aineelle. Liimapuu valmistetaan lujuusluokitellusta sahatavaraa L40-vaatimusten mukaisesti, jotka täyttävät CEN-standardin EN 386 normit vaatimukset. Valmistuksessa käytetään EN-standardin mukaisia säänkestäviä RF- ja MUF-liimoja. Valmistus tapahtuu automaattisesti valvotuissa lämpötila- ja kosteusolosuhteissa; palkin puristus ja kuivuminen tapahtuu korkeassa lämpötilassa ja tasapainokosteudessa.

Kestopalkki LPJ Oy valmistaa vakiopalkkeja, joiden leveys on 42–240 mm (pohjautuvat normaalin sahatavaran leveyteen) ja korkeus 90–1305 mm (lamellipaksuus 45 mm) sekä vakiopilareja, joiden koko on 90x90, 115x115, 135x135, 165x165 tai 180x180 (mm). Vakiotuotannossa palkkien pituus on 10, 12 tai 20 m. Tilauksesta palkkipituudet ovat asiakkaan toivomuksen mukaan 21 metriin saakka. Tilaustuotteina yritys valmistaa suuria palkkeja, harjapalkkeja ja palkkiristikkoita. Muita tuotteita ovat lamellihirsiäihiot (94x175, 94x200, 120x200 ja 140x200 (mm)), sorviaihiot, rakennuskomponentit, erikoistyöstöt sekä jälkikäsitellyt.

Raaka-aineena yritys käyttää 44-75 mm:n sahatavaraa. Saksaan ja Itävaltaan myytävien tuotteiden valmistuksessa voidaan käyttää normaalia pienempää raaka-ainetta (33 mm:n lamelleja), Japaniin meneviin tuotteisiin puolestaan käytetään

normaalia järeämpää raaka-ainetta. Sormijatkokset saavat yleensä näkyä vain palkkeja päältä päin katsottaessa. Hyvin harvat asiakkaat sallivat, että jatkokset näkyvät palkkien sivuilla.

PIENPUUN TUOTEMAHDOLLISUUDET – PIENPUUSTA LUONNOLLISTA PUULATTIAA

Tehtaanjohtaja Jari Pajala

Timberwise Oy

PL 99, 32201 Loimaa

puh. (02) 762 1592, faksi (02) 762 7465, jari.pajala@marteksapientia.fi

Timberwise Oy on kesällä 2000 toimintansa aloittanut Martek-Sapientia Oy:n tytäryhtiö. Yrityksellä on puulattioiden tietämystä ja kokemusta ja se on erikoistunut öljytyihin puulattioihin. Yrityksen liikevaihto on noin 25 Mmk ja se työllistää 25 henkilöä.

Timberwise Oy:n toimittaman puulattian rakenteen perusta on ristiinliimattu, rakenteeltaan symmetrinen kolmikerroslevy. Käytettävät puulajit ovat kuusi, lehtikuusi ja mänty. Tuotettavan levyn koko on 2,52 m x 1,26 m ja lattiatuotteen koko 15,5 mm x 195 mm x 2,50 m. Lopputuote on kehitelty markkinalähtöisesti; ensin on ollut tunnettu, testattu tuote, jonka jälkeen on suunniteltu tuotantoprosessi ja hankinta. Laadun taso ja tasaisuus ovat myynnin takeina.

Käytettävä tekniikka on myös osaltaan lopputuotteen laadun takeena. Laadukkaat komponentit tehdään erikoistyöstökoneilla, vakioitu prosessi tuottaa tasalaatuisia säleitä, käytettävät vakioimitat mahdollistavat korkean automaation ja kerrosrakenteen ”matematiikka” takaa korkean laadun. Pyöreän puutavaran käyttö raaka-aineena varmistaa laadun tasaisuutta ja jättää ketjusta pois turhaa raaka-aineen lajittelua. Käytettävän pyöreän puun on oltava lyhyttä ja suoraa ja pyöreää puuta käytettäessä syntyy sivutuotteita, joista voi tulla pääasia. Asiakkaiden luottamus tuotteeseen on hyvä, kun koko jalostusketju tukista valmiiksi tuotteeksi on yrityksen hallinnassa.

Pienpuun hankinnassa ylivoimatekijänä voi olla suomalainen metsälogistiikka. Ongelmana on kuitenkin se, että puutavaralajit voivat sekoittua, toimituserien kokoaminen tehtaalle luo kustannuspaineita ja tukin suoruus ylikorostuu. Pienpuun sahausessa ovat vastakkain käyntivarmuus ja saanto, raaka-aineen pituus vaikuttaa prosessissa ja tukin vääryys maksaa. Lopputuotteessa pienpuun käyttöä puoltaa se, että terveeksaisuus on lisäarvo ja pyöreästä puusta tehdyissä tuotteissa on pienemmät oksat. Metsäsertifiointi vaikuttaa markkinointiin ainoastaan positiivisesti.

Etukannen kuvat:

Ylh. vas.
Metlan harvennuskäntytutkimuksen
kaatokoepuiden mittausta
Kerimäellä.
Kuva: Tapio Wall.

Kesk. vas.
Hewsaw SL200 -sahan
syöttökuljetin ja tukinpyöritin.
Olavi Räsänen Oy, Kiepin saha.
Kuva: Mika Riekkinen.

Alh. vas.
Suomalaisia pyöröpuutuotteita
piharakentamiseen.
Kuva: Oy GREEN-LIFE Finland Ltd

Ylh. oik.
Sahattavaksi soveltuvaa
mäntypuutukkaa. Olavi Räsänen
Oy, Kiepin saha.
Kuva: Mika Riekkinen.

Kesk. oik.
Pienpuun käytön uudet haasteet -
seminaarin osallistujia tutustu-
massa Olavi Räsänen Oy:n
Kiepin sahaan Mäntyharjulla.
Kuva: Mika Riekkinen.

Alh. oik.
Liimapuurakenteet ovat
potentiaalinen pienpuun
käyttökohde.
Kuva: Erkki Verkasalo.

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN TIEDONANTOJA 823, 2001

ISBN 951-40-1803-6, ISSN 0358-4283