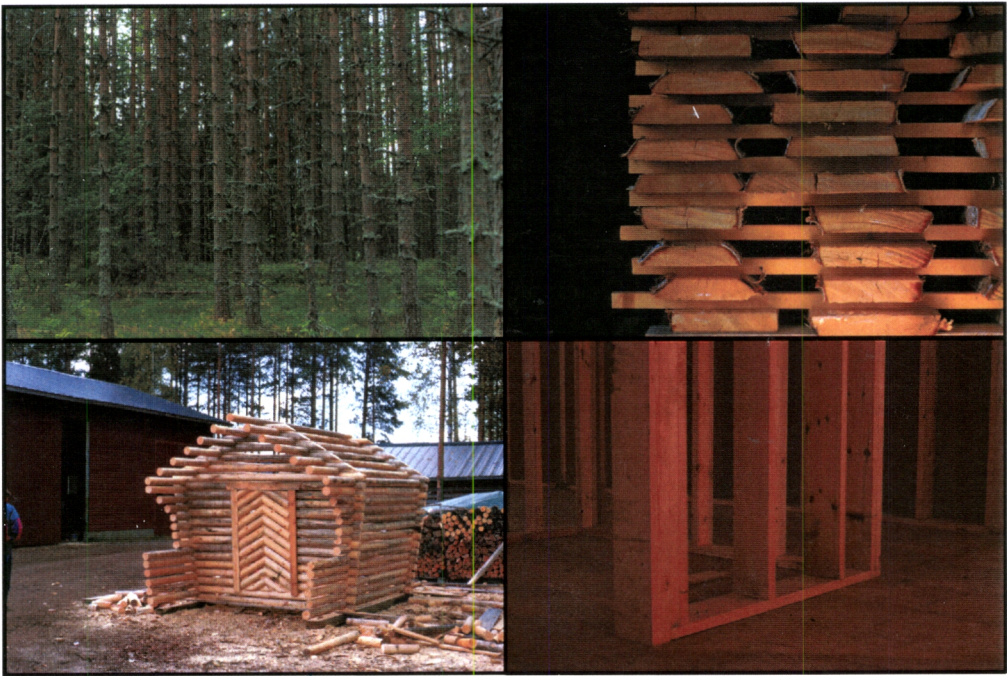


# Pienpuun käytön lisääminen mekaanisessa puunjalostusteollisuudessa

Esiselvityksen loppuraportti

Hannu Boren



JOENSUUN TUTKIMUSASEMA





27.03.00

**METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN TIEDONANTOJA 761**

**PIENPUUN KÄYTÖN LISÄÄMINEN MEKAANISESSA  
PUUNJALOSTUSTEOLLISUUDESSA**

**Esiselvityksen loppuraportti**

**Hannu Boren**

**JOENSUUN TUTKIMUSASEMA  
2000**

**Boren, H. 1999.** Pienpuun käytön lisääminen mekaanisessa puunjalostusteollisuudessa. Esiselvityksen loppuraportti. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 761. 58 s. ISBN 951-40-1718-8, ISSN 0358-4283.

Tekesin rahoittaman, Metsäntutkimuslaitoksen Joensuun tutkimusaseman ja VTT Rakennustekniikan yhteistyönä toteutetun esiselvityksen tavoitteena oli selvittää pienpuuhun liittyvät konkreettiset tutkimus- ja kehittämistarpeet pk-yritysten näkökulmasta sekä luoda tutkimuslaitosten ja pk-yritysten välille verkosto, jossa esille tulleita pienpuun käyttöön liittyviä ongelmia pyritään ratkaisemaan.

Esiselvityksessä valmisteltiin laajoja verkostomaisia hankkeita. Niistä piha- ja ympäristörakentamisen kehittämishanke voinee soveltua Tekesin teknologiaohjelmaksi. Esiselvityksen päätulokset, johtopäätökset ja suositukset olivat:

1. 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. Tiedottamisen ja kontaktien solmimisen avulla lisättiin pk-yritysten ym. maakunnallisten toimijoiden tietoisuutta Metsäntutkimuslaitoksesta, Teknisen puun klinikasta ja VTT:stä sekä niiden tutkimus- ja tuotekehitystoiminnasta
5. Pienpuun tutkimustietoa ja teknologian siirtoa yrityksiin ja maakunnallisille puualan toimijoille jatketaan Metsäntutkimuslaitoksen Joensuun tutkimusasemalla valtakunnallisen puutuotealan osaamiskeskuksen hankkeessa Puunkäytön laaja-alaiistaminen. Sen rahoittajina ovat maa- ja metsätalousministeriö sekä Metsäntutkimuslaitos.

**Avainsanat:** harvennuspuu, pienpuu, puunhankinta, sahaus, jatkojalostus, piharakentaminen, ympäristörakentaminen, puun laatu, korjuukustannukset, liimapuupalkki, liimahirsi, pyöröpuutuotteet.

**Kirjoittajan yhteystiedot:** Hannu Boren, Metsäntutkimuslaitos, Joensuun tutkimusase-  
masema, PL 68, 80101 Joensuu, puhelin (013) 251 4141, faksi (013) 251 4111, sähköposti hannu.boren@metla.fi

**Julkaisija ja tilaukset:** Metsäntutkimuslaitos, Joensuun tutkimusase-  
masema.

**Hyväksyntä:** Tutkimusjohtaja Matti Kärkkäinen 18.1.2000.

## Alkusanat

Tämä loppuraportti sisältää Metsäntutkimuslaitoksen Joensuun tutkimusaseman ja VTT Rakennustekniikan yhteistyönä toteuttaman esiselvityksen tulokset pienpuun käytön lisäämisestä mekaanisessa puunjalostusteollisuudessa.

Esiselvitys sai alkunsa mekaanisen puunjalostuksen, erityisesti jatkojalostuksen sekä alan tutkimus- ja kehitystyöstä vastaavien yksiköiden ja rahoittajien välisissä keskusteluissa talvella 1999. Keskusteluiden pohjalta Metsäntutkimuslaitoksen Joensuun tutkimusasemalla valmisteltiin puutieteen pk-puuteollisuuden kysymyksiin paneutuneen professorin piirissä tutkimussuunnitelma, joka esitettiin Tekesin rahoitettavaksi maaliskuussa 1999. Tekes rahoitti esiselvityshankkeen Tukista Tuplasti –teknologiaohjelmasta. Hanke toteutettiin 1.5.1999-31.1.2000.

Kirjoittaja suunnitteli ja toteutti hankkeen sekä laati sen väliraportit ja käsillä olevan loppuraportin Metsäntutkimuslaitoksen Joensuun tutkimusasemalla. Arvokasta apua loppuraportin kirjoittamisessa antoivat:

- professori Erkki Verkasalo Metsäntutkimuslaitoksen Joensuun tutkimusasemalta, joka antoi hyvin perusteltuja kommentteja loppuraportissa esitettyihin asioihin
- tutkija Henrik Heräjärvi Metsäntutkimuslaitoksen Joensuun tutkimusasemalta, jonka esittämiin ajatuksiin luku 3.7 perustuu
- professori Alpo Ranta-Maunus VTT Rakennustekniikasta, joka avusti erityisesti luvun 3.4 kirjoittamisessa
- erikoistutkija Jorma Fröblom VTT Rakennustekniikasta, joka avusti luvun 3.3 kirjoittamisessa
- mmyo Reeta Stöd Joensuun yliopiston metsätieteellisen tiedekunnasta, jonka pro gradu työn tuloksia on esitetty luvussa 2.2.1

Lisäksi kirjoittajalle antoivat korvaamatonta apua kaikki ne henkilöt ja organisaatiot, jotka osallistuivat esiselvityksen tekemiseen. Keskustelut ja vierailut yrityksissä ym. organisaatioissa antoivat hyvän pohjan loppuraportin kirjoittamiselle. Hankkeen johtoryhmä osallistui aktiivisesti esiselvityksen suunnitteluun, toteutukseen ja seurantaan (s. 43).

Loppuraportin kirjoittaja kiittää kaikkia esiselvityksen valmistumiseen myötävaikuttaneita henkilöitä ja organisaatioita saamastaan tuesta.

Joensuu, joulukuu 1999

Hannu Boren





# SISÄLLYS

<b>1 JOHDANTO</b> .....	7
1.1 Esiselvityksen tausta ja tavoitteet .....	7
1.2 Esiselvityksen toteuttaminen.....	7
<b>2 PIENPUUN OMINAISUUDET JA KÄYTÖN ONGELMAT</b>	
<b>MEKAANISESSA PUUNJALOSTUKSESSA</b> .....	8
2.1 Harvennushakkuiden hakkuukertymä ja puun laatu .....	8
2.2 Harvennushakkuiden korjuukustannukset .....	14
2.3 Pienpuun sahauksen saanto ja tuottavuus .....	15
2.4 Puuaineen ominaisuuksien vaikutus pienpuun jatkojalostukseen .....	17
<b>3 KEHITTÄMISKOHTEET PIENPUUN KÄYTÖN LISÄÄMISEKSI JA</b>	
<b>KANNATTAVUUDEN PARANTAMISEKSI MEKAANISESSA</b>	
<b>PUUNJALOSTUSTEOLLISUUDESSA</b> .....	19
3.1 Pienpuuhun liittyvän tutkimustiedon ja teknologian siirron	
tehostaminen .....	19
3.2 Pk-yritysten yhteistoiminnan lisääminen .....	20
3.3 Harvennusmännyn hankinnan ja sahauksen kehittäminen.....	21
3.4 Liimapuupalkkien ja –hirsien valmistus harvennusmännystä ja	
-kuusesta.....	25
3.5 Massiivisten hirsi- ja pyöröpuutuotteiden valmistus pienpuusta .....	27
3.6 Piha- ja ympäristörakentamisen osaamisen kasvattaminen ja puuhun	
perustuvien piha- ja ympäristörakentamisjärjestelmien kehittäminen.....	29
3.7 Harvennuskoivun jalostus huonekaluteollisuuden raaka-aineeksi.....	33
<b>4 JOHTOPÄÄTÖKSET</b> .....	37
4.1 Pienpuun käytön kannattavuus mekaanisessa puunjalostusteolli-	
suudessa.....	37
4.2 Esiselvityksen tavoitteiden toteutuminen.....	38
4.3 Esiselvityksen päätulokset .....	40
<b>KIRJALLISUUS</b> .....	41
<b>Liite 1.</b> Pienpuun tutkimus- ja tuotekehitysverkosto -hankkeen tutkimus-	
suunnitelma .....	45
<b>Liite 2.</b> Pienpuun tutkimus- ja tuotekehitysverkosto -hankkeen johtoryhmä. ....	47
<b>Liite 3.</b> Asiantuntija-apu, tiedon ja teknologian siirtotoiminta sekä muu yhteis-	
työtoiminta puutuotealan yritysten ja sidosryhmien kanssa Pienpuun	
tutkimus- ja tuotekehitysverkosto –hankkeessa. ....	48
<b>Liite 4.</b> Pienpuuhun liittyviä projekteja. ....	58



# 1 JOHDANTO

## 1.1 Esiselvityksen tausta ja tavoitteet

Harvennuspuun ja muun pieniläpimittaisen eli pienpuun kantohinta on alhainen pienen hakkuukertymän, korkeiden korjuukustannusten sekä kuidutuksen ja sahaoksen pienen saannon ja tuottavuuden vuoksi. Pienpuun jalostamiseen liittyvät ongelmat ovat kuitenkin niin suuret ja moninaiset, ettei edes alhainen kantohinta saa teollisuutta hyödyntämään sitä riittävässä määrin. Ensiharvennusrästien määrä kasvaa jatkuvasti, vaikka laiminlyöntien seurauksina muun muassa tukkipuun kertymä ja puuston keskikoko pienenevät tulevaisuudessa (Maa- ja metsätalousministeriö 1988). Metsänhoidolliset suositukset edellyttävät ensiharvennusten määräksi yli 200 000 ha vuodessa, mutta vuotuinen toteutuma on ollut 1990-luvulla vain noin 100 000 ha/a. Ensiharvennusten tarve on suurin Etelä-Suomen männiköissä. Kahdeksannen valtakunnan metsien inventoinnin (1986-1992) mukaan ensiharvennusten tarve on Etelä-Suomen mäntyvaltaisissa metsissä 100 000 ha/a ja muiden puulajien vallitsemissa metsissä 60 000 ha/a (Hakkila ym. 1995). Vuotuinen hakkuukertymä olisi vastaavasti täysimääräisesti toteutettuna 7,8 milj. m<sup>3</sup>/a, josta mäntyä 4,0 milj. m<sup>3</sup>/a ja muita puulajeja 3,8 milj. m<sup>3</sup>/a.

Tulevaisuudessa harvennuspuun ja muun pienpuun käyttö teollisuudessa kasvaneen, sillä mm. lisääntyneen metsien suojelun ja puun myyntituloverotukseen siirtymisen vuoksi päätehakkuupuun tarjonta tulee vähenemään ainakin väliaikaisesti. Pieniläpimittaisen puun käytön lisääminen ja sen käytön kannattavuuden kohentaminen on tärkeä haaste metsäteollisuudelle.

Pienpuun käytön lisäämistä ja sen käytön kannattavuuden kasvattamista selvitettiin Tekesin rahoittamassa Metsäntutkimuslaitoksen eli Metlan Joensuun tutkimusaseman ja VTT Rakennustekniikan esiselvityshankkeessa. Tavoitteena oli selvittää pienpuuhun liittyvät konkreettiset T&K-tarpeet pk-yritysten näkökulmasta sekä luoda tutkimuslaitosten ja pk-yritysten välille T&K-verkosto, jossa esille tulleita pienpuun käyttöön liittyviä ongelmia pyritään ratkaisemaan. Liitteessä 1 on esitetty hankkeen tutkimussuunnitelma.

## 1.2 Esiselvityksen toteuttaminen

Esiselvitystyö aloitettiin laatimalla tutkimuksesta lehdistötiedote, joka lähetettiin yli viidellekymmenelle lehdelle. Lehdistötiedotteen ym. tiedonvälityskeinojen kautta pk-yritykset, erilaiset puualan verkostot, yhteenliittymät, etujärjestöt sekä tutkimus ja koulutuslaitokset ottivat yhteyttä kirjoittajaan lisätietojen saamiseksi pienpuuhun liittyvistä tutkimustuloksista ja T&K-hankkeista. Jatkossa esiselvitystyön tekijät Metlasta ja VTT Rakennustekniikasta ottivat aktiivisesti yhteyttä mekaanista puunjalostusta harjoittaviin yrityksiin ym. toimijoihin ja esittelivät käynnissä olevan esiselvityksen tavoitteet ja pienpuuhun liittyviä jo olemassa olevia tutkimustuloksia. Lisäksi kiinnostuneiden yritysten ja toimijoiden kanssa keskusteltiin pienpuun käytön lisäämisen keinoista ja sen jalostuksen kannattavuuden paranta-

misesta sekä neuvoteltiin mahdollisesta yhteistyöstä ja sen sisällöstä. Tätä keskustelua käytiin myös hankkeen johtoryhmässä (liite 2).

Hankkeen loppupuolella rahoittajille esiteltiin yritysten ja muiden toimijoiden kanssa suunniteltujen pienpuun käyttöä ja käytön kannattavuutta parantavien hankkeiden sisältöä ja tavoitteita, jonka jälkeen keskusteltiin jatkotoimenpiteistä hankkeiden eteenpäin viemiseksi. Lisäksi esiselvitystyön tekijät Metlasta ja VTT Rakennustekniikasta antoivat myös asiantuntija-apua yritysten pienpuun hyödyntämistä koskevissa ongelmissa sekä autoivat erityisesti pk-yrityksiä pienpuuta koskevien hankkeiden ja investointien valmistelussa (liite 3).

Keväällä 1999 Pienpuun tutkimus- ja tuotekehitysverkosto – esiselvityshankkeen käynnistymisen jälkeen käynnistyi kaksi, osaksi myös pienpuuhun liittyvää hanketta, Valtakunnallinen puutuotealan osaamiskeskus 1999-2006 ja Teknisen puun klinikka. Näiden molempien hankkeiden kanssa tehtiin tiivistä yhteistyötä pienpuuhun liittyvissä kysymyksissä. Liitteessä 4 on lueteltu tietoon saadut jo käynnistyneet pienpuuhankkeet.

Valtakunnallinen puutuotealan osaamiskeskus on T&K-toimijoiden muodostama kokonaisuus, joka tarjoaa eri osa-alueiden osaamista verkoston kautta. Metlan Joensuun tutkimusaseman tehtävänä on ollut koordinoida puukäytön laajalaistamista, joka sisältää myös pienpuun vaihtoehtoiset hyödyntämismahdollisuudet. Tämä lisäsi Metlan resursseja etenkin pienpuuhun liittyvän tiedon ja teknologian siirron osalta.

Finntech Oy:n hallinnoima Teknisen puun klinikka käynnistyi 1999. Teknisen puun klinikka tarjoaa yrityksille mahdollisuuden testata uusia ja kehittyneitä tuotantoteknologioita, kuten pikakuivausta (kuumakuivaus), lämpökäsittelyä, öljykuivausta ja -kyllästystä sekä liimattuja puutuotteita 50 prosentin tuella olemassa olevissa pilottilaitoksissa. Tässä esiselvityksessä kartoitettiin mahdollisia palveluiden tarjoajia Teknisen puun klinikkaan sekä informoitiin Finntech Oy:tä pienpuun käyttöön liittyvistä ongelmista, joihin Teknisen puun klinikan tulisi tarjota ratkaisumahdollisuuksia. Lisäksi levitettiin tietoa Teknisen puun klinikasta ja sen toiminnasta pk-yrityksiin ja muihin organisaatioihin.

## **2 PIENPUUN OMINAISUUDET JA KÄYTÖN ONGELMAT MEKAANISESSA PUUNJALOSTUKSESSA**

### **2.1 Harvennushakkuiden hakkuukertymä ja puun laatu**

Pienpuun käytön ongelmat alkavat heti jalostusketjun alussa. Harvennuksissa poistetaan pääsääntöisesti metsikön pienimpiä ja huonolaatuisimpia puita, joilla runko-muoto on voimakkaan kapenemisen, mutkien, lenkouden ja monivääryyden vuoksi heikompi kuin päätehakuista saatavalla järeällä puulla. Tämän vuoksi harvennuspuut sisältävät ilmeisesti myös enemmän lylyä kuin päätehakkuupuut.

Mekaaniseen puunjalostukseen soveltuvia runkoja tai rungon osia on siis harvennusten hakkuukertymästä vain pieni osa. Lisäksi hakattavien runkojen koko





**Kuva 1.** Ensiharvennuskanniköt ovat ensisijainen pienpuun lähde sahoille, tällä hetkellä lähinnä huonekalupuuksi. Vihanti. Kuva: Erkki Verkasalo



**Kuva 2.** Kuusipienpuun jalostamiseen on kiinnostusta erityisesti liimapuupalkkien ja -hirsien valmistajilla. Juankoski. Kuva: Erkki Verkasalo

on pienempi kuin päätehakkuissa, jonka vuoksi käsiteltäviä runkoja tilavuusyksikköä kohti on harvennuksissa enemmän. Kun myös kokonaiskertymä on harvennuksissa vain 10...50% päätehakkuun kertymästä, ovat harvennuspuun korjuu- ja kuljetuskustannukset selvästi korkeammat kuin päätehakkuissa. Toisaalta puutavara-lajeja on harvennusleimikoissa vähemmän, lajittelun tarve on pienempi ja puu-aineksen laatu on ilmeisesti tasaisempi kuin päätehakkuuleimikoissa. Kuvissa 1 ja 2 on esimerkit tyypillisestä mänty- ja kuusipienpuusta, joita saadaan ensiharvennuksista.

EU-projektissa (FAIR CT 95 – 0091) Pienen pyöreän puun käyttö rakentamisessa (Ranta-Maunus 1999) tutkittiin mm. pyöreän rakennuspuun kertymiä, runkojen vikoja ja ulkoista terveksaosuutta erilaisissa ensiharvennusmänniköissä ja -kuusikoissa (Stöd 1999). 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 käytetään myös käytännössä sahattavalle pienpuulle. Tutkimuksen mukaan ensiharvennuksista kertyy mekaaniseen puunjalostukseen soveltuvaa puuta keskimäärin vain 5...15 m<sup>3</sup> hehtaarilta eli noin 10...20 % kokonaiskertymästä. Kuusella rakennuspuun keskimääräinen osuus ensiharvennuskertymästä oli suurempi kuin männyllä. Minimilatvaläpimitalla 5 cm rakennuspuun osuus kertymästä oli männyllä 17 % ja kuusella 19 %. Läpimittavaatimuksella 7 cm rakennuspuun osuus laski männyllä 14 prosenttiin ja kuusella 17 prosenttiin ja läpimittavaatimuksella 9 cm vastaavasti männyllä 10 prosenttiin ja kuusella 11 prosenttiin. Kannattavan ensiharvennuksen kertymän alarajana pidetään yleensä noin 30 m<sup>3</sup>/ha (Vuokila 1976, Hakkila ym. 1995). Stödin (1999) tutkimuksen kuvioista 76-80 % täytti käytetystä minimiläpimitasta riippuen kyseisen kertymävaatimuksen.

Taulukoissa 1-5 esitetään pyöreän rakennuspuun kertymät ja kertymän vaihtelu puulajeittain (mänty, kuusi), sekä metsämaan veroluokan (IA-IB, II-IV), uudistamistavan (viljely, luontainen uudistaminen), maan osan (Etelä-, Itä- ja Länsi-Suomi) ja kasvupaikkatyyppin (lehto, lehtomainen kangas, tuore kangas, kuivahko kangas, kuiva kangas, räme ja korpi) mukaan. Kyseiset tulokset on laskettu kolmelle rakennuspuun vaihtoehtoiselle minimilatvaläpimitalle, 5, 7 ja 9 cm.

Kaikilla käytetyillä latvaläpimitoilla rakennuspuun keskimääräinen kertymä samoin kuin kertymän keskihajonta oli kuusella suurempi kuin männyllä (taulukko 1). Vain Länsi-Suomessa keskimääräinen kertymä oli männyllä suurempi kuin kuusella. Suurimmat yksittäisten kuvioden kertymät olivat puolestaan männyllä poikkeuksetta suuremmat kuin kuusella.

Taulukon 2 mukaan männyllä rakennuspuun keskimääräinen kertymät pienenevät pohjoista kohti. Myös suurimmat yksittäisten kuvioden kertymät olivat männyllä Etelä-Suomessa suuremmat kuin muualla maassa. Etelä-Suomi poikkesi selvästi Itä- ja Länsi-Suomesta, mutta Itä- ja Länsi-Suomen välillä ei ollut juurikaan eroa keskimääräisissä kertymissä. Sen sijaan suurimmat yksittäiset kuvioden kertymät olivat suuremmat Itä-Suomessa kuin Länsi-Suomessa. Myös kuusella rakennuspuun kertymien keskiarvot olivat suurimmat Etelä-Suomessa.

**Taulukko 1.** Pyöreän rakennuspuun kertymien keskiarvot ja -hajonnat kuvion pääpuulajin mukaan, rakennuspuun minimilatvaläpimitat 5, 7 ja 9 cm (Stöd 1999).

Minimilatvaläpimita, cm	Mänty		Kuusi	
	Pyöreän rakennuspuun kertymä, m <sup>3</sup> /ha			
	$\bar{x}$	<i>s</i>	$\bar{x}$	<i>s</i>
5	8,9	10,5	13,3	12,6
7	7,7	9,8	11,8	11,5
9	5,9	8,4	9,1	9,9

**Taulukko 2.** Pyöreän rakennuspuun kertymien (m<sup>3</sup>/ha) keskiarvot ja -hajonnat alueittain, rakennuspuun minimilatvaläpimitat 5, 7 ja 9 cm, mänty ja kuusi (Stöd 1999).

Minimilatvaläpimita, cm	Etelä-Suomi		Itä-Suomi		Länsi-Suomi	
	Pyöreän rakennuspuun kertymä, m <sup>3</sup> /ha					
	$\bar{x}$	<i>s</i>	$\bar{x}$	<i>s</i>	$\bar{x}$	<i>s</i>
Mänty						
5	11,6	13,1	7,9	11,1	7,8	7,8
7	10,4	12,7	6,8	10,1	6,5	7,0
9	8,1	11,4	5,3	8,0	4,9	6,3
Kuusi						
5	16,9	14,0	11,7	12,0	6,5	9,1
7	14,8	12,5	10,7	11,7	5,5	8,3
9	11,2	10,7	8,8	10,7	4,1	7,0

Luontaisesti uudistetuilla mäntykuvioilla keskimääräiset kertymät olivat viljelykuvioita suuremmat. Päinvastoin kuin männyllä, kuusella rakennuspuuta saatiin enemmän viljelykuvioilta kuin luontaisesti uudistetuilta kuvioilta (taulukko 3).

Männyllä rakennuspuun kertymä oli kaikilla latvaläpimitoilla suurempi veroluokissa II-IV (karut kasvupaikat) kuin veroluokissa IA-IB (viljyvät kasvupaikat), mutta kuusella tämä suhde oli päinvastainen (taulukko 4). Parhaita kasvupaikkoja rakennuspuun kertymän kannalta olivat männyllä kuivahkot ja kuivat kankaat ja kuusella lehtomaiset ja tuoret kankaat (taulukko 5).



**Taulukko 3.** Pyöreän rakennuspuun kertymien keskiarvot ja -hajonnat uudistamistavoittain, rakennuspuun minimilatvaläpimitat 5, 7 ja 9 cm, mänty ja kuusi (Stöd 1999).

Minimilatvaläpimitta, cm	Viljely		Luontainen	
	Pyöreän rakennuspuun kertymä, m <sup>3</sup> /ha			
	$\bar{x}$	<i>s</i>	$\bar{x}$	<i>s</i>
	Mänty			
5	6,9	7,3	13,1	14,7
7	5,9	6,7	11,6	13,8
9	4,5	6,0	9,0	11,8
	Kuusi			
5	16,5	14,9	10,2	9,6
7	14,7	13,8	8,8	8,5
9	11,8	12,3	6,4	6,5

**Taulukko 4.** Pyöreän rakennuspuun kertymien keskiarvot ja -hajonnat veroluokkaryhmittäin, rakennuspuun minimilatvaläpimitat 5, 7 ja 9 cm, mänty ja kuusi (Stöd 1999).

Minimilatvaläpimitta, cm	Veroluokka			
	IA-IB		II-IV	
	Pyöreän rakennuspuun kertymä, m <sup>3</sup> /ha			
	$\bar{x}$	<i>s</i>	$\bar{x}$	<i>s</i>
	Mänty			
5	4,5	7,3	10,4	11,0
7	3,8	6,5	9,0	10,4
9	3,1	5,9	6,9	9,0
	Kuusi			
5	15,8	13,6	5,8	3,6
7	14,2	12,3	4,6	3,7
9	11,1	10,6	3,1	2,8

Stöd (1999) tutki myös eri vikojen esiintymistä ja terveksaosuutta ensiharvennumänniköissä ja -kuusikoissa. Terveksaosuus määriteltiin elävän latvuksen alarajasta 9 cm:n läpimittaan asti. Tuloksia tarkastaessa tulee ottaa huomioon, että puista ulkoisesti määritetyn elävän latvuksen alarajan on todettu sijaitsevan todellista eli sisäisen terveksaosuuden alkamiskorkeutta korkeammalla (Kärkkäinen 1980, Uusitalo 1994, Verkasalo 1999). Näin ollen puun terveksaista osaa jää jalostukseen menevistä rungoista aina hyödyntämättä, mikäli runkoja apteerataan kirjaimellisesti ulkoisen terveksaisuuden mukaan.



**Taulukko 5.** Pyöreän rakennuspuun kertymien keskiarvot ja -hajonnat kasvupaikkatyypeittäin, rakennuspuun minimilatvaläpimitat 5, 7 ja 9 cm, mänty (Stöd 1999).

Minimilatvaläpimita, cm	Lehtomaisen kangas		Tuore kangas		Kuivahko kangas		Kuiva kangas		Ojitettu räme	
Pyöreän rakennuspuun kertymä, m <sup>3</sup> /ha										
	$\bar{x}$	<i>s</i>	$\bar{x}$	<i>S</i>	$\bar{x}$	<i>s</i>	$\bar{x}$	<i>s</i>	$\bar{x}$	<i>s</i>
Mänty										
5	1,3	1,9	5,0	7,5	10,4	9,7	33,7	15,3	3,6	3,6
7	1,3	1,9	4,1	6,7	9,0	9,0	30,6	18,0	2,8	3,3
9	1,3	1,9	3,3	7,5	7,0	7,6	24,4	20,5	1,3	2,0
Pyöreän rakennuspuun kertymä, m <sup>3</sup> /ha										
	$\bar{x}$	<i>s</i>	$\bar{x}$	<i>S</i>	$\bar{x}$	<i>s</i>	$\bar{x}$	<i>s</i>	$\bar{x}$	<i>s</i>
Kuusi										
5	6,9	0	20,0	14,8	9,1	10,6	8,4	3,5	3,9	0
7	5,2	0	18,3	13,4	7,7	9,2	7,3	3,5	2,4	0
9	1,9	0	15,0	11,5	5,4	7,4	5,1	2,0	1,9	0

Taulukoissa 6 ja 7 on esitetty eri vikojen esiintymistä poistettavissa rungoissa prosentteina poistettavien runkojen kokonaismäärästä ja terveoksaosuudet metreinä ja prosentteina puun pituudesta kasvupaikkatyypeittäin männyllä ja kuusella. Männyllä poistettavilla rungoilla esiintyi eniten vikoja viljavilla kasvupaikoilla, mutta terveoksaosuus oli vastaavasti niillä suurin. Viljavien kasvupaikkojen ensiharvennuskannikoissa rakennuspuun kertymä oli pienin, joten tutkimuksen tulosten perusteella ei voida sanoa, millaisista ensiharvennuskannikoista on saatavilla eniten mekaaniseen puunjalostukseen soveltuvaa terveoksaista mäntyä.

Viljavien kasvupaikkojen ensiharvennuskannikoissa on eniten mekaaniseen puunjalostukseen soveltuvaa kuusta, sillä sekä terveoksaosuus että rakennuspuun kertymät olivat niillä suurimpia. Toisaalta myös kuusella poistettavilla rungoilla esiintyi eniten vikoja viljavilla kasvupaikoilla, mutta näiden vaikutus ei ollut kovin suuri rakennuspuun kertymään.

Stödin (1999) tulokset osoittavat selvästi, että erilaisten leimikoiden välillä on sekä männyllä että kuusella merkittäviä eroja rakennuspuun kertymien, ulkoisen terveoksaosuuden ja vikojen esiintymisen suhteen. Tekijöitä, joiden avulla voidaan tehdä päätelmiä leimikon poistettavien runkojen terveoksaosuudesta ja leimikolta kertyvän rakennuspuun määrästä, olivat mm. puulaji, kasvupaikka ja uudistamispa.

**Taulukko 6.** Vikaisten runkojen osuus poistettavista puista ja niiden terveoksaosuus kasvupaikkatyypeittäin, mänty (Stöd 1999).

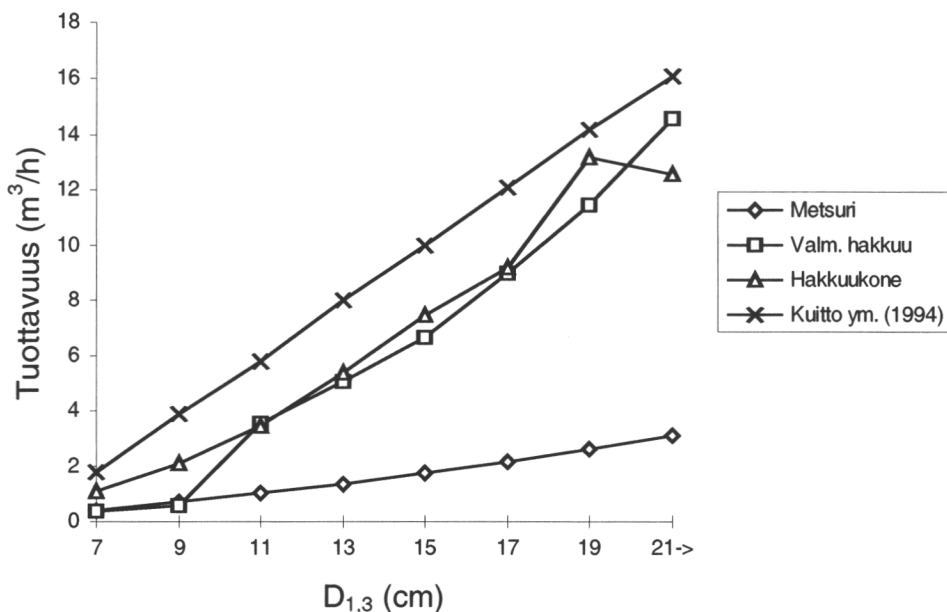
Vikaisten runkojen osuus, %	Lehtomai- nen kangas	Tuore kan- gas	Kuivahko kangas	Kuiva kan- gas	Ojitettu räme
Moniväärä	83,9	73,7	65,1	59,4	68,9
Mutkainen	51,6	22,3	12,0	8,7	14,6
Tyvilenko	16,1	29,1	20,6	14,5	7,8
Lenko	29,0	29,1	22,7	17,4	36,9
Ranganvaihto	64,5	32,6	35,4	31,9	36,9
Poikaoksa	35,5	21,7	16,3	8,7	19,4
>30 mm:n oksa	45,2	21,1	15,1	7,3	6,8
Muut	16,1	8,6	7,9	14,5	8,7
Terveoksaosuus, m	2,3	1,1	1,0	0,5	0,4
%	17,8	9,6	8,0	3,6	3,5

**Taulukko 7.** Vikaisten runkojen osuus poistettavista puista ja niiden terveoksaosuus kasvupaikkatyypeittäin, kuusi (Stöd 1999).

Vikaisten runkojen osuus, %	Lehto	Lehtomai- nen kangas	Tuore kan- gas	Kuivahko kangas	Ojitettu korpi
Moniväärä	66,7	69,6	44,6	48,5	73,9
Mutkainen	7,4	21,6	14,9	13,6	17,4
Tyvilenko	55,6	30,4	32,4	45,5	26,1
Lenko	14,8	20,5	32,4	18,2	26,1
Ranganvaihto	3,7	28,1	9,5	9,1	8,7
Poikaoksa	,0	13,5	5,4	,0	,0
>30 mm:n oksa	,0	,0	,0	3,0	,0
Muut	3,7	7,0	5,4	25,8	8,7
Terveoksaosuus, m	1,4	2,6	1,9	1,6	0,4
%	12,4	19,5	15,1	12,1	3,3

## 2.2 Harvennushakkuiden korjuukustannukset

Pienen hakkuukertymän lisäksi korjuukustannuksia kasvattaa harvennuksissa mm. jäävän puuston huomioon ottaminen korjuun aikana ja pieni rungon koko. Korjuukustannukset ovat harvennuksissa normaalisti 60...120 mk/m<sup>3</sup> ja päätehakuissa vastaavasti 20...60 mk/m<sup>3</sup> (Kuitto ym. 1994). Hakkilan ym. (1995) mukaan koneyrittäjälle maksettu kokonaiskorvaus hakkuusta ja metsäkuljetuksesta oli männyn ensiharvennuksessa 75...90 mk/m<sup>3</sup> ja päätehakuussa 29...35 mk/m<sup>3</sup>. Tutkimusten mukaan korjuukustannukset (mk/m<sup>3</sup>) kasvavat miltei eksponentiaalisesti rungon koon pienentyessä. Tämän vuoksi harvennuksista saatavan puun tehdashinta on lähellä tukkipuun tehdashintaa. Kuvassa 3 ovat Heräjärven (1998) esittämät erilaisten korjuuketjujen hakkuun tuottavuudet verrattuna Kuiton ym.



**Kuva 3.** Eri hakkuumenetelmien tuottavuudet ensiharvennuskuusikoissa verrattuna Kuitton ym. (1994) kaavoilla saatuihin koneellisen hakkuun tuottavuuksiin (Heräjärvi 1998).

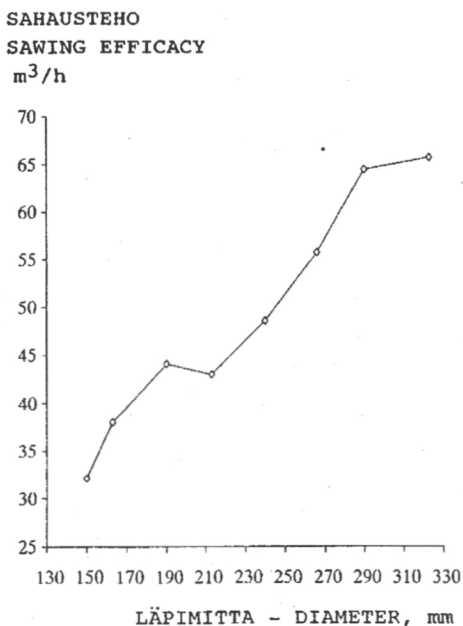
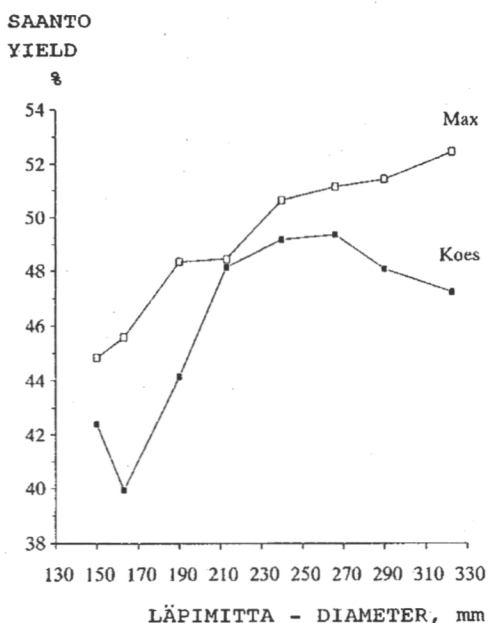
(1994) kaavoilla laskettuihin koneellisen hakkuun tuottavuuksiin ensiharvennuskuusikoissa. Rungon koon pienentyessä tuottavuus (m<sup>3</sup>/h) pienenee eli korjuukustannukset (mk/m<sup>3</sup>) kasvavat kaikilla hakkuumenetelmillä. Kuvasta 3 havaitaan myös valmistelevan hakkuun (metsuri ja hakkuukone) ja pelkän koneellisen hakkuun tuottavuuksien olleen samalla tasolla yli 10 cm:n rungoilla. Metsurin valmistelu ei siis nopeuttanut hakkuukoneen työskentelyä merkittävästi. Metsurihakkuussa tuottavuus oli luonnollisesti pienin; ero koneelliseen hakkuuseen kasvoi nopeasti rungon koon kasvaessa.

### 2.3 Pienpuun sahauksen saanto ja tuottavuus

Hakalan (1992) mukaan latvaläpimitaltaan 15 cm:n mäntyä tarvitaan 2,5 kuutiota yhden sahatavarakuution tuottamiseen eli n. puoli kuutiota enemmän kuin latvaläpimitaltaan yli 20 cm:n mäntyä (kuva 4). Käytännön kokemukset osoittavat käyttösuhteen nousevan tasolle 2,8-3,2 sahaustekniikasta riippuen, kun läpimitta lasketaan aina 10 cm:iin. Pieni rungon koko ja sahausaanto alentavat yhdessä pienpuun sahauksen tuottavuutta verrattuna järeämpään puuhun. Kuvassa 5 on Hakalan (1992) tulos sahaustehon (m<sup>3</sup>/h) kasvusta mäntytukin kuorellisen latvaläpimitan mukaan. Läpimitan kasvaes-

sa 15 cm:stä 21 cm:n sahausteho lisääntyy yli 10 m<sup>3</sup>/h tutkimuksessa käytetyllä kehäsahalla. Pienpuusta saatavat pienet sahatavaradimensiot eivät myöskään ole markkinoilla halutuimpia.

Kokonaisuutena pienpuun sahaus on nykyisin pääsääntöisesti kannattamatonta toimintaa sahoille. Useat sahat kuitenkin käyttävät pienpuuta, sillä sen sahaus tuottaa vähemmän tappiota kuin sahaamalla jättäminen. Hakalan (1992) mukaan pienimmän sahauksen hyväksytyyn latvaläpimitan nostaminen kohotti sahan vuositulosta ainoastaan silloin, kun tuotantoaika säilyi ennallaan eli muiden läpimittaluokkien tukkeja sahattiin vastaavasti enemmän. Tämä ei kuitenkaan ole mahdollista nykyisessä puumarkkinatilanteessa eikä myöskään lähitulevaisuudessa, ainakaan suuremmilla sahoilla, elleivät sahat siirry sahaamaan enenevästi myös järeää tuontipuuta.



**Kuva 4.** Kehäsahalla tehdyn koesahauksen saanto (Koes) ja sahaussimulaattorilla laskettu tukin edullisimman asetteen mukainen saanto (Max) mäntytukin kuorellisesta tilavuudesta latvaläpimitan mukaan (Hakala 1992).

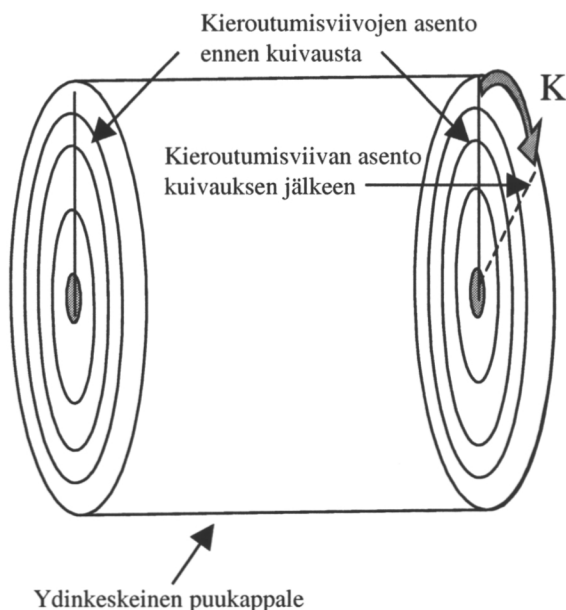
**Kuva 5.** Mäntytukin sahausteho (m<sup>3</sup>/h) kehäsahalla tukkien kuorellisen latvaläpimitan mukaan (Hakala 1992).



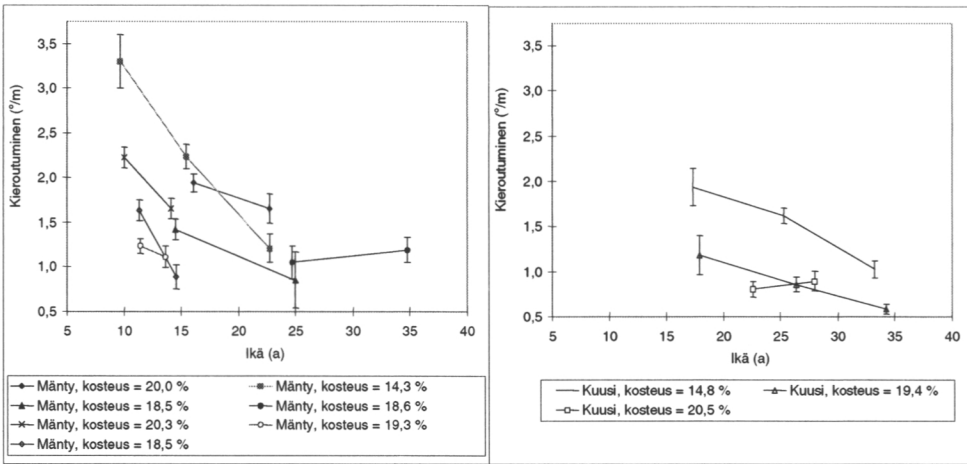
## 2.4 Puuaineen ominaisuuksien vaikutus pienpuun jatkojalostukseen

Nuorpuu on puun ytimen lähellä oleva puuaine (5...25 ensimmäistä vuosirengasta ytimestä laskien), jonka solujen rakenne poikkeaa haitallisesti ytimestä kauempana olevien solujen rakenteesta (Haygreen ja Bowyer 1989). Sauterin ym. (1999) tutkimuksessa havaittiin männyllä nuorpuuta keskimäärin 22 ensimmäisessä vuosirengaassa. Pienpuulla ja pienpuusta sahatuilla pienidimensioisilla sahatavarakappaleilla nuorpuun osuus tilavuudesta on siis suurempi kuin järeästä puusta sahatuilla. Vanhemmiten männyllä ja kuusella muodostuu sydänpuuta ytimen läheisyyteen, jossa siis on nuorpuuainesta. Sydänpuun muodostumisella voi olla kuivausmuodonmuutoksia hillitsevä vaikutus, koska mm. sydänpuun tasapainokosteus on alhaisempi kuin pintapuun.

Nuorpuun soluseinämiä mikro fibrillikulma 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. Kuvissa 6 ja 7 on esitetty Borenin (1999) ydinkeskeisten mänty- ja kuusiaihioiden kieroutumisen mittaussuunnitelma ja tulokset. Sekä männyllä että kuusella havaittiin kieroutumisen olevan voimakkainta, keskimäärin jopa kaksi kertaa suurempaa alle 20-vuotiailla ydinkeskeisillä aihioilla kuin niitä vanhemmilla.



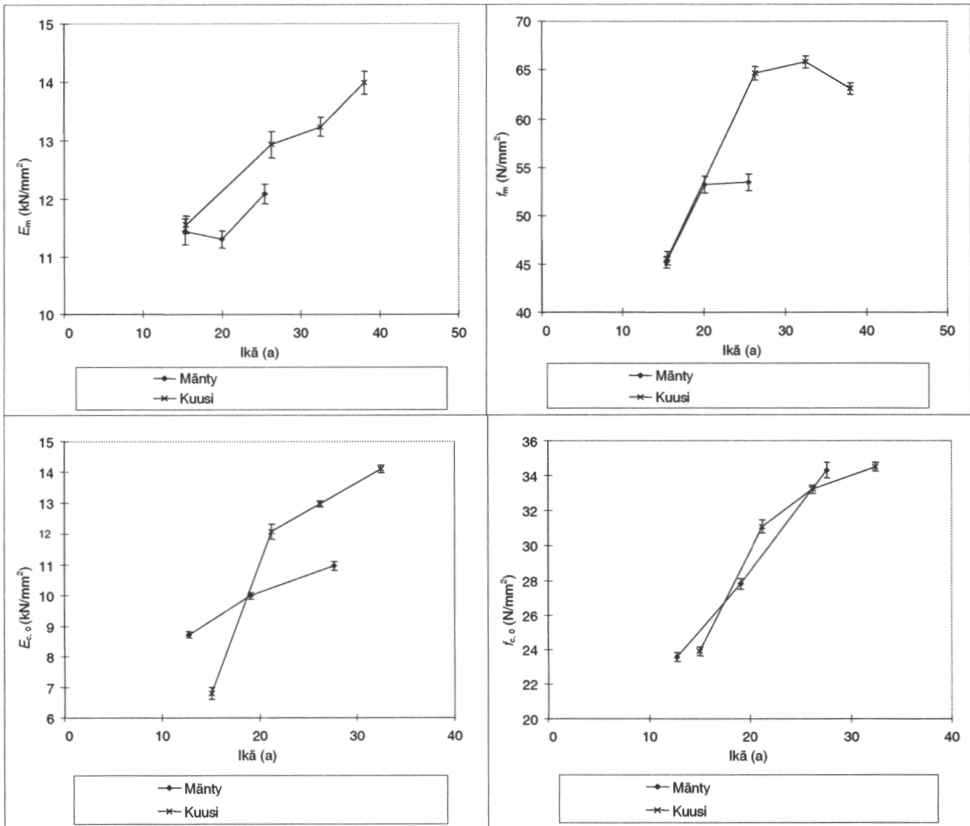
**Kuva 6.** Ydinkeskeisten mänty- ja kuusiaihioiden kieroutumisen mittaaminen, K = kieroutuminen ( $^{\circ}/m$ ) (Boren 1999).



**Kuva 7.** Ydinkeskeisten mänty- ja kuusiainhioiden kieroutuminen iän suhteen (Boren 1999).

Bendtsenin (1978) mukaan nuoruuden lujuus voi olla alhaisemman tiheyden vuoksi jopa 50 % pienempi kuin normaalin puuaineen. Kuvassa 8 on esitetty Borenin (1999) taivutus- ja puristuslujuuskokeiden tulokset sorvatuille mänty- ja kuusiainhioidelle 12 prosentin kosteudessa. Iällä oli positiivinen vaikutus kaikkiin mitattuihin ominaisuuksiin eli taivutuskimmomaisuuteen ( $E_m$ ) ja -lujuuteen ( $f_m$ ) sekä puristuskimmomaisuuteen ( $E_{c,0}$ ) ja -lujuuteen ( $f_{c,0}$ ). Testatun männyn ja kuusen taivutuslujuus vastasi normaalin suomalaisen sahatavaran taivutuslujuutta. Alle 20-vuotiailla männnyillä ja kuusilla 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, saanto parhaisiin lujuusluokkiin on todennäköisesti pieni lajiteltaessa pieniläpimittaisesta puusta sahattua pienidimensioista puutavaraa. Tämä on sahattu ytimen läheltä, joten se sisältää paljon nuoruuta.

Puuaineen kuiva-tuoretiheys on ensiharvennuspuulla alhaisempi kuin muista hakkuista saatavalla puulla. Hakkilan (1968) mukaan se on koko maassa ensiharvennusmännnyllä  $395 \text{ kg/m}^3$ , mäntykuitupuulla keskimäärin  $407 \text{ kg/m}^3$  ja mäntysahanhakkeella vastaavasti  $435 \text{ kg/m}^3$ . Hakkilan (1999) uusien tulosten mukaan kuiva-tuoretiheys on Etelä-Suomessa mäntykuitupuulla ensiharvennuksissa  $398 \text{ kg/m}^3$  (tyvipölkkyt  $408 \text{ kg/m}^3$ , muut pölkkyt  $374 \text{ kg/m}^3$ ) ja kuusikuitupuulla ensiharvennuksissa  $376 \text{ kg/m}^3$  (tyvipölkkyt  $375 \text{ kg/m}^3$ , muut pölkkyt  $378 \text{ kg/m}^3$ ) ja muissa harvennuksissa  $396 \text{ kg/m}^3$  (tyvipölkkyt  $403 \text{ kg/m}^3$ , muut pölkkyt  $394 \text{ kg/m}^3$ ). Puuaineen tiheydellä on monessa mielessä huomattava merkitys paitsi kemiallisessa myös mekaanisessa puunjalostuksessa (esim. Hakkila 1966, 1979, Bendtsen 1978, Kärkkäinen 1985, Haygreen ja Bowyer 1989).



**Kuva 8.** Pyöreän männyn ja kuusen taivutuskimmoisuuden ( $E_m$ ) ja -lujuuden ( $f_m$ ) sekä puristuskimmoisuuden ( $E_{c,0}$ ) ja -lujuuden ( $f_{c,0}$ ) riippuvuus iästä 12 prosentin kosteudessa (Boren 1999).

### 3 KEHITTÄMISKOHTEET PIENPUUN KÄYTÖN LISÄÄMISEKSI JA KANNATTAVUUDEN PARANTAMISEKSI MEKAANISESSA PUUNJALOSTUSTEOLLISUUDESSA

#### 3.1 Pienpuuhun liittyvän tutkimustiedon ja teknologian siirron tehostaminen

Valtakunnallisella puutuotealan osaamiskeskusverkostolla on jatkossa merkittävä rooli pienpuun liittyvän tutkimustiedon ja teknologian siirron välittämisessä pk-yrityksiin. Koska Metlan Joensuun tutkimusasema koordinoi osaamiskeskuksessa puunkäytön laaja-alaistaamista, johon kuuluvat mm. pienpuukysymykset, on luontevaa että pienpuun käyttöön liittyvän tiedon ja teknologian siirtoa pk-yrityksiin

jatketaan tämän hankkeen kautta. Toiminta rahoitetaan maa- ja metsätalousministeriön ja Metsätutkimuslaitoksen panostuksella.

Pienpuuhun liittyvä T&K-toiminta voidaan järjestää olemassa olevien tutkimusorganisaatioiden ja ns. klinikkatyypin toiminnan osalta erityisesti Teknisen puun klinikan kautta. Teknisen puun klinikan palvelut kattavat suureksi osaksi suunnitellut pienpuun hyödyntämismahdollisuuksia lisäävät uudet ja kehittyneet tuotantoteknologiat (luku 2). Yritykset, jotka haluavat testata esim. kuumakuivatua tai lämpökäsiteltyä puuta tuotteissaan, voivat teettää koe-eriä olemassa olevilla teollisuusmittakaavaisilla pilottilaitoksilla Teknisen puun klinikan tuella (50%). Teknisen puun klinikan ongelmana todettiin kuitenkin olevan riittämätön kontaktipinta pk-yrityksiin, minkä vuoksi tiedon siirto ja välitys klinikasta ja sen palveluista pk-yrityksille on tärkeä tehtävä mm. maakunnallisille organisaatioille ja Valtakunnalliselle puutuotealan osaamiskeskuskeskelle. Niiden tulee ottaa aktiivinen rooli sellaisten pk-yritysten etsimisessä, joilla on tiedostamaton tai tiedostettu tarve hyödyntää Teknisen puun klinikan ja tutkimusorganisaatioiden palveluita.

Toisaalta on erittäin toivottavaa, että myös alueelliset teknologia- ja osaamiskeskukset ja puutuotealan kehittämishankkeet aktivoituvat pienpuukysymyksiin liittyvän tutkimustiedon välityksessä ja teknologian siirrossa pk-yrityksille. Näistä on esimerkkinä vuosien 1999-2006 osaamiskeskusohjelmaan kuuluva Itä-Suomen puu- ja metsäosaamiskeskus.

### 3.2 Pk-yritysten yhteistoiminnan lisääminen

Parhaiten pienpuuta voidaan hyödyntää verkostoissa, joihin kuuluissa pk-yrityksissä käytetään ja jalostetaan monipuolisesti puuta. Verkostot, joissa yhdistyy puun energiakäyttö, sahaus, sorvaus ja puun jatkojalostus, antavat pk-yrityksille mahdollisuuden mm. yhteiseen puunhankintaan, sivutuotteiden käyttöön ja markkinointiin. Ongelmana on kuitenkin puun lajittelu eri käyttötarkoituksiin ja lajitellun puun arvo, ts. millainen puu soveltuu yrityksen tarpeisiin ja mikä on ao. yritykselle lajitellun puun osuus kokonaishankintakustannuksista. Pk-yritysten yhteistoiminta mahdollistaa myös tuotteiden yhteisen markkinoinnin, toimituserien koon kasvattamisen jne., jolloin pk-yrityksille avautuu markkinoita, joille heidän omat resurssinsa eivät yksin riitä.

Hyvä esimerkki monipuolisesta puun käytöstä ja pk-yritysten yhteistoiminnasta on Perhossa toimivat energiapuuosuuskunta ja PerhoWood Osuuskunta, joka kuivaa alueen saha-, sorvi- ja hirsiryttäjien puuta. Näin alueen pk-yritysten sivutuotteet voidaan hyödyntää energiantuotannossa ja sahaajille kelpaamaton puu, esim. pienpuu ja kuivaoksaainen välitukki, voidaan ohjata sorvi- ja hirsitaloyritysten käyttöön. Lisäksi pk-ryttäjien tuottamaa erikoissahatavaraa voidaan kuivata PerhoWood Osuuskunnan kamarikuivaamossa, jolloin tuotetusta tavarasta saadaan parempi hinta. Toinen esimerkki pk-yritysten yhteistoiminnan kehittämisestä on Höljäkän Kestopuukylä -hanke, jossa Iivari Mononen Oy:n osaamisen ympärille pyritään keräämään joukko pk-yrityksiä jalostamaan pylväsmateriaaliksi soveltu- matonta pienpuuta mm. piha- ja ympäristörakentamisen tuotteiksi. - Kärjen (1997)

mukaan verkostomuotoista puunhankinta- ja ostotoimintaa on tai on ollut käynnissä ns. erikoispuupörssien muodossa mm. Ranuan seudulla, Etelä-Suomen ja Pohjanmaan ruotsinkielisillä rannikkoseuduilla, Ylä-Savossa, Itä-Hämeessä ja Pohjois-Karjalassa.

Parhaiten paikallisia pk-yrityksiä voivat auttaa yhteisessä puunhankinnassa metsänhoitoyhdistykset, sillä ne voivat välittää pk-yrityksille lainsäädännön mukaan niiden tarvitsemaa puuta omaan lukuunsa 6 000 m<sup>3</sup> vuodessa. Toisaalta esim. Joensuun seudun metsänhoitoyhdistys lajittelee tarvittaessa leimikoilta hakattavan puun eri ostajille ja käyttötarkoituksiin ja välittää sen edelleen puunjalostusyrittäjille puun myyjän lukuun. Koehankkeiden käynnistäminen pk-yritysten yhteisestä puunhankinnasta ja monipuolisesta puunkäytöstä voisi tuoda kaivattua lisäkäyttöä pienpuulle, etenkin alueilla, joilla ei ole kuiduttavaa teollisuutta. Metsänhoitoyhdistyksillä on tärkeä rooli tämän asian eteenpäin viemisessä. Myös metsänhoitoyhdistysten liittojen puunmarkkinointiyritykset ovat toteuttaneet em. toimintatapaa esim. Keski-Pohjanmaalla, Etelä-Savossa, Satakunnassa ja Uusimaalla.

### 3.3 Harvennusmännyn hankinnan ja sahauksen kehittäminen

Useilla sahoilla jo sahataan harvennusmäntyä ja tutkimusluonteisia koesahauksia on tehty. Harvennusmännystä saadun sahatavaran oksikkuuslaatu on vaihdellut suuresti, mutta paras laatu on saatu yleensä hyväkasvuisista harvennusmänniköistä. Myös Borenin (1999) tutkimustulokset antoivat viitteitä siitä, että rungon sisäinen terveoksikkuus olisi suurinta hyväkasvuisilla harvennusmännnyillä. Useimmilla sahoilla ei ole riittävän tarkkaa tietoa siitä, miten erilaiset harvennusmänniköt soveltuvat sahateollisuuden raaka-aineeksi ja millä tavalla harvennusmäntyrungot tulisi katkoa ja sahata parhaimman tuloksen saavuttamiseksi. Lisätiedon tarve on asiasta ilmeinen. Seuraavassa esitetään tässä hankkeessa valmisteltu tutkimussuunnitelma, jonka puitteissa tuotettu tieto antaa sahoille mahdollisuuden tarkistaa nykyisiä toimintatapoja ja suunnitella tulevia investointeja.

Käyttämällä normaalia lyhyempiä tukkipituuksia (2,4...3 m) terveoksaisten, sahauskelpoisten mäntytukkien määrä (m<sup>3</sup>/ha) todennäköisesti kasvaisi erityisesti viljavilla kasvupaikoilla, sillä moniväärät ja mutkaiset rungot voidaan tällöin katkoa tarkemmin sahatukeiksi. Taulukossa 9 esitetään Stödin (1999) tulokset ensiharvennusmäntyjen ulkoisesta terveoksaosuudesta Itä-Suomessa metsätuotepuittain, jotka on laskettu elävän latvuksen alarajasta 9 cm:n läpimitan sijaintikorkeuteen asti. Lisäksi siinä on esitetty eri vikojen esiintyminen prosentteina ensiharvennusmännnyistä. Viljavilla harvennusmäntyleimikoilla, joilla terveoksaosuus on suurin, on myös susipuiden ja runkovikojen, kuten tyvilenkous ja monivääräisy, osuus suurin, mikä pienentää leimikolta kertyvän sahauskelpoisen puutavaran määrää ja kasvattaa kuitupuun määrää.

Nykyistä lyhyempien tukkipituuksien käyttöön liittyvät seuraavat olemukset ja ongelmat, joihin tutkimuksen ja tuotekehityksen tulee perustua ja jotka tulee myös pyrkiä ratkaisemaan:

**Taulukko 9.** Terveksaisuus ja eri vikojen esiintyminen prosentteina ensiharvennumännissä Itä-Suomessa metsätyypeittäin.

Vikaisten runkojen osuus, %	OMT	MT	VT
Moniväärä	74,6	70,0	65,6
Mutkainen	21,9	13,5	8,4
Tyvilenko	15,4	29,6	24,8
Lenko	22,9	38,1	18,4
Ranganvaihto	33,8	21,1	25,1
Poikaoksa	17,4	12,1	7,6
>30 mm:n oksa	7,5	6,7	7,1
Muut viat	7,0	2,2	3,9
Terveksaisuus, m	2,8	1,9	1,2

- Tukkipuun kertymä harvennuksissa kasvaa, koska moniväärät, mutkaiset ja vikaiset rungot voidaan katkoa nykyistä tarkemmin sahatukeiksi.
- Tugin minimipituuden alentaminen 2,4 metriin ei vaikuta olennaisesti hakkuun ja kuljetuksen kustannuksiin.
- Tukkien lajittelu on nykytekniikalla hidasta suuren kappalemäärän vuoksi.
- Tukkipälejä on suuren kappalemäärän vuoksi sahalinjalla nykyistä enemmän, jolloin sahan tuottavuus pienenee.
- Sahaus vakioasetteella (sis. tehokkaan lajittelun) ilman suuria tukkipälejä on tehokkaampaa kuin vaihtuva-asetteinen sahaus ilman lajittelua.
- Kapenemisen, lenkouden, mutkien ja monivääryyden aiheuttama sahauksen saannon pieneneminen ei ole lyhyillä tukeilla yhtä voimakasta kuin pitkillä tukeilla.
- Nykyisten sahauslinjojen perässä olevien lajittelulinjojen kapasiteetti ei riitä – on kehitettävä lyhyille kappaleille soveltuva sahalaitoksen jälkipää.
- Perinteisten kuivaamojen kapasiteetti saattaa joissakin tapauksissa alentua tugin lyhentyessä. Uusia kuivauspakettiratkaisuja tarvitaan.
- ”Pienpuulinjalla” sahataan vain pikkutukkeja, joista saadaan vain kaksi samankokoista sahatavarakappaletta, mikä mahdollistaa kapasiteetiltaan nykyistä suuremman sahalaitoksen jälkipään.

Tarve on määrittää tavanomaista lyhyempien tukkipituuksien käytön vaikutukset tukkikertymään ja korjuun tuottavuuteen erilaisissa harvennumäntyleimikoissa sekä sahatavaran saantoon ja laatuun sekä sahauksen tuottavuuteen (sis. tukkien lajittelun ja sahauksen, tuoreen sahatavaran lajittelun ja kuivauksen, kuivan sahatavaran lajittelun ja paketoinnin). Lisätietoja tarvitaan myös harvennuksessa poistettavien runkojen ulkoisen ja sisäisen oksikkuuden yhteydestä, jotta harvennumännin katkontaohjeet voidaan tarvittaessa tarkistaa, sillä sisäinen terveksaisuus alkaa männyllä tutkimusten mukaan huomattavasti latvusrajan alapuolelta (Kärkäinen 1980, Uusitalo 1994, Verkasalo ym. 1999).

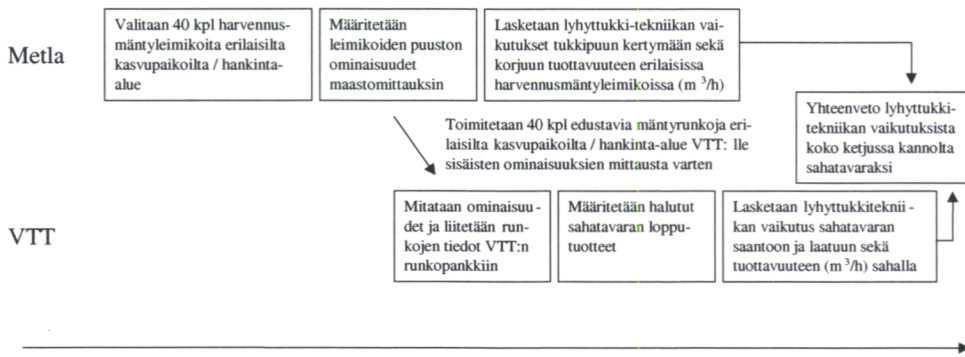




**Kuva 9.** Viisi pienpuun sahauskassa käytettyä teknistä ratkaisua, alenevan sahauskapasiteetin mukaisessa järjestyksessä: 1. Ylh. vas. HewSaw R200 -veistosaha , 2. Alh.vas. MECALOG FC-100 –neljän sivun haketusyksikkö ja jakosaha, 3. Ylh. oik. Replikka-kaksiteräsaha, 4. Kesk. oik. KARA-pyörösaha., 5. Alh. oik. RK500-vaakavannesaha. Kuvat: 1-4 konevalmistajat ja 5 Henrik Heräjärvi.

Kuvattu kysymyksenasettelu tuottaa tietoa nykyistä lyhyempien tukkipituuksien vaikutuksesta erilaisten harvennusmäntyleimikoiden soveltuvuuteen sahauskassa sekä sellaisten harvennusmäntyleimiköiden ominaisuudet (uudistamistapa, kasvupaikka, kasvunopeus jne.) ja valintakriteerit, joita sahausmahdollisuus voi kannattavasti hyödyntää joko nykyisillä tuotantomenetelmillä tai lyhyemmällä tukkipituuksilla. Kuvassa 9 on esimerkkejä pienpuun sahauskassa nykyisin käytetyistä teknisistä ratkaisuksista, joissa sahauskapasiteetti on tyypillisesti hyvin erilainen.

Kuvassa 10 on ehdotus tutkimustyön eri vaiheista ja työnjaosta. Hyvät edellytykset tutkimuksen toteuttamiseen on Metlan Joensuun tutkimusasemalla ja VTT Rakennustekniikalla, sillä ne ovat jo tehneet asiaan liittyviä tutkimuksia. Hankkeen työnjako olisi seuraava: Metla tutkii lyhyiden tukkipituuksien vaikutukset tukkipuun kertymään ja korjuun tuottavuuteen erilaisissa harvennusmäntyleimikoissa sekä mittaa ja valitsee koehausrungot yhteistyössä sahojen kanssa. VTT määrittää ja liittää



**Kuva 10.** Ehdotus erilaisten harvennusmänniköiden soveltuvuutta sahaukseen ja tukkipituuden vaikutuksia koskevan tutkimuksen sisällöstä ja tehtäväjaosta.

runkopankkiinsa koesahausrunkojen sisäiset ominaisuudet (geometria, oksikkuus ym.), jonka jälkeen tutkitaan lyhyempien tukkipituuksien vaikutukset sahatavaran saantoon ja tuottavuuteen simuloimalla. Tutkimusraportissa esitetään tukkipuun kertymän ja korjuun tuottavuuden sekä sahatavaran saannon ja laadun sekä sahausksen tuottavuuden riippuvuus hakattavan leimikon ominaisuuksista ja käytettävistä tukkipituuksista. Lisäksi määritetään harvennuksessa poistettavien runkojen ulkoisen ja sisäisen oksikkuuden yhteys erilaisissa harvennusmänniköissä ja –männissä.

Tutkimuksesta hyötyvät erityisesti pk-sahat, joilla on itsenäinen puunhankinta, sillä ne voivat ohjata puunhankintansa parhaiten haluamiinsa metsiköihin. Mutta myös muut sahat hyötyvät, sillä tutkimus tuottaa tietoa tulevaisuuden investointipäätöksiä varten siitä, miten lyhyempien tukkipituuksien käyttö verrattuna nykyisiin tukkipituuksiin vaikuttaa sahan kannattavuuteen. Lisäksi tutkimuksen tulokset tuovat puunjalostusteollisuuden eri osapuolien käyttöön uudenlaista tietoa harvennusmänniköiden puun laadusta sekä mekaanisessa jalostuksessa hyödynnettävissä olevan harvennuspuun määrästä erityyppisissä metsissä. Harvennusmännyn apteeraus- ja lajitteluohjeita voidaan myös tarkistaa tutkimuksen tulosten perusteella. Suomalaiset puunjalostusyrietykset voivat täten ohjata harvennuspuun entistä tarkemmin eri jalostusprosesseihin. Kiinnostus harvennuspuun käyttöön muutoinkin kuin raaka-aineena kuiduttavassa teollisuudessa todennäköisesti kannustaisi metsänomistajia tekemään nykyistä enemmän ensiharvennuksia ja huolehtimaan taimikonhoidosta, joilla on ensiarvoinen merkitys laadukkaan tukan saannille tulevaisuudessa. Metsänomistajille ja puunmyyjille harvennuspuun lisäkäyttö mekaanisessa puunjalostuksessa tuo lisää puunmyyntimahdollisuuksia ja -tuloja.

Tutkimus tuottaa tietoa myös metsänhoidon menetelmien ja ympäristöolojen (uudistamistapa, kasvupaikka, hankinta-alue, jne.) vaikutuksista ensiharvennuspuun tekniseen laatuun. Tulosten perusteella voidaan mahdollisesti kehittää metsänhoidollisia ohjeita harvennusvaiheessa korjattavan laatuun tuottamiseksi. Lisäksi voidaan ennustaa tulevaisuuden tukkiraaka-aineen määrää ja saatavuutta laadullisesti.



### 3.4 Liimapuupalkkien ja –hirsien valmistus harvennusmännystä ja -kuusesta

Liimapuupalkin ja –hirren valmistus harvennuspuusta tulee useissa yrityksissä ajankohtaiseksi lähitulevaisuudessa, sillä järeiden tukkien saatavuus on heikkenevässä. Massiivisia liimapuupalkkeja käytetään rakennuksissa sekä kantavina rakenteina että arkkitehtuurisista syistä (kuva 11). Palkit voivat olla rakennuksessa näkyvissä tai piiloon jäävissä osissa ja ne voidaan myös peittomaalata. Kaikki kantavissa rakenteissa käytettävät liimapuupalkit tehdään lujuuslajittelusta sahataravasta. Pienpuun lujuusominaisuudet eivät kuitenkaan välttämättä ole riittävän hyviä kantavien liimapuupalkkien valmistukseen. Tämän vuoksi olisi tutkittava myös ei-kantavien liimapuupalkkien sekä liimahirsien valmistusta pienpuusta. Liimahirsi on yleistymässä hirsitalojen rakennusmateriaalina, sillä liimahirsi elää massiivipuuhirttä vähemmän eikä juuri halkeile. Liimahirsille ei ole asetettu lujuusvaatimuksia.

Yksi mahdollisuus pienpuun kannattavaan sahaukseen on tehokkuuden lisäys erikseen pienpuun sahaukseen soveltuvalla tuotantolinjalla, jonka yhteyteen rakennetaan liimapuupalkin ja -hirren valmistuslinja. Pieniläpimittaisesta männystä ja kuusesta ei saada normaaleja liimapuupalkeissa ja -hirsissä käytettäviä sahatavaradimensioita, vaan palkkia olisi valmistettava 63...100 mm leveästä sahatavarasta. Toisaalta liimaamalla useita kappaleita rinnakkain ja päällekkäin voidaan valmistaa myös normaalikokoja järeämpiä palkkeja ja hirsiiä.

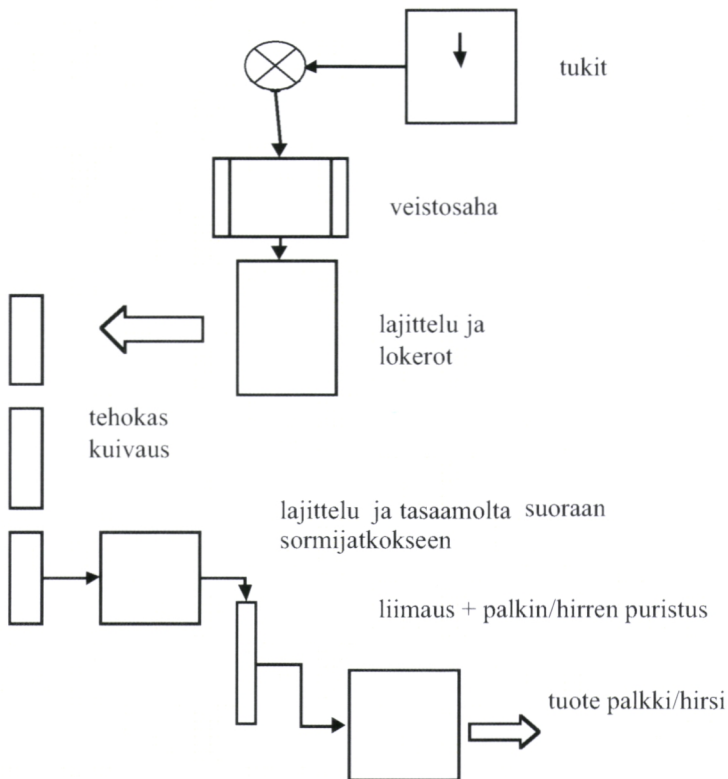
Tutkimus, jossa selvitetään pieniläpimittaisesta männystä ja kuusesta valmistettavan liimapuupalkin ja -hirren tuotantoa, käyttökohteita ja markkinoita, antaisi yrityksille tietoja, joiden perusteella yritykset voivat tehdä investointipäätöksiä. Hankkeessa tulisi tutkia liimapuupalkki- ja liimahirsituotantoon sopivan raaka-aineen saatavuus, laatia tuotantolinjan kustannus- ja kannattavuusarvio sekä tutkia normaalia pienemmän liimapuupalkin ja -hirren markkinoita sekä etsiä markkinointikanavia mm. EU-maihin. Tulisi suunnitella tuotantolinja, joka on tehokas, jatkuvatoiminen ja sekä kantavan liimapuupalkin että liimahirsien valmistusprosessiin soveltuva. Kuvassa 12 on luonnos liimapuupalkki- ja liimahirsituotannon linjaratkaisusta.

Lisäksi olisi tutkittava käytettävissä olevan raaka-aineen soveltuvuus erilaisten liimapuupalkkien ja -hirsien valmistukseen. Mielenkiintoisia kysymyksiä ovat pieniläpimittaisesta männystä ja kuusesta sahatun puutavaran jakautuminen eri dimensioihin sekä liimapuupalkki- ja liimahirsituotantoon soveltuvien dimensioiden jakautuminen lujuus- ja edelleen laatuluokkiin.

Mikäli normaaleihin liimapuupalkin lujuusluokkiin sopivan sahatavaran saanto on pieni eli on tarve tehdä normaalia alemmaa lujuusluokkaa olevaa palkkia, tulisi arvioida tästä aiheutuvat haittatekijät eri käyttökohteissa. Lisäksi tulisi selvittää, mitä liimapuupalkkidimensioita tarvitaan eri käyttökohteissa standardin Eurocode 5 mukaan (esim. paloajan huomioiminen).



**Kuva 11.** Liimapuurakenteet ovat potentiaalinen pienpuun käyttökohte. Heinävaaran koulu, Kiihtelysvaara. Kuva: Erkki Verkasalo



**Kuva 12.** Luonnos liimapuupalkki- ja liimahirsituotannon linjaratkaisusta.



Tutkimuksen tuloksena saadaan tiedot siitä, millaisten liimapuupalkkien ja -hirsien tuotantoon pieniläpimittaisesta männystä ja kuusesta sahattu puutavara soveltuu. Markkinatutkimuksen tuloksena taas saadaan tieto erilaisten liimapuupalkkien hinta- ja kysyntätilanteesta. Lisäksi saadaan arvio tuotannon käynnistämiseen tarvittavan investoinnin suuruudesta ja sen kannattavuudesta.

Kuusi on valtapuu liimapuupalkkimarkkinoilla, jolloin ongelmana tulee olemaan asiakkaan ennakkoluulojen voittaminen, jos käytetään mäntyä. Toisaalta hirsitaloissa mänty on valtamateriaali. Piha- ja ympäristörakentamiseen mänty soveltuu kuusta paremmin, sillä mänty voidaan kyllästyä tehokkaasti. Tällä hetkellä myös harvennuskäynnin saatavuus on parempi ja hintataso on edullisempi kuin harvennuskuusen. Liimapuupalkkien tai -hirsien valmistamiseen pienpuusta tähtävien hankkeiden suurimmat riskitekijät ovat kova kilpailu tai kilpailukykyisen teknologian korkea hinta.

### **3.5 Massiivisten hirsi- ja pyöröpuutuotteiden valmistus pienpuusta**

Aitatolppien ja aitojen, erilaisten katosten ja huvimajojen, leikkimökkien, leikkikenttävarustusten, meluvallien, pergoloiden, pyöröpaneelin, puutarhavajojen, viinikeppien jne. valmistus pienpuusta kuorimalla, sorvaamalla ja/tai veistämällä on kasvava pienpuun jalostuksen muoto Suomessa. Valitettavasti kuitenkin Baltian maissa ja Puolassa olevilla saman alan yrityksillä on käytössään edullisempi raaka-aine kuin suomalaisilla yrityksillä. Kuitupuun tehdashinta on esim. Virossa 140 mk/m<sup>3</sup>, jolloin varsinkaan pk-yritystemme hintakilpailukyky ei riitä Keski-Euroopan eikä aina kotimaankaan markkinoilla.

Ympäristörakentamiseen liittyvät tuotteet ovat usein bulkkitavaraa, minkä vuoksi tuotannon ja myynnin katteet ovat pienet. Tarjolla on kuitenkin markkinoita myös laadukkaille, yksilöllisille, korkeatasoisille ja -hintaistille tuotteille, joiden tuotanto vaatii huipputeknologiaa ja markkinoinnin osaamista.

Borenin ym. (1998) tutkimuksessa pyöröpuutuotteiden markkinoista Englannissa ja Saksassa selvitettiin erityisesti piharakentamisen markkinoita. Sekä englantilaiset että saksalaiset asiakkaat antoivat tuotteista saman kommentin: samanlaista tuotetta (laatua) saa Itä-Euroopasta selvästi halvemmalla kuin Suomesta. Asiakkaat halusivat tavanomaista korkeatasoisempia tuotteita ja olivat myös valmiita maksamaan niistä tavanomaista enemmän. Ongelmina esitellyissä tuotteissa olivat kuivauslaatu ja puun eläminen: englantilainen asiakas olisi halunnut miltei halkeilematonta, kuivattua pyöröpuuta sekä aita- että leikkikenttämateriaaliksi, josta he olisivat olleet valmiita maksamaan 1600 mk/m<sup>3</sup> (DDP eli toimitettuna asiakkaalle). Tällä hetkellä englantilaiselle asiakkaalle toimitetaan Uudesta Seelannista ja Etelä-Afrikasta kuumakuivattua pyöreää radiatämäntyä, joka täyttää asiakkaan kuivauslaatuvaatimukset. Lisäksi pienestä pyöröpuusta tehty huvimaja kiinnosti asiakkaita, mutta ongelmana oli jälleen pyöröpuupaneelin halkeilu sekä puun eläminen, joka vaikutti mm. rakenteen tiiviyteen sadevettä vastaan ja ikku-

noiden toimivuuteen. Kuvassa 13 on Oy GREEN-LIFE Finland Ltd:n markkinoimia suomalaisia pyöröpuutuotteita piharakentamiseen.

Pienpuun eläminen on voimakasta. Kun tästä materiaalista valmistetaan tuotteita, joissa on pieniä pontteja ym. tarkkoja liitoksia, pienikin kosteuden vaihtelu saattaa aiheuttaa tuotteessa muodonmuutoksia, jotka ovat visuaalisesti havaittavissa ja saattavat heikentää tuotteen toimivuutta. Tuote on joissakin tapauksissa joko kasattava tai paketoitava hyvin heti valmistuksen jälkeen. Myös valmiissa, kasatussa tuotteessa tapahtuu puun elämistä, joka saattaa vaikuttaa mm. ikkunoiden ja ovien toimivuuteen. Tämän vuoksi korkealaatuisia puutuotteita piharakentamiseen, jotka säilyttävät ulkonäkönsä ja toimivuutensa myös vaihtelevissa kosteusolosuhteissa ja kelpaisivat keskieurooppalaisille kuluttajille, on vaikea valmistaa perinteisellä tavalla kuivatuista ydinkeskeisistä pienpuuaihioista.

Tutkimustulokset osoittavat, että puun eläminen vaihtelevissa kosteusolosuhteissa saadaan lämpökäsittelyssä pienennetyksi jopa puoleen alkuperäisestä (Viitaniemi ja Lämsä 1996). Myös yritysten kokemusten mukaan kuumakuivaus/lämpökäsittely pienentää elämistä niin paljon, että erilaisten hirsityyppisten aihoiden valmistaminen pienpuusta on mahdollista siten, että puun eläminen ja halkeilu on jatkossa riittävän pientä. Myös tuotteiden säänkesto parantuisi, jos ne valmistettaisiin lämpökäsittelystä puusta. Puun kuivausta, värjäystä ja kyllästystä pellava- ym. öljyillä on myös tutkittu. Niiden mukaan öljykuivauksella saadaan



**Kuva 13.** Oy GREEN-LIFE Finland Ltd:n markkinoimia suomalaisia pyöröpuutuotteita piharakentamiseen.



hyvä kuivauslaatu. Lisäksi puutuotteille ympäristöystävällisellä öljykyllästyksellä saatava 10-15 vuoden lahonkesto on erään englantilaisen ympäristörakentamisan yrityksen mielestä riittävän hyvä tuotteen markkinointia ja käyttöä ajatellen, jos tuotteen hinta on vain 10...30 % korkeampi verrattuna CCA-kyllästyksen.

Pienen pyöreän puun käyttö rakennusmateriaalina ja erityisesti sen vienti edellyttää alan standardisoinnin kehittymistä. CEN:in piirissä on käynnistetty yleiseurooppalainen pyöreän puun rakenteellista käyttöä koskevan tuotestandardin valmistelu. VTT Rakennustekniikka on toimittanut standardin valmistelijoille suomalaista tutkimustietoa pieniläpimittaisen pyöreän puun ominaisuuksista (Ranta-Maunus 1999). Lisäksi on valmisteltu puuta rikkomattomien eli NDT-menetelmien käyttöönottoa pyöreän puun lujuuden testauksessa. Menetelmä tarjoaa onnistuessaan yksinkertaisen tavan pyöreän puun lujuuslajitteluun. Aktiivinen osallistuminen standardisointiin edistäisi pienpuun käytön lisääntymistä rakennusteollisuudessa.

Panostamalla tehokkaaseen tuotantoteknologiaan ja/tai uusiin menetelmiin, jotka parantavat puun lahon- ja säänkestoa sekä vähentävät puun elämistä ja halkeilua, voidaan harvennuspuusta valmistaa korkealaatuaisia ja –hintaisia massiivisia hirsi- ja pyöröpuutuotteita piha- ja ympäristörakentamiseen. Suomella on myös etunaan tiukkasyinen ja luja raaka-aine verrattuna esim. Baltian raaka-aineeseen, jota etua tulisi hyödyntää mm. markkinoinnissa. Suomalaisen harvennuspuun lujuutta voitaisiin hyödyntää markkinoinnissa jopa Keski-Euroopan viiniköynnösten tukikeppimarkkinoilla, sillä tukikeppien tulee kantaa raskaita kuormia jopa kolme vuosikymmentä.

### **3.6 Piha- ja ympäristörakentamisen osaamisen kasvattaminen ja puuhun perustuvien piha- ja ympäristörakentamisjärjestelmien kehittäminen**

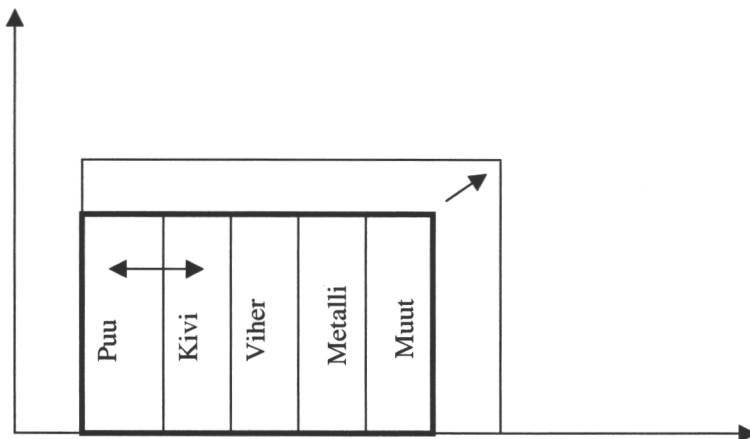
Pienpuun, ongelmallisten sahatavaralaatujen ja -pituuksien ja pienten dimensioiden käyttöä lisäävien volyymituotteiden kehittäminen ympäristörakentamiseen on potentiaalinen mahdollisuus, johon Suomessa tulisi panostaa. Useat hirsi-, pylväs- ja saha-alan yritykset ovat todenneet, että pienpuun käyttö piharakentamistuotteisiin ratkaisisi monia puunhankintaan liittyviä ongelmia. Puinen piharakentaminen on yksi mahdollisuus laajentaa yritysten tuotevalikoimaa. Se voi lisäksi liittyä läheisesti mm. hirsitaloyritysten nykyiseen toimintaan. Pienpuu on kokonsa ja hintansa vuoksi sopiva raaka-aine näihin tuotteisiin – järeää puuta ei aina kannata käyttää, koska sille löytyy yritysten kannalta kannattavaa käyttöä nykyisissä tuotteissa.

Lisäksi puun yhdistäminen ympäristörakentamisessa muihin rakennusmateriaaleihin, etenkin kiveen, on nähty alan yrityksissä tärkeäksi tutkimus- ja tuotekehitysalueeksi. Samalla kuitenkin on todettu, että pelkästään (pien)puusta valmistetuilla tuotteilla ei voida rakentaa pihaa ja ympäristöä; tarvitaan lisäksi kivi- ja metallituotteita, puita, pensaita, kukkia ja osaavia piha- ja ympäristörakenta-

misalan ammattilaisia suunnittelemaan ja rakentamaan ihmisten elinpiiriä näistä materiaaleista. Samalla kun osaaminen ja kulttuuri piha- ja ympäristörakentamisen alalla kasvaa, lisääntyvät myös piha- ja ympäristörakentamistuotteiden markkinat. Tuotejärjestelmät, joissa yhdistetään joustavasti puu- ja kiviosat sekä niistä kootut tuotteet, antavat jälleenmyyjille, kauppaketjuille ja urakoitsijoille mahdollisuuden tarjota asiakkaille kokonaisuuksia, joiden avulla voidaan erottua kilpailijoista. Kuvassa 14 on havainnollistettu, miten koko ympäristörakentamisen volyymin kasvattaminen lisää myös (pien)puun osuutta ympäristörakentamisessa. Kun puu tai muu materiaali pyrkii kasvattamaan markkinaosuuttaan nykyisen kokonaisuuden sisällä, se tapahtuu valtaamalla muiden materiaalien markkinaosuuksia mm. kilpailukykyä heikentävän hintakilpailun avulla. Sen sijaan kasvattamalla markkinaa kokonaisuutena lisätään samalla myös (pien)puun käyttöä ilman kovaa kilpailua markkinaosuuksista muiden materiaalien kustannuksella.

Puuhun perustuvat ympäristörakentamisen järjestelmät ja tuoteperheet ovat yleisiä mm. Saksassa. Vuonna 1997 Saksassa myytiin puisia puutarharakenteita 3 miljardin D-markan arvosta – 85 % näistä tuotteista oli valmistettu männystä ja kuusesta. Saksalaisten yritysten luetteloista löytyvät tarkat piirustukset ja ohjeet järjestelmiin kuuluvista osista sekä esimerkkejä niistä koottavista tuotteista.

Ympäristörakentaminen on voimakkaassa kasvussa myös Suomessa, mutta suomalaisilla yrityksillä ei ole, muutamaa poikkeusta lukuunottamatta, tarjolla vastaavanlaisia järjestelmiä ja tuoteperheitä ympäristörakentamiseen. Paineekyllästetty sahatavara, aitatolpat sekä puutarhavajat ja huvimajat ovat yleisimpiä suomalaisten yritysten valmistamia piha- ja ympäristörakentamiseen liittyviä tuotteita, jotka ovat kuitenkin yleensä kaukana siitä laatu- ja hintatasosta, mitä vaaditaan Keski-Euroopassa.



**Kuva 14.** Ympäristörakentamisen volyymin ja eri materiaalien markkinaosuuksien kasvattaminen: kasvattamalla koko markkinaa lisätään samalla (pien)puun osuutta.

Puun käyttömahdollisuuksia ympäristörakentamisessa heikentävät ho-  
mehtumis- ja lahoamisalttius, pinnan ja sen värin muutokset auringonvalon vaiku-  
tuksesta sekä kosteusvaihtelusta aiheutuvat muodonmuutokset ja halkeilu. Käyttä-  
mällä rakenteellista suojausta, asianmukaisia puunsuoja-aineita ja pintakäsittely-  
materiaaleja sekä valikoituja tuotantomenetelmiä voidaan nämä ongelmat välttää ja  
puuta käyttää lähes kaikissa ympäristörakentamisen kohteissa.

Suomen harvennusmetsät ovat vajaakäytössä eikä rakennuskivistäkään ole  
pulaa. Panostaminen piha- ja ympäristörakentamistuotteiden valmistukseen ja  
markkinointiin on yksi mahdollisuus lisätä näiden raaka-aineiden käyttöä sekä  
saada työtä ja toimeentuloa myös maaseudulle. Tämän vuoksi Suomessa tulisi  
panostaa hankkeisiin, joiden tavoitteena on kehittää puuhun ja kiveen perustuvia  
ympäristörakentamisen tuotejärjestelmiä. Erityisesti hankkeissa tulisi kiinnittää  
seuraaviin seikkoihin:

- Osassa järjestelmän tuotteita voidaan hyödyntää tuotannossa syntyviä sivu-  
tuotteita, esim. hakkuissa syntyvää pienpuuta tai puun jalostusprosessissa  
syntyviä pieniä dimensioita (lyhyet/kapeat kappaleet).
- Järjestelmän puuosat ja -tuotteet ovat yhteensopivia muiden ympäristöraken-  
tamiseen liittyvien materiaalien ja tuotteiden, erityisesti kiven ja kivit tuotteiden  
kanssa.
- Järjestelmä mahdollistaa tuotteiden massatuotannon, joka voidaan kuitenkin  
räättelöidä kilpailukykyisesti asiakkaan tarpeen mukaan.
- Järjestelmän tuotteet on helppoja ja kevyitä kuljettaa, mikä mahdollistaa  
kompaktin pakkauksen.
- Järjestelmän tuotteet on helppoja asentaa ja koota, joten järjestelmä soveltuu  
Tee-Se-Itse rakentamiseen (DIY).
- Järjestelmät kehitetään täyttämään aina tietyn, halutun markkinasegmentin  
tarpeet, jolloin markkinat on tunnettava tarkasti.
- Järjestelmän/yrityksen tuotevalikoiman tulee sisältää avaintuote, jonka kautta  
järjestelmä/tuotevalikoima lanseerataan markkinoille askel kerrallaan tuote  
tuotteelta, liike liikkeeltä, ketju ketjulta ja maa maalta.

Suomalaisille yrityksille tulisi hankkia markkina- ja tuotetietoa Englannin  
ja Saksan ympäristörakentamisen segmentistä, sillä siellä olevat yritykset ja tuot-  
teet edustavat alansa huippua. Kartoittamalla potentiaaliset tuotteet ja tuoteryhmät  
sekä niiden valmistukseen liittyvä tuotantoteknologia, valmistajat, jälleenmyyjät  
jne. suomalaiset yritykset voivat suunnata tuotekehitystään nykyistä paremmin.  
Markkina- ja tuotetiedon hankinnan tavoitteina ovat:

- Löytää kilpailukykyisimmät tuotteet suomalaisen kivi- ja puutuoteteollisuuden  
kannalta eli tutkia
  - käytettyjä materiaaleja, materiaalien yhdistämistä, pintakäsittely- ja  
suojausmenetelmiä

- ympäristöystävällisyyden merkitystä
- käytettyjä tuotantomenetelmiä
- järjestelmäratkaisuja
- Löytää järjestelmätuotteet
- Löytää toimijat (kilpailijat)
- Löytää jakelukanavat
- Hakea mahdollisia liittolaisia
- Esitellä suomalaisten yritysten ja tutkimuslaitosten kehittämiä tuotteita ja tuotantomenetelmiä

Teknisen puun klinikka antaa puualan yrityksille mahdollisuuden testata uusia tuotantoratkaisuja ja tuotteita olemassa olevilla pilottilaitteilla, mikä omalta osaltaan alentaa puualan yritysten kynnystä kehittää toimintaansa. Osaamista ja tietotaitoa puun ja kiven yhdistämisestä sekä ympäristörakentamisen järjestelmien kehittämisestä ei ole tarjolla alan yrityksille. Tämän vuoksi olisi perustettava esim. Ympäristörakentamisen klinikka, johon kootaan kivi- ja puualan, muotoilun ja järjestelmärakentamisen osaamista ja teknologiaa. Klinikkan palveluiden avulla yritykset voivat testata ja jalostaa ideoita, tuotantoratkaisuja ja tuotteita nykyistä edullisemmin ja tehokkaammin. Lisäksi klinikkan tulisi tarjota osaamista yrityksille pihojen ja ympäristön kokonaissuunnittelusta sekä rakentamisesta, jolloin klinikkan osaaminen kattaisi piha- ja ympäristörakentamiseen liittyvät tuotteet ja palvelut.

Tuotekehitystä ja markkinointia puun hyödyntämiseksi piharakentamisessa on jo tehty. Merkittävän kasvun aikaansaamiseksi olisi menekinedistämiseen panostettava vielä voimakkaammin. Tämän vuoksi olisi tarpeellista organisoida menekinedistämiskampanja puusta valmistettujen tuotteiden käytön kasvattamiseksi piharakentamisessa kotimaassa. Tämä korottaisi suomalaisten piharakentamisen kulttuuria, kasvattaisi tietoisuutta puun ja kiven tarjoamista mahdollisuuksista ja ohjaisi kulutusta puusta ja kivistä valmistettuihin tuotteisiin. Menekinedistämiskampanja kannustaisi yrityksiä panostamaan aiempaa voimakkaammin myös tuotekehitykseen.

Asetettujen tavoitteiden saavuttaminen edellyttää järjestelmiä kehittävien puu- ja kivialan yritysten, arkkitehtitoimistojen, ympäristörakentamista toteuttavien yritysten, tutkimusorganisaatioiden, puutarhamyymälöiden sekä puutavaraliikkeiden ja –ketjujen välistä yhteistyötä. Yhteistyö puutavaraliikkeiden ja –ketjujen kanssa tehostaisi etenkin puualan pk-yritysten toimintaa: nykyisin ne suunnittelevat itsenäisesti tuotteita, joita tarjotaan ketjuille yleensä huonolla menestyksellä. Syynä tähän ovat korkea hinta, liian alhainen tuotantokapasiteetti, tuote ei täytä asiakkaan odotuksia/vaatumuksia jne. Kun pk-yritykset tekevät tuotekehitystä alusta asti yhteistyössä asiakkaan kanssa, saadaan hyvä lopputulos nykyistä nopeammin, ehkä jopa pienemmällä panostuksella. Kuvassa 15 on ehdotus piha- ja ympäristörakentamisen kehittämisestä, jossa määritellään sisältö, toimijat ja tehtävänjako.



Piha- ja ympäristörakentamisohjelma	
Tekes, KTM (TE-keskukset)	
Puun käytön kasvattaminen	Osaamisen kasvattaminen
<p>Ympäristörakentamisen puutuotteet</p> <p>- Sisältö</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ympäristörakentamiseen liittyvien puutuotteiden menekinedistäminen sekä markkina- ja tuotetiedon hankinta</li> <li>• Tuotekehitys</li> </ul> <p>- Päätoimijat</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Finnpro Oy</li> <li>• Kestopuu Oy</li> <li>• Puuinfo Oy</li> <li>• Teknisen puun klinikka</li> <li>• VTT</li> <li>• YTI Mikkeli</li> <li>• Valtakunnallisen puutuotealan osaamiskeskus</li> </ul>	<p>Piha- ja ympäristörakentamisen klinikka</p> <p>- Hallinnointi</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Neopoli Oy</li> </ul> <p>- Sisältö</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kokonaisvaltainen piha- ja ympäristörakentaminen eli kokonaissuunnittelu, rakentaminen, järjestelmäosaaminen, puun ja kiven yhdistäminen, markkinatutkimus, muotoilu</li> </ul> <p>- Päätoimijat</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Neopolissa toimivat yritykset, Lahden muotoiluinstituutti ym.</li> <li>• Finnpro Oy</li> <li>• VTT</li> <li>• YTI Mikkeli</li> </ul>

**Kuva 15.** Ehdotus piha- ja ympäristörakentamisen kehittämisestä.

### 3.7 Harvennuskoivun jalostus huonekaluteollisuuden raaka-aineeksi

Suomessa tuotetaan n. 150 000...200 000 m<sup>3</sup> koivusahatavaraa vuodessa (Verkasalo 1998). Käyttäjät eivät erottele hies- ja rauduskoivuja, koska niiden puuaineen ominaisuuksien erot ovat loppukäyttökohteiden kannalta merkityksettömän vähäisiä. Sahalaitosten sijainnin ja tukkien järeyden perusteella voidaan kuitenkin olettaa suurimman osan sahakoivuista olevan raudusta.

Koivusahatavaran pääkäyttökohteet ovat huonekalu-, puusepän- ja parkettiteollisuudessa, joista ensin mainitut ovat perinteisesti hakeneet oksatonta raaka-ainetta. Tämän tyvitukin pintaosista saatavan arvokkaimman raaka-aineen osuus sahatavaraosaannosta on pieni. Tyvitukin sisäosista sekä välitukista saatavan mustaoksaisen sahatavaran arvo ja käyttömahdollisuudet em. teollisuudenaloilla ovat puolestaan vähäiset.

Terveoksaainen mäntysahatavara ”knotty pine” tuli 1990-luvun puolivälissä suosituksi materiaaliksi huonekalumarkkinoille. Vuosikymmenen lopussa markkinat ovat avautuneet myös terveoksaisestä koivusahatavarasta eli oksakoivusta (kuva 16) tehdyille tuotteille. Oksakoivun mekaanisen jalostuksen lisääminen on perusteltua.

Sitä on saatavissa päätehakuikäisten runkojen terveoksaisten latvatukin lisäksi istutusrauduskoivikoista sekä luontaisesti syntyneistä raudus- ja hieskoivi-

koista, joita kehittyi harvennusikään vuosittain huomattava määrä. Samaan aikaan kemiallisen metsäteollisuuden kiinnostus kotimaista koivua kohtaan voi olla vähenemässä.

Valtaosin terveksaista puutavaraa tuottavat harvennuskoivikot tarjoavat koivun sahaajille verraten edullisen raaka-ainelähteen. Harvennuskoivikoiden laatuksymykset ovat kuitenkin toistaiseksi arvailujen varassa. Istutuskoivuista on tehty havaintoja tietyistä, luontaisesti syntyneissä koivikoissa vähäisempinä esiintyvistä ongelmista. Tiedetään mm. että koivun ruskotäpläkärpänen viihtyy istutetuissa, yhden puulajin peltorauduskoivikoissa (esim. Niemistö 1998). Istutuskoivikoissa on myös arvioitu esiintyvän luontaisesti syntyneitä metsiköitä enemmän juurten ja tyven lahovikoja johtuen mm. myyrille suotuisista olosuhteista. Kattavaa selvitystä niin luontaisesti syntyneiden harvennuskoivikoiden kuin istutuskoivikoidenkaan laadusta ei toistaiseksi ole tehty.

Koivusahatavaran jatkojalostajat ovat kiinnostuneet viime vuosina oksakoivun jalostamisesta tuotemerkkinoiden avautumisen myötä. Nykykäyttö rajoittuu muutamana oksakoivuun erikoistuneen yrityksen valmistamiin parketin pintamateriaaleihin sekä liimalevyihin. Etu oksattomaan lautaan verrattuna on elävä ja vivahteikas ulkonäkö.

Jotta voidaan selvittää harvennuskoivun laatuksymyksiä, joudutaan tekemään sekä runko- että leimikkotason mittauksia. Aluksi pitää selvittää runkotasolla, millaiset ulkoiset ominaisuudet omaavasta rungosta saadaan niin paljon kelvollista sahatavaraa, että sahausta kaikkine kustannuksineen voidaan pitää kannattavana.



**Kuva 16.** Koivuliimalevyn valmistukseen käytettävää terveksaista sahatavaraa. Vilkon Oy, Hirvensalmi. Kuva: Erkki Verkasalo

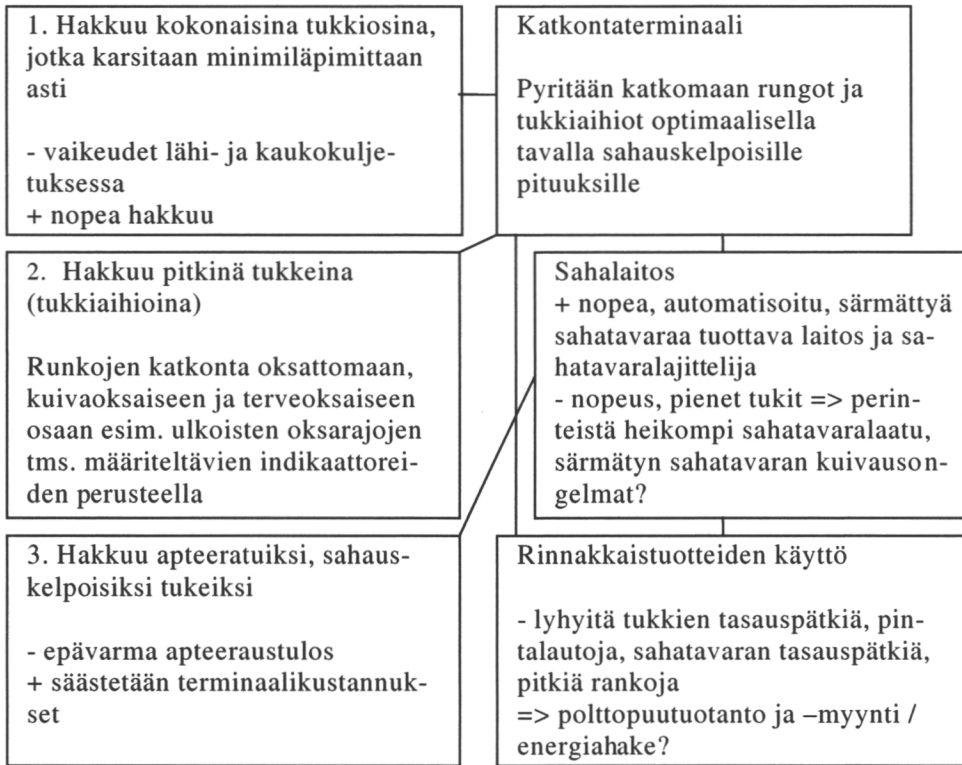
Kun erilaisissa olosuhteissa kasvaneiden runkojen sahauskelpoisuutta osoittavat indikaattorit on selvitetty, siirrytään leimikkotason mittauksiin. Leimikkotasolla selvitetään, kuinka suuri osa harvennuspoistumasta täyttää kullakin leimikkotyypillä sahauskelpoisille tukeille asetetut vaatimukset. Terveoksaisten koivutukin ja –sahatavaran osalta selvitystarpeita olisivat mm:

- Harvennuskoivurunkojen ja -tukkien laatu
- Hakkuukertymät
- Raaka-aineen hankinnan logistiikka
- Nykyiset ja potentiaaliset tuotteet ja niiden markkinat
- Jalostuksen ongelmat (kuivaus, liimaus, kittaus, työstö, väri...)

Mikäli harvennuskoivun sahaaja ostaa kokonaisia leimikoita, ensisijaisena selvitystarpeena on sahaukseen kelpaamattoman puutavaran käyttö, jota ensiharvennuskoivikon kertymästä voi olla 70...90 % (sahaajien oma arvio). Tällöin yrityksen päätuotteeksi muodostuu sahatavaran sijaan polttopuu tai hake. Jos sahaaja haluaa ostaa vain sahattavaksi soveltuvan osuuden harvennuspuukertymästä, hänen on luotava yhteistyösopimus kuitupuun ostajien kanssa ja kehitettävä yksinkertaiset, pystykauppoihin soveltuvat laatumääritteet sahatukeille. Laatumääritteiden tulee olla sellaiset, että niitä voidaan noudattaa sekä ihmistyönä että koneellisesti harkittavissa kohteissa. Tällöin kyseeseen tulevat lähinnä läpimitta- ja suuruusvaatimukset sekä mahdollisesti esim. ulkoisten oksarajojen perusteella määriteltävissä olevat tukkien apterausohjeet.

Korjuussa keskeistä on sahauskelpoisten tukkien pieni kertymä. Metsänhoidollisista syistä harvennuskoivikosta poistetaan lähinnä kasvussa jälkeen jääneitä, vioittuneita sekä muuten huonolaatuisia (pystyoksat, haarat, selvät lahoviat, mutkat) runkoja. Niistäkin poistettavista rungoista, joista saadaan sahauskelpoinen tukki, suurin osa voi olla sahaukseen kelpaamattomia. Jos sahalle ostettava puutavara hankitaan tukkiosina, vähäisen kertymän vuoksi on mahdollisesti ostettava kaikki sellaiset rungot, joista hakkuun yhteydessä arvioidaan saatavan yksikin sahatukki. Hakkuu voidaan toteuttaa ihmistyönä tai koneellisesti kolmella tavalla, jotka on esitetty kuvassa 17.

Harvennuskoivun oksikkuusominaisuudet ovat arvailujen varassa. Metsänhoidollisin perustein voidaan kuitenkin tehdä joitakin päätelmiä harvennuskoivuista tavoiteltavan, terveoksaisten sahatavaran määristä erityyppisissä metsiköissä. Harvassa metsikössä kasvaneissa puissa elävän latvuksen osuus koko rungon pituudesta on suurin, joten terveoksaista sahatavaraakin saadaan tällaisista rungoista eniten. Jo ennen hakkuuta harvoissa metsiköissä harvennustarve ja –poistuma ovat kuitenkin pienet. Tiheässä kasvaneissa puissa alaoksat ovat kuolleet ja mahdollisesti karsiutuneet, jolloin voidaan saada myös oksatonta pintalautaa tyvitukeista. Toisaalta tiheässä kasvaneiden puiden järeys on pieni, mikä alentaa oksattoman osan ja samalla myös sahauskelpoisten runkojen määrää. Tiheässä kasvaneiden runkojen tyypillinen piirre voikin olla runsas mustaoksaisuus, joka alentaa sahatavaran arvoa.



**Kuva 17.** Harvennuskoivun hakkuun ja katkonnan vaihtoehdot sekä sahan rinnakkaistuotetalous.

Potentiaalisia harvennusikäisiä sahauskoivuleimikoita ovat lähinnä sellaiset, joissa taimikonhoitotyöt on tehty ajallaan ja metsänhoidollinen tila on vähintään tyydyttävä. Sahauskelpoisen, terveoksaisten tukin määrästä voitaneen tehdä arvioita runkoluvun, poistuman keskijäreiden ja oletetun hehtaarikohtaisen kuitupuukertymän perusteella.

Sahatavaran laatu tulee pieniläpimittaisella harvennuskoivutukilla olemaan järeitä tukkeja heikompaa seuraavista syistä:

- Tukkien pienestä koosta seuraa suuri sydäntavaran osuus; oksatonta pintalautaa ei käytännössä juuri saada.
- Tukkien pienen koon vuoksi sahaus on saatava nopeaksi ja tehokkaaksi. Perinteisessä lehtipuusahtavaran tuotannossa tukit on yleensä sahattu yksilöllisesti tarkastellen silmämääräisesti paras mahdollinen asete ja sahausuunta. Pienten tukkien kohdalla yksilöllinen käsittely ei ole kannattavaa.



- Istutus(raudus)koivikoissa havaitut erittäin voimakkaat ruskotäpläkärpäsen toukkakäytäväsiintymät, jotka voivat tyvitukeissa värjätä yli 50 % tukin poikileikkauksesta.
- Yleiset, vaikeasti ulospäin havaittavat lahoviat, etenkin istutuskoivikoissa.
- Tuoreena nelisahatun laudan kuivaus vaatii hitaan ja huolellisen kuivauksen, muutoin kuivauslaatu kärsii (väriviat, muotoviat, halkeamat).

Harvennuskoivun sahauksen kannattavuutta puoltavat mm. seuraavat seikat:

- Edullinen raaka-aine.
- Raaka-aineen tarjonta turvattu, harvennuspuun saantia eivät uhkaa esim. suo-jelutoimet.
- Parketin- ja huonekaluvalmistajien kiinnostus oksakoivua kohtaan.
- Metsänhoidolliset syyt puoltavat harvennushakkuita, ensiharvennuksiin saata-villa Nuoren metsän kunnostus –tukea.
- Selluloosateollisuus saattaa vähentää kotimaisen koivun käyttöään.

## 4 JOHTOPÄÄTÖKSET

### 4.1 Pienpuun käytön kannattavuus mekaanisessa puunjalostus-teollisuudessa

Teollisuuden puustamaksukykyyn vaikuttavat mm. lopputuotteen hinta, kuljetus- ja työkustannukset, kiinteät kustannukset sekä muiden tuotteen valmistamiseen tarvittavien materiaalien hinta. Tämän vuoksi teollisuuden puustamaksukykyä on vaikea arvioida. Pienpuun käytön kannattavuutta mekaanisessa puunjalostuksessa voidaan kuitenkin arvioida vertaamalla Suomen tilannetta kilpailijamaihin. Virossa ja koko Baltiassa ei ole selluteollisuutta, jonka vuoksi pienpuu on joko käytettävä energiantuotantoon, kuljetettava sellutehtaille Pohjoismaihin tai Keski-Eurooppaan tai käytettävä mekaanisessa puunjalostuksessa. Pääosa Viron pienpuusta kuljete-taan ulkomaisille sellutehtaille meritse. Tämän vuoksi pienpuun tehdashinta mää-räytyy sen mukaan, mitä ulkomaiset kuitupuun ostajat maksavat siitä satamassa Virossa.

Tukkipuun tehdashinnat ovat Suomessa ja Virossa samalla tasolla, sillä Virossa on tukkipuuta hyödyntävää sahateollisuutta. Syksyllä 1999 havupienpuun tehdashinta oli Virossa keskimäärin 140 mk/m<sup>3</sup>, Suomessa 210 mk/m<sup>3</sup> eli 70 mk/m<sup>3</sup> korkeampi. Virossa ovat lisäksi työvoima- ym. kustannukset selvästi pie-nemmät kuin Suomessa. Tämän vuoksi voisi olettaa, että pienpuun käytön kannat-tavuus mekaanisessa puunjalostuksessa on Virossa ja muualla Baltian maissa sel-västi parempi kuin Suomessa. Näin ei kuitenkaan välttämättä ole, sillä sivu- ja lopputuotteiden hinnat eivät ole samalla tasolla kuin Suomessa; esim. selluhak-keen hinta on Virossa alhaisempi. Tämän vuoksi kannattavuusero ei ole niin suuri kuin tehdashinnan erosta ym. voisi päätellä.

Baltiaan ollaan myös suunnittelemassa sellutehdasta, joka näillä näkymin voisi aloittaa toiminnan seuraavan viiden vuoden aikana Tämä nostaisi kuitupuun hintaa, jolloin pienpuun käytön kannattavuus mekaanisessa puunjalostuksessa laskisi Virossa.

Pienpuun, erityisesti harvennusmännyn ja -koivun, käytön kannattavuus mekaanisessa puunjalostuksessa tulee Suomessa jatkossa kasvamaan, sillä

- Baltiassa tuotantokustannukset tulevat nousemaan, jolloin hintakilpailukyky laskee siellä.
- Useilla alueilla Suomessa mäntyharvennusleimikoista on ylitarjontaa, jonka vuoksi raaka-aineen hinta on edullinen.
- Harvennuskoivun käyttö huonekalujen valmistusmateriaalina lisää suosiotaan.
- Puun käytön kannattavuus energiantuotannossa lisääntyy, jolloin mekaaniseen puunjalostukseen kelpaamaton puu voidaan ohjata pk-yrityksissä energiantuotantoon. Syynä kannattavuuden kasvuun on öljyn hinnan nousu ja voimakas teknologiakehitys puunenergian tuotannossa. Esim. yhdistetty lämmön ja sähköntuotanto on mahdollista yhä pienemmissä yksiköissä.
- Piha- ja ympäristörakentaminen kasvaa, joka avaa pienpuulle uusia käyttömahdollisuuksia.
- Platform- ja precut-rakentamisen yleistymisen avaa pienpuun sahaukselle uuden markkina-alueen, sillä esim. määrämittaiset ja -dimensioiset runkotolpat voidaan valmistaa nykyistä lyhyemmistä pikkutukkkipituuksista (luku 3.3)

## 4.2 Esiselvityksen tavoitteiden toteutuminen

*Ensimmäisenä tavoitteena* oli hankkia käsitys siitä, millaisia pienpuuhun liittyviä tutkimus- ja tuotekehityshakkeita tulisi toteuttaa yritysten mielestä sekä mitkä ovat niiden halu, valmiudet, motiivit ja resurssit osallistua hankkeisiin. Ainoastaan harvennusmännyn hankinnan ja sahauksen kehittämishankkeeseen yritykset olivat valmiit osallistumaan voimakkaalla omalla panostuksella. Muut tässä loppuraportissa esitetyt hankkeet olivat useimpien yritysten mielestä tutkimisen ja kehittämisen arvoisia, mutta niihin ei vielä oltu saatu riittävää yrityssitoutumista loppuraportin kirjoitusvaiheessa. Suomalaisen pk-yritysten, etenkin niistä pienimpien, panostus tutkimus- ja tuotekehitykseen on yleensäkin hyvin vähäistä. Tämän vuoksi tutkimustiedon ja teknologian siirto pk-yrityksiin on ensiarvoisen tärkeää myös jatkossa. Vain jatkuvalla osaamisen ja tietotaidon kasvattamisella suomalainen puutuoteteollisuus ja samalla pienpuun käyttö saadaan kasvamaan tasolle, johon metsävarat ja markkinat antavat mahdollisuuden.

Pk-yritysten tutkimus- ja kehittämistyöhön panostamisen vähäisyyteen on monia syitä:

- Riittämättömät voimavarat
  - henkiset
  - pääoma

- Tiedon puute
  - tutkimus- ja tuotekehitysmahdollisuuksista
  - markkinoista
- Tutkimuslaitosten ja yliopistojen, T&K-toiminnan rahoittajien, ym. puualan toimijoiden tietämättömyys pk-yritysten tilanteesta ja T&K-tarpeista, joka aiheuttaa alimitoitettuja, vääriä ja/tai väärin suunnattuja toimenpiteitä

*Toisena tavoitteena* oli tutkia eri rahoittajien valmius rahoittaa valmistel-tuja hankkeita. Vaikka loppuraportin kirjoittamiseen mennessä ei ollut valmistunut yhtään lopullista rahoituspäätöstä valmistelluista hankkeista, alla on lueteltu eri rahoittajien näkemyksiä pienpuuhun liittyvien T&K-hankkeiden rahoituksesta:

- Yleensä Tekesissä koetaan hyvinä hankkeet, joissa on mukana sekä yrityksiä että tutkimuslaitoksia ja yliopistoja. Tekesin Tukista Tuplasti -ohjelmassa pienpuuhun liittyvät hankkeet koetaan positiivisena asiana.
- Kauppa- ja teollisuusministeriön kanta on, että perussahauskapasiteetin lisäämistä ei tulisi tukea.
- Maa- ja metsätalousministeriössä pienpuuhun liittyvä T&K-toiminta erityisesti pk-yritysten kehittämiseksi mielletään positiiviseksi asiaksi, koska ministeriön toimialana on maaseudun kehittäminen.
- TE-keskukset eivät rahoita T&K-toimintaa, vaan investointeja. Viime aikoina TE-keskukset ovat rahoittaneet Itä-Suomessa erityisesti harvennuskoivun ja-lostukseen tähtääviä investointeja.
- Pienpuuhun liittyvää T&K-toimintaa voidaan rahoittaa ja rahoitetaan jo nyt myös mm. EU:n tavoiteohjelmien ja maakuntaliittojen kautta. Rahoituspäätök-siin vaikuttavat niissä kuitenkin niin monet asiat, että hankkeiden rahoitus-mahdollisuudet voidaan arvioida vasta tarkan suunnitelman perusteella.

*Kolmantena tavoitteena* oli määrittää eri tutkimuslaitosten, korkeakoulujen ja osaamiskeskusten toimenkuva pienpuuhun liittyvässä T&K-toiminnassa. Esisel-vityksessä pyrittiin löytämään valmisteltujen hankkeiden eri osaamisalueille parhaat mahdolliset toimijat. Esiselvityksen tekijät, Metlan Joensuun tutkimusasema ja VTT Rakennustekniikka, sekä Joensuun yliopisto ovat edelläkävijöitä pienpuu-hun liittyvässä T&K-toiminnassa. Metla hallitsee metsiin ja puuraaka-aineeseen liittyvät kysymykset ja VTT puuraaka-aineen lisäksi myös perus- ja jatkojalostuk-sen. Tämän vuoksi näillä organisaatioilla on vahva rooli mm. esitetystä harven-nusmännyn hankinnan ja sahauksen kehittämishankkeessa. Metla vastaa Suomessa myös metsävarojen inventoinnista ja laskennasta ja on kehittänyt menetelmiä, joilla alueellisesti voidaan paikantaa puuvarojen rakenne ja sijainti. Useilla kor-keakouluilla, mm. Joensuun ja Helsingin yliopistoilla on pienpuuraaka-aineeseen liittyvää perustutkimusta. Finntech Oy:n hallinnoima Teknisen puun klinikka on ollut esiselvityshankkeen kautta rakentamassa yhteistyötä Metlan ja Joensuun yli-opiston kanssa. Osaamista on siirtynyt ja siirtyy näiltä osajilta myös Valtakunnal-

lisen puutuotealan osaamiskeskusverkoston ja Itä-Suomen puu- ja metsäosaamiskeskuksen käyttöön. Osa puutuotealan osaamiskeskusten toimijoista on mukana valmistelussa piha- ja ympäristörakentamisen kehittämishankkeessa. Voidaan siis perustellusti todeta laajan T&K-osaamisjoukon olevan esiselvityksen myötä kehittämässä pienpuun käyttöä.

*Neljäntenä tavoitteena* oli laatia pienpuuhun liittyvän tutkimus- ja tuotekehitysverkoston kustannusarvio, toteutusaikataulu ja toimintasuunnitelma. Ehdotetun pienpuun tutkimus- ja tuotekehitysverkoston ydin oli Pienpuuklinikka. Esiselvityshankkeen jälkeen käynnistyneen Teknisen puun klinikan sisältö osoittautui kuitenkin suureksi osaksi samanlaiseksi kuin ehdotetun Pienpuuklinikan. Tämän vuoksi erityistä Pienpuuklinikkaa ei tarvita. Pienpuun tutkimus- ja tuotekehitysverkostolle suunniteltu toinen tärkeä tehtävä oli tutkimustiedon ja teknologian siirto pk-yrityksiin. Esiselvityksen aikana Metsäntutkimuslaitoksen Joensuun tutkimusasema liittyi Valtakunnalliseen puutuotealan osaamiskeskukseen, jossa se koordinoi teema-aluetta Puun käytön laaja-alaistaminen, joka sisältää myös pienpuukysymykset. Tätä kautta Metlan Joensuun tutkimusasema jatkaa pienpuuhun liittyvän tiedon ja teknologian siirtoa pk-yritysten ym. tiedon käyttäjien tarpeisiin. Varsinaista pienpuun tutkimus- ja tuotekehitysverkostoa ei siis ole syytä perustaa. Esiselvityksessä valmistellut hankkeet ovat kuitenkin laajoja verkostomaisia hankkeita, joista piha- ja ympäristörakentamisen kehittämishanke on ehkä jopa Tekesin teknologiaohjelman arvoinen asia.

### 4.3 Esiselvityksen päätulokset

1. Saatiin kattava esitys niistä toimenpiteistä, joilla pienpuun käyttöä voidaan lisätä ja sen käytön kannattavuutta kasvattaa.
2. Avustettiin useita pk-yrityksiä ym. toimijoita pienpuuhun liittyvien hankkeiden valmistelussa ja suunnittelussa (liite 3).
3. Valmisteltiin kaksi laajaa, valtakunnallista verkostohanketta, joissa on mukana sekä yrityksiä, tutkimuslaitoksia, puualan etujärjestöjä että oppilaitoksia
  - Puuhun perustuvien piha- ja ympäristörakentamisjärjestelmien kehittäminen
  - Harvennumännyn hankinnan ja sahauksen kehittäminen
4. Pk-yritysten ym. maakunnallisten toimijoiden tietoisuus Metlasta, Teknisen puun klinikasta ja VTT:stä sekä niiden tutkimus- ja tuotekehitystoiminnasta lisääntyi (liite 3).
5. Pienpuuhun liittyvää tutkimustiedon ja teknologian siirtoa yrityksiin ja maakunnallisille puualan toimijoille jatketaan Metlan Joensuun tutkimusasemalla Valtakunnallisen puutuotealan osaamiskeskuksen teema-alueella Puunkäytön laaja-alaistaminen. Rahoittajina ovat maa- ja metsätalousministeriö sekä Metla.



## KIRJALLISUUS

- Bendtsen, B. A. 1978. Properties of wood from improved and intensively managed trees. *For. Prod. J.* 28 (10): 61-72.
- Boren, H. 1999. Analysis of mechanical and physical properties of round and sawn Finnish thinning wood (*Picea abies* and *Pinus sylvestris*). Manuscript of doctoral thesis for the University of Joensuu, Faculty of Forestry.
- , Kärki, T. & Lindblad, J. 1998. Pyöröpuutuotteiden markkinat Englannissa ja Saksassa. Joensuun yliopiston metsätieteellisen tiedekunnan tiedonantoja 72. 34 s.
- Hakala, H. 1992. Mäntytukkien sahausksen järeyden mukainen taloudellinen tulos ja siihen vaikuttavia tekijöitä. *Acta For. Fenn.* 226. 74 s.
- Hakkila, P. 1966. Investigations on the basic density of Finnish pine, spruce and birch wood. Lyhennelmä: Tutkimuksia männyn, kuusen ja koivun puuaineen tiheydestä. *Comm. Inst. For. Fenn.* 61(5): 1-98.
- 1968. Geographical variation of some properties on pine and spruce pulpwood in Finland. *Seloste: Eräitten mänty- ja kuusipaperipuun ominaisuuksien maantieteellinen vaihtelu Suomessa.* *Comm. Inst. For. Fenn.* 66(8): 1-60.
- 1979. Wood density survey and dry weight tables for pine, spruce and birch stems in Finland. *Seloste: Mänty-, kuusi- ja koivurunkojen puuaineen tiheys ja kuivapainotaulukot.* *Comm. Inst. For. Fenn.* 96(3): 1-59.
- 1999. Välituloksia kuitupuun tiheydestä Etelä-Suomessa. Metsäntutkimuslaitos, Vantaan tutkimuskeskus. Kuitupuun laatuvaltelu ja lajitteluperusteet –hanke. *Moniste.* 5 s.
- , 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.
- Heräjärvi, H. 1998. Ensiharvennuskuusen korjuu pyöreäksi rakennuspuuksi, tapautus tutkimus. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta, Pro gradu työ. 52 s.
- Kuitto, P.-J., Keskinen, S., Lindroos, J., Oijala, T., Rajamäki, J., Räsänen, T. & Terävä, J., 1994. Puutavaran koneellinen hakkuu ja metsäkuljetus. *Metsätehon tiedotus* 410. Helsinki 1994. 38 s.

- Kärki, T. 1997. Sahauskelpoisen erikoispuun laatuvaatimukset ja käyttö Savo-Karjalan alueella. *Metsätiet. Aikakausk. - Folia For.* 1/1997: 37-48.
- Kärkkäinen, M. 1980. Mäntytukkirunkojen laatuluokitus. *Comm. Inst. For. Fenn.* 96(5): 1-152.
- 1985. *Puutiede. Sallisen Kustannus Oy.* 415 s.
- Maa- ja metsätalousministeriö. 1988. Ensiharvennustyöryhmän muistio. Työryhmämuistio 1988:27. 57 s.
- Niemistö, P. 1998. Ruskotäplät istutettujen rauduskoivujen rungoissa. *Metsätiet. Aikakausk. - Folia For.* 2/1998: 349-374.
- Ranta, E., Rita, H & Kouki, J. 1989. *Biometria: tilastotiedettä ekologeille. Yliopistopaino. Helsinki.* 569 s.
- Ranta-Maunus, A. 1999. Round small diameter timber for constructions. Final report of the project FAIR CT 95-0091. VTT Publications 383. VTT Building Technology 91 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? *For. Prod. Res. Soc., Proc.* 47309.
- Sipi, M. 1998. Sahatavaratuotanto. Opetushallitus. Hakapaino Oy. Helsinki. 190 s.
- Stöd, R. 1999. Ensiharvennuskusikoiden ja männiköiden ulkoinen laatu ja pyöreän rakennuspuun kertymä. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta, Pro gradu -työ. 90 s.
- Uusitalo, J. 1994. Sahatavaran laadun ennustaminen mäntytukkirungosta. Helsingin yliopiston metsävarojen käytön laitos. Julkaisu 3. 53 s.
- Verkasalo, E. 1998. Koivu, haapa ja leppä mekaanisen puuteollisuuden raaka-aineena: käytön näkymiä ja tutkimuksen ongelmanasettelua. *Metsätiet. Aikakausk. - Folia For.* 2/1998: 254-257.
- , Kaikkonen, V. & Laivamaa, M. 1999. Terveksainen latvatukki täyteen hyötykäyttöön - Huonekalu- ja puusepänpuuta saadaan männiköistä enemmän kuin on tiedetty. *Puumies* 44(1): 17-19.

Viitaniemi, P. & Jämsä, S. 1996. Puun modifiointi lämpökäsittelyllä. VTT julkaisu 814. 57 s.

Yhteensä 27 kpl



## **Liite 1.** Pienpuun tutkimus- ja tuotekehitysverkosto-hankkeen tutkimussuunnitelma

Useat mekaanisen puunjalostuksen yhteistyötahot (Metla, Joensuun yliopisto, VTT Rakennustekniikka, pk-yritykset ym.) ovat kiinnostuneita harvennuspuun ja muun pienpuun (latvaläpimitta 5...20 cm) käyttömahdollisuuksien lisäämisestä mekaanisessa puunjalostuksessa. Maakunnissa, tutkimuslaitoksissa ja suuremmissa yrityksissä on meneillään kymmeniä hankkeita, jotka liittyvät harvennuspuuhun. Pienpuuvarat antavat tähän mahdollisuuden: vuosittain ensiharvennuksia tulisi tehdä yli 200 000 hehtaaria, mutta huolimatta nuorten metsien kunnostuskampanjasta ensiharvennuksia tehtiin vain 115 000 hehtaaria vuonna 1998. Pienpuun käytön tehostamiseksi mekaanisessa puunjalostusteollisuudessa esitetään Pienpuun Tutkimus- ja Tuotekehitysverkoston (PTT) perustamista.

Pk-yritykset ja kuntien kehitysyhtiöt tiedustelevat alan tutkijoilta miltei päivittäin harvennuspuun käyttöön liittyviä hankkeita, niiden tuloksia sekä uusia hankesuunnitelmia. Mm. EU-projektin Pienen Pyöreän Puun Käyttö Rakentamisessa tulokset ovat kiinnostaneet sekä asiakkaita että alan yrityksiä. Tutkimuksen mukaan harvennuspuu soveltuu pyöreänä hyvin sekä kantavaan että koristerakentamiseen. Erityisesti koristerakentamisen puolella pyöröpuulla tuntuu olevan jo nyt paljon potentiaalia, etenkin Keski-Euroopassa. Ongelmana on kuitenkin kehittämätön tuotantoteknologia, kuten puutteellinen raaka-aineen optimointi, hitaat ja kehittymättömät työstökoneet ja kuumakuivaamoiden/lämpökäsittelylaitosten puute. Tämän vuoksi pyöröpuutuotteiden hinta/laatusuhde jää liian korkeaksi Keski-Euroopan markkinoita ajatellen. Toinen esimerkki koskee terveoksaista harvennusmäntyä. Terveoksaainen mänty on haluttua raaka-ainetta huonekaluteollisuudessa. Mutta suuri osa terveoksaisestä harvennusmännystä käytetään mekaanisen puunjalostuksen sijasta selluntuotannossa. Syynä ovat mm. harvennuspuun sahausken pienempi hyötysuhde ja suuremmat kuivaustappiot verrattuna tukkipuuhun. Tästä huolimatta osa yrityksistä pystyy hyödyntämään jo nyt harvennuspuuta kannattavasti. Myös pieniläpimittaisen koivun ylitarjonta on lisännyt kiinnostusta sahata pienkoivua huonekaluteollisuuden raaka-aineeksi. Metsäntutkimuslaitoksen Joensuun tutkimusasemalla on jo käynnissä Suomen Akatemian rahoittama (budjetti noin 1,2 milj. mk) tutkimushanke Kotimaisen koivun ominaisuudet sahauskesä ja jatkojalostuksessa, niiden ennustaminen ja hallinta. Näissä kolmessa tapauksessa on vielä paljon kehittämistä ennen kuin koko raaka-ainepotentiaalia hyödynnetään optimaalisesti.

Yksittäisillä tutkijoilla ym. alan asiantuntijoilla ei kuitenkaan ole kattavaa tietoa edellä mainituista asioista, jolloin työaika ja rahaa hukataan usein mm. tekemällä päällekkäistä työtä - vasta myöhemmin havaitaan vastaavan tutkimuksen tai tuotekehityshankkeen olevan menossa tai se on jo tehty. Tutkijoilla ym. asiantuntijoilla ei ole usein resursseja (aikaa ja/tai rahoitusta) perehtyä harvennuspuuhun liittyviin yritysten ideoihin ja ongelmiin. Lisäksi saavutettuja tutkimustuloksia jää usein hyödyntämättä, etenkin pk-sektorilla, koska resurssit eivät riitä vaadittuihin investointeihin. Pienpuuverkoston kautta teknologian siirtoa voidaan tehostaa

pk-yrityksille ja niiden voimavaroja voidaan yhdistää ja kohdistaa paremmin, jolloin tutkimustulosten hyödyntäminen pk-yrityksissä kasvaa.

Harvennuspuun ylijäämä on metsätaloutemme suurin ongelma, mutta samalla suuri mahdollisuus mekaaniselle puunjalostusteollisuudelle. Lisäksi on syytä muistaa, että jos kuiduttavan teollisuuden raaka-aineen käyttö ei lisäännä nykyisestä, aiheuttaa se metsäsektorille vakavia ongelmia ellei harvennuspuulle ole muuta käyttöä.

Tämän vuoksi päätettiin ehdottaa PIENPUUN TUTKIMUS- JA TUOTEKEHITYSVERKOSTON perustamista. Metsäntutkimuslaitoksen Joensuun tutkimusasema toimisi hankkeen koordinaattorina. Muut mukana olevat organisaatiot olisivat alueen puualalla toimivat aikuiskoulutuskeskukset, ammattikorkeakoulut ja yliopistot sekä VTT/puutekniikka. Verkoston rahoitus tulisi Maakuntarahastoilta, eri ministeriöiltä, TE-keskuksilta, Tekesiltä ja yrityksiltä. Joensuuhun valtioneuvoston päätöksellä hyväksytty ja toimintaansa käynnistämässä olevan Itä-Suomen puosaamiskeskus voi hyödyntää pienpuuklinikan palveluita toiminnassaan.

Esiselvityksessä PTT:sta hankitaan ja raportoidaan seuraavat tiedot alla esitetyssä järjestyksessä:

1. Yritysten näkemys Pienpuun Tutkimus- ja Tuotekehitysverkoston sisällöstä (toiminnot ja toimintamalli), tarpeellisuudesta sekä sitoutumisesta siihen. Lisäksi selvitetään yritysten todellinen halu ja resurssit hyödyntää pieniläpimittaista mäntyä, koivua ja kuusta.
2. Eri rahoittajien (KTM, Maakuntarahastot, MMM, OPM, TE-keskukset, Tekes ja yritykset) valmius rahoittaa PPT:n toimintaa yritysten esittämän toimintamallin mukaan.
3. Eri tutkimuslaitosten toimenkuva Pienpuun Tutkimus- ja Tuotekehitysverkostossa ja PTT:n suhde puosaamiskeskuksiin ym. vastaaviin konsortioihin.
4. PTT:n kustannusarvio, toteutusaikataulu ja toimintasuunnitelma

## **Liite 2.** Pienpuun tutkimus- ja tuotekehitysverkosto -hankkeen johtoryhmä.

- Boren Hannu, Metla, PL 68, 80101 Joensuu, puh. 040-741 6695, e-mail: hannu.boren@metla.fi
- Hakala Aki, Etelä-Savon kauppakamari c/o TE-keskus Mikkeli, Mikonkatu 5, 50100 Mikkeli, puh. 0400-258075
- Hukka Antti, Valmet-Utec Oy, PL 43, (Pitkämäenkatu 11 A), 20251 Turku, puh. 040-520 7786, e-mail: antti.hukka@valmet-utec.fi
- Hämäläinen Pertti, Puuinfo Oy, Snellmaninkatu 13, Helsinki, puh. 09-132 4591
- Junnikkala Heikki, Junnikkalan Saha Oy, PL 47, 85101 Kalajoki, puh 08-4639300 tai 0500-816316
- Jääskeläinen Erkki, Pohjois-Karjalan TE-keskus/Teknologiayksikkö, PL 8, 80100 Joensuu, puh. 0400-572 270
- Kaikkonen Ari, Kajaanin AMK, PL 52, 87101 Kajaani, puh. 050-5352 795
- Kajova Veli-Matti, Finnpro Oy, Arkadiankatu 2, PL 908, 00101 Helsinki, puh. 040-5010894, e-mail: veli-matti.kajova@exports.finland.fi
- Korkeaniemi Armi, Suomen Sahat ry, Säästöpankinranta 4 C 24, 00530 Hki, puh 0400-452301
- Lammi Matti, Mecamat Oy, Kaasmarkuntie 129, 28450 Ulvila, puh. 02-538 3310 tai 0400-464 831
- Mononen Ari, Iivari Mononen Oy, Nurmeksentie 4, 80100 Joensuu, 013-1481151, e-mail: ari.mononen@iivarimononen.fi
- Oinas Sami, Pölkky Oy, Kuusamo, puh. 040-5104847, e-mail: sami.oinas@polkky.fi
- Ranta-Maunus Alpo, VTT, Puumiehenkuja 2 A, Espoo, PL 1806, 02044 VTT, e-mail: alpo.ranta-maunus@vtt.fi
- Sonninen Heikki, Tekma-Kuivaamot Oy, Svinhufvudinkatu 19, PL 14, 15101 Lahti, puh 0500-710457, e-mail: heikki.sonninen@tekmawood.fi
- Uusitalo Jori, Joensuun yliopisto, puh. 013-251 3638, e-mail: jori.uusitalo@forest.joensuu.fi
- Verkasalo Erkki, Metla, PL 68, 80101 Joensuu, puh. 013-251 4143, e-mail: erkki.verkasalo@metla.fi
- Väisänen Asko, Varikkotie 1, 89 600 Suomussalmi, puh. 08-711951



**Liite 3.** Asiantuntija-apu, tiedon ja teknologian siirtotoiminta sekä muu yhteistyötoiminta puutuotealan yritysten ja sidosryhmien kanssa Pienpuun tutkimus- ja tuotekehitysverkosto –hankkeessa.

29.4.1999. Hannu Boren, Metla.

Harvennuspuuseminaari, Oulun seudun PuuCenter, n. 30 osallistujaa yrityksistä ym. organisaatioista.

- Esitelmä aiheesta harvennuspuun ominaisuudet, saatavuus ja käyttömahdollisuudet mekaanisessa puunjalostuksessa

8.5.1999 - 13.5.1999 Hannu Boren, Metla.

Interzum- ja Lignamesut '99.

- Mecamat Oy, Matti Lammi
- Ikipuu Oy, Petri Rajasuo
- Finnpro Oy, Veli-Matti Kajova
- Veistorakenne Oy, Rauno Suoniemi
- Tekma-Kuivaamot Oy, Heikki Sonninen
- Suomen Sahat ry, Armi Korkeaniemi
- Vilkon Oy, Heikki Kiesilä
- Pienpuuhun liittyvän valmistusteknologian ja tuotteiden kartoitus
- Esiselvityksen esittely ja pienpuuhun liittyvien T&K-hankkeiden ideointia

25.5.1999 Hannu Boren, Metla.

Kiepin Saha Oy, Olli Kivijärvi ja Olli Turunen.

- Esiselvityksen esittely
- Pienpuuhun liittyvien T&K-hankkeiden ideointia

27.5.1999 Hannu Boren, Metla.

Pohjois-Savon metsäkeskus, Heikki Kokkonen.

- Esiselvityksen esittely ja pienpuuhun liittyvien T&K-hankkeiden ideointia

27.-29.5.1999 Hannu Boren, Henrik Heräjärvi, Erkki Verkasalo, Metla.

Silva-messut, Joensuu.

- Esiselvityksen esittely ja pienpuuhun liittyvien T&K-hankkeiden ideointia

4.6.1999 Hannu Boren, Metla.

Tulipuu Oy, Aki Nevalainen.

- Esiselvityksen esittely, Tulipuu Oy:n toimintaan tutustuminen ja pienpuuhun liittyvien T&K-hankkeiden ideointia

4.6.1999 Hannu Boren, Metla.

Iivari Mononen Oy, Ari Mononen.

- Pienpuuhun liittyvien T&K-hankkeiden ideointia
- Höljäkän kestopuukylän ideointia

8.6.1999 Hannu Boren, Metla.

Suomi 2010 ry:n kokous. Jyväskylä. Pertti Issakainen, n. 10 osallistujaa yrityksistä ym. organisaatioista.

- Esitelmä aiheesta pienpuun ominaisuudet ja käyttömahdollisuudet mekaanisessa puunjalostusteollisuudessa

9.6 Hannu Boren, Metla ja Alpo Ranta-Maunus, VTT

Junnikkalan Saha Oy, Heikki Junnikkala; PRT-Wood Oy, Paavo Hjulberg.

- Liimapuupalkin valmistus harvennuskäytöstä

10.6.1999 Hannu Boren, Metla

Oy O-Wood Ltd, Kalevi Leppäkari.

- Pienpuuhun liittyvien T&K-hankkeiden ideointia ja yrityksen kehittämään kuumakuivaamoon tutustuminen

14.6 Hannu Boren, Metla

Skandholms Ltd, Juhani Mäntylä

- Pienpuun käyttö runkotolppina katastrofialueiden hätäapurakennuksissa

17.6.1999 Hannu Boren, Metla

Honkarakenne Oy, Jukka Markkanen.

- Esiselvityksen esittely ja pienpuun hyödyntäminen ympäristörakentamisessa
- Kuumakuivauksen hyväksikäyttö pienpuuaihioiden kuivauksessa

30.6.1999 Hannu Boren, Metla

Sahakuutio Oy, Jari Suomalainen.

- Esiselvityksen esittely ja pienpuun (mänty ja koivu) hyödyntäminen lyhyttukkitekniikalla

1.7.1999 Hannu Boren, Metla

Puufoorumi ry:n kokous, Tarvasjoki: Olavi Mäkinen, n. 10 osallistujaa yrityksistä ym. organisaatioista.

- Esiselvityksen esittely, pienpuun hyödyntäminen ympäristörakentamisessa sekä lyhyttukkitekniikan hyväksikäyttö

1.7.1999 Hannu Boren, Metla

Mecamat Oy, Matti Lammi

- Tutustuminen pienpuusahan prototyyppiin
- Pienpuun lajittelulinjan ideointia

- 2.7.1999 Hannu Boren, Metla  
Junnikkalan Saha Oy, Heikki Junnikkala  
- Liimapuupalkin valmistus harvennusmännystä.
- 28.7.1999 Hannu Boren, Timo Kärki ja Erkki Verkasalo, Metla  
Valtakunnallinen puutuotealan osaamiskeskus, Pekka Peura.  
- Esiselvityksen ja pienpuun hyödyntämiseen liittyvien hankeaihioiden esittely
- 29.7.1999 Hannu Boren ja Henrik Heräjärvi, Metla  
Asuntomessut, Lappeenranta.  
- Ympäristörakentamiseen tutustuminen
- 30.7.1999 Hannu Boren ja Henrik Heräjärvi, Metla  
Stammholz Oy, Alpo Paajanen.  
- Pienpuusahaan tutustuminen
- 30.7.1999 Hannu Boren, Henrik Heräjärvi ja Erkki Verkasalo, Metla  
Taso 2002 Oy, Markku Jalonen.  
- Harvennuskoivun käyttö huonekalujen valmistuksessa
- 3.8.1999 Hannu Boren ja Erkki Verkasalo, Metla  
Iisalmen Sahat Oy, Kari Korja.  
- Erialaisten harvennusmäntyleimikoiden soveltuvuus sahaukseen ja tukkipituuden vaikutus
- 3.8.1999 Hannu Boren ja Erkki Verkasalo, Metla  
PRT-Wood Oy, Reino Huusko ja Vesa Heinonen.  
- Liimapuupalkin valmistus harvennusmännystä
- 4.8.1999 Hannu Boren, Henrik Heräjärvi, Timo Kärki ja Erkki Verkasalo, Metla  
TKK Puutekniikka, Jussi Virtanen.  
- Esiselvityksen ja pienpuun hyödyntämiseen liittyvien hankeaihioiden esittely
- 9.8.1999 Hannu Boren, Metla  
Iivari Mononen Oy, Ari Mononen.  
- Pienpuun hyödyntäminen ympäristörakentamisessa
- 10.8.1999 Hannu Boren, Erkki Verkasalo, Timo Kärki ja Henrik Heräjärvi, Metla  
Havukainen Oy, Marko Heikkinen  
- Harvennusmännyn hyödyntäminen huonekalujen valmistuksessa
- 10.8.1999 Hannu Boren, Erkki Verkasalo, Timo Kärki ja Henrik Heräjärvi, Metla  
Tapani Ignatius, Kiteen Oppimiskeskus, Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu  
- Harvennusmännyn hyödyntäminen huonekalujen valmistuksessa

11.8.1999 Hannu Boren, Metla  
Puuinfo Oy, Pertti Hämäläinen.

- Pienpuun hyödyntäminen ympäristörakentamisessa

11.8.1999 Hannu Boren, Metla  
Suomen Sahat ry., Armi Korkeaniemi.

- Pienpuun hyödyntämiseen liittyvien hankeaihioiden esittely

11.8.1999 Hannu Boren, Metla  
Tekes, Ilmari Absetz.

- Pienpuun hyödyntämiseen liittyvien hankeaihioiden esittely

12.8.1999 Hannu Boren, Metla  
VTT Rakennustekniikka, Arto Usenius.

- Erialaisten harvennusmätyleimikoiden soveltuvuus sahaukseen ja tukkipituuden vaikutus soveltuvuuteen

12.8. 1999 Hannu Boren, Metla  
Finntech Oy, Erkki Rantala ja Jyrki Ingman.

- Pienpuun hyödyntäminen ympäristörakentamisessa
- Teknisen puun klinikan palveluiden hyödyntäminen pienpuutuotteita kehitettäessä

13.8.1999 Hannu Boren, Metla  
Honkarakenne Oy, Mauri Saarelainen.

- Pienpuun hyödyntäminen ympäristörakentamisessa

16.8.1999 Hannu Boren, Metla  
Valtakunnallinen puutuotealan osaamiskeskus, Pekka Peura.

- Pienpuun hyödyntäminen ympäristörakentamisessa

16.8.1999 Hannu Boren, Metla  
Iisalmen Sahat Oy, Pekka Dahlqvist

- Erialaisten harvennusmätyleimikoiden soveltuvuus sahaukseen ja tukkipituuden vaikutus soveltuvuuteen

17.8.1999 Hannu Boren, Metla  
Lappset Group Oy, Antero Ikäheimo

- Pienpuun hyödyntäminen ympäristörakentamisessa

18.8.1999 Hannu Boren, Timo Kärki ja Erkki Verkasalo, Metla  
Lapin liitto, Kari Miettunen

- Esiselvityksen ja pienpuun hyödyntämiseen liittyvien hankeaihioiden esittely

18.8.1999 Hannu Boren ja Erkki Verkasalo, Metla

Pölkky Oy, Hannu Virranniemi ja Sami Oinas.

- Erialaisten harvennuskäytäntöjen soveltuvuus sahaukseen ja tukkipituuden vaikutus soveltavuuteen
- Pienpuun hyödyntäminen ympäristörakentamisessa

19.8.1999 Hannu Boren ja Erkki Verkasalo, Metla

Mini-Repsikka, Asko Väisänen; Kuomion Saha Oy, Solla Pekka.

- Pienpuusahaan tutustuminen
- Pienpuuhankeiden esittely
- Harvennuskoivun sahaus

19.8.1999 Hannu Boren ja Erkki Verkasalo, Metla

Kuhmo Oy, Lauri Nakari

- Erialaisten harvennuskäytäntöjen soveltuvuus sahaukseen ja tukkipituuden vaikutus soveltavuuteen
- Pienpuun hyödyntäminen ympäristörakentamisessa

23.8.1999 Hannu Boren ja Erkki Verkasalo, Metla

Tekes, Erkki Jääskeläinen; Pohjois-Karjalan TE-keskus, Kari Aravuo.

- Erialaisten harvennuskäytäntöjen soveltuvuus sahaukseen ja tukkipituuden vaikutus soveltavuuteen
- Pienpuun hyödyntäminen ympäristörakentamisessa
- Hankkeiden rahoitusmahdollisuuksien kartoittaminen

24 - 25.8.1999 Hannu Boren ja Erkki Verkasalo, Metla

Wood Wisdom-seminaari, Vuosaari.

- Pienpuuhankkeiden ideointia
- Pk-yritysten tutkimushankkeiden ideointia

26.8.1999 Hannu Boren, Metla

Safewood Oy, Tuomo Tepponen.

- Erialaisten harvennuskäytäntöjen soveltuvuus sahaukseen ja tukkipituuden vaikutus soveltavuuteen
- Pienpuun hyödyntäminen ympäristörakentamisessa
- Liimapuupalkin valmistus harvennuskäytännöstä

26.8.1999 Hannu Boren, Metla

Kuomion Saha Oy, Pekka Solla

- Harvennuskoivun sahaus

1.9.1999 Hannu Boren ja Erkki Verkasalo Metla

Finnpro Oy:n Vientiseminaari, Jyväskylä

- Puutuotteiden vientinäkömät

2.-3.9.1999 Hannu Boren, Metla

Puu ja Metsä 99 messut, Jyväskylä

- Finnpro Oy, Veli-Matti Kajova ja Julia Ahvenainen
  - Markkina- ja tuotetiedon hankinta Englannin ja Saksan ympäristörakentamisen puutuotteista
- Kuomion Saha Oy, Pekka Solla
  - Harvennuskoivun sahaus
- Kontiotuote Oy, Jalo Poijula
  - Pienpuun käyttö ympäristörakentamisessa
- Suomen Sahat r.y:n hallituksen kokous
  - Erilaisten harvennusmäntyleimikoiden soveltuvuus sahaukseen ja tukkipituuden vaikutus soveltuvuuteen
  - Pienpuun hyödyntäminen ympäristörakentamisessa
- Sixwood-projekti, Timo Rintala
  - Pienpuun hyödyntäminen ympäristörakentamisessa
- Kestopalkki LPJ Oy, Olavi Kuoppamaa
  - Pienpuun hyödyntäminen ympäristörakentamisessa
  - Liimapuupalkin valmistus harvennusmännystä
- Mecamat Oy, Matti Lammi, Kuomion Saha Oy, Pekka Solla
  - Harvennuskoivun sahaus huonekaluteollisuuden raaka-aineeksi
- Plato, Mr. Van Breukelen
  - Plato-tekniikan hyväksikäyttö puun lahonkestävyyden parantamisessa

7.9.1999 Hannu Boren, Metla

Finntech Oy, Erkki Rantala, Ikipuu Oy, Petri Rajasuo; Itä-Suomen puuosaamiskeskus, Jouni Mönkkönen; Joensuun yliopisto, Antti Asikainen

- Teknisen puun klinikan ja Pohjois-Karjalan metsä- ja puuklusterin yhteistyö

9.9.1999 Hannu Boren, Metla

Sixwood-projekti, Timo Rintala ja Elias Paalanen

- Pienpuun hyödyntäminen ympäristörakentamisessa

9.9.1999 Hannu Boren, Metla

Kestopalkki Oy, Olavi Kuoppamaa

- Liimapuupalkin valmistus harvennusmännystä

16.9.1999 Hannu Boren, Metla

Olavi Räsänen Oy, Olli Kivijärvi

- Erilaisten harvennusmäntyleimikoiden soveltuvuus sahaukseen ja tukkipituuden vaikutus soveltuvuuteen



- 16.9.1999 Hannu Boren, Metla  
Tekma-Kuivaamot Oy, Heikki Sonninen  
- Pienpuun kuumakuivaus ja lämpökäsittely
- 17.9.1999 Hannu Boren, Metla  
Itä-Hämeen Erikoispuu Oy  
- Pienpuun kuumakuivaus ja lämpökäsittely
- 17.9.1999 Hannu Boren, Metla  
Neopoli Oy, Kalevi Mäkelä, Lahden ammatti-instituutti, Juha Kauhanen  
- Pienpuun hyödyntäminen ympäristörakentamisessa
- 30.9.1999 Hannu Boren, Metla ja Ari Mononen, Iivari Mononen Oy  
M&M Timber Ltd, Englanti, Mr. Mike Harding  
- Pienpuun hyödyntäminen ympäristörakentamisessa
- 1.10.1999 Hannu Boren, Metla ja Ari Mononen, Iivari Mononen Oy  
Construction Resources, Englanti, Mr. Richard Handyside  
- Pienpuun hyödyntäminen ympäristörakentamisessa
- 2.10.1999 Hannu Boren, Metla  
Surreyn yliopisto, Englanti, Mr. Graham Barnard  
- Pienpuun hyödyntäminen ympäristörakentamisessa
- 6.10.1999 Hannu Boren, Metla  
Metsäteollisuus ry. ja Suomen Puututkimus Oy  
- Erilaisten harvennusmätyleimikoiden soveltuvuus sahaukseen ja tukkipituu-  
den vaikutus soveltuvuuteen  
- Pienpuun hyödyntäminen ympäristörakentamisessa
- 7.10.1999 Hannu Boren, Metla  
A.V. Consulting & Marketing Ltd, Jukka-Pekka Turunen  
- Pienpuun hyödyntäminen ympäristörakentamisessa
- 12.10.1999 Hannu Boren, Metla  
Neopoli Oy, Kalevi Mäkelä ja Markku Sinkkonen; Taideteollinen korkeakoulu,  
Antero Lepojärvi; Lahden ammatti-instituutti, Juha Kauhanen  
- Pienpuun hyödyntäminen ympäristörakentamisessa
- 13.10.1999 Hannu Boren, Metla  
VTT Rakennustekniikka, Jorma Fröblom  
- Erilaisten harvennusmätyleimikoiden soveltuvuus sahaukseen ja tukkipituu-  
den vaikutus soveltuvuuteen

13.10.1999 Hannu Boren, Metla

Kestopuu Oy, Eero Kangas ja Iivari Mononen Oy, Ari Mononen

- Pienpuun hyödyntäminen ympäristörakentamisessa

14.10.1999 Hannu Boren, Metla

Sahakuutio Oy, Jari Suomalainen

- Erilaisten harvennusmäntyleimikoiden soveltuvuus sahaukseen ja tukkipituuden vaikutus soveltuvuuteen

15.10.1999 Hannu Boren ja Erkki Verkasalo, Metla

Kajaanin ammattikorkeakoulu, Ari Kaikkonen

- Erilaisten harvennusmäntyleimikoiden soveltuvuus sahaukseen ja tukkipituuden vaikutus soveltuvuuteen
- Pienpuun hyödyntäminen ympäristörakentamisessa

20.10.1999 Hannu Boren, Metla

PRT-Wood Oy, Vesa Heinonen

- Erilaisten harvennusmäntyleimikoiden soveltuvuus sahaukseen ja tukkipituuden vaikutus soveltuvuuteen
- Pienpuun hyödyntäminen ympäristörakentamisessa

21.10.1999 Hannu Boren, Metla

Toivo Törmikoski Oy, Toivo Törmikoski

- Pienpuun jalostus viinikepeiksi

21.10.1999 Hannu Boren, Metla

Junnikkalan Saha Oy, Heikki Junnikkala

- Erilaisten harvennusmäntyleimikoiden soveltuvuus sahaukseen ja tukkipituuden vaikutus soveltuvuuteen
- Pienpuun hyödyntäminen ympäristörakentamisessa

22.10.1999 Hannu Boren, Metla

Oy O-Wood Ltd, Kalevi Leppäkari

- Pienpuusta valmistettujen pyöröpuutuotteiden vienti Englantiin

24.10.1999 Hannu Boren, Metla

Oulun yliopisto, Juhani Paajala

- Pohjoisen puun käyttö ympäristö- ja piharakentamisessa

24.10.1999 Hannu Boren, Metla

PerhoWood Osuuskunta, Timo Hietaniemi

- Erilaisten harvennusmäntyleimikoiden soveltuvuus sahaukseen ja tukkipituuden vaikutus soveltuvuuteen
- Pienpuun hyödyntäminen ympäristörakentamisessa
- Harvennuskoivun sahaus

2.11.1999 Hannu Boren, Metla

Puumerkki Oy, Arto Yletyinen

- Puun käyttö piha- ja ympäristörakentamisessa
- Puun yhdistäminen muihin rakennusmateriaaleihin piha- ja ympäristörakentamisessa

4.11.1999 Hannu Boren, Metla

Aureskoski Oy, Seppo Seilo

- Erilaisten harvennsmäntyleimikoiden soveltuvuus sahaukseen ja tukkipituuden vaikutus soveltuvuuteen

8.11.1999 Hannu Boren, Metla

Kellon Saha Oy, Mikko Salmela

- Erilaisten harvennsmäntyleimikoiden soveltuvuus sahaukseen ja tukkipituuden vaikutus soveltuvuuteen

15.11.1999 Hannu Boren, Metla

Johanna Saarivuo, RAKLI, Progress – Kiinteistö- ja rakennusalan ympäristöohjelma

- Puun käyttö piha- ja ympäristörakentamisessa

16.11.1999 Hannu Boren ja Erkki Verkasalo, Metla

Pohjois-Karjalan TE-keskus, Kari Aravuo.

- Erilaisten harvennsmäntyleimikoiden soveltuvuus sahaukseen ja tukkipituuden vaikutus soveltuvuuteen
- Pienpuun hyödyntäminen ympäristörakentamisessa

17.11.1999 Hannu Boren ja Timo Kärki, Metla

Neopoli Oy, osallistujat

- Yrityskeskus, Hakala Viljo
- Finntech Oy, Ingman Jyrki
- Pohjois-Karjalan TE-keskus, Jääskeläinen Erkki
- Finnpro Oy, Kajova Veli-Matti
- Neopoli Oy, Mari Kantola
- Taideteollinen korkeakoulu, Lepojärvi Antero
- Lahden Kauppakamari, Lintunen Kyösti
- Lahden Kauppakamari, Lämsä Aarno
- Hämeen TE-keskus, Mäkelä Markku
- Neopoli Oy, Sinkkonen Markku
- Kestopuu Oy, Syrjänen Tuula
- Lahden amk / Muotoiluinstituutti, Tirola-Santala Liisa
- Piha- ja ympäristörakentamisen kehittäminen

18.-20.11.1999 Hannu Boren, Erkki Verkasalo, Henrik Heräjärvi ja Timo Kärki, Metla

Kuomion Saha Oy, Pekka Solla; Keski-Pohjanmaan Metsämarkkinointi Oy; Manu Purola; Lapin puuohjelma, Ari Meriläinen

- Harvennuskoivun, - kuusen ja -männyn hankinta, sahaus ja jatkojalostus Virossa (yritysvierailut AS Metsindissä, AS Sylvesterin Imaveren sahalla, AS Tarmekon huonekalutehtaalla ja AS Agrosilvassa)

23.11.1999 Hannu Boren ja Erkki Verkasalo, Metla sekä Jorma Fröblom, VTT Etelä-Savon kauppakamari, Aki Hakala; Junnikkalan Saha Oy, Heikki Junnikkala; Kajaanin AMK, Ari Kaikkonen; PRT-Wood Oy, Reijo Piippo; Ikipuu Oy, Petri Rajasuo: Aureskoski Oy, Seppo Seilo.

- Harvennusmännyn hankinnan ja sahauksen kehittäminen

24.11.1999 Hannu Boren, Metla

Osuuskunta Puupudas, Eino Parviainen ja Kirsi Arvola

- Piha- ja ympäristörakentamisen kehittäminen
- Harvennusmännyn hankinnan ja sahauksen kehittäminen

25.11.1999 Hannu Boren, Metla

Lahontorjuntayhdistyksen kokous

- Piha- ja ympäristörakentamisen kehittäminen

#### **Liite 4.** Pienpuuhun liittyviä projekteja.

- Harvennuspuun käyttö viiniköynnösten tukikeppeinä. Toivo Törmikoski Oy, Pattijoki, Toivo Törmikoski ja Raahe Tech Oy, Seppo Kaijalainen.
- Koivupienpuun käyttö huonekaluteollisuudessa. Niemen Tehtaat Oy, Vammala. Markku Koivuniemi, puh. 03-511 2026.
- Liimalevyn valmistukseen soveltuvan sahatavaran saanto harvennusmännillä. Länsi-Lapin Ammatti-instituutti, Keminmaa. Jarmo Saariniemi, puh. 0400-337 169.
- Pieniläpimittaisen puun hyödyntäminen liimapuuna, VTT Rakennustekniikka, Espoo. Jorma Fröblom, puh. 09-456 5490.
- Pienimittaisesta harvennuspuusta valmistetun raaka-aineen tuotekehitys ja markkinaselvitysprojekti. Loggist Oy, Matti Takala, puh. 0400-609099.
- Pienpuun sahaus aihioiksi huonekaluteollisuudelle. Stammholz Oy, Muurikkala. Alpo Paajanen.
- Pienpuun käyttö piharakentamisessa. Lapin maaseutukeskus /Sodankylän kunnanvirasto, Sodankylä. Tommi Lepojärvi, puh. 016-615319 tai 0400-981578.
- Pienpuun teollinen hyödyntäminen. Domiratek Oy. Markus Salmela, puh. 05-3478227 tai Valdetec Oy, Alpo Paajanen, puh. 05-3458200.
- Pikkutukki-projekti. Iin metsänhoitoyhdistys, Ii. Seppo Miettunen.
- Pohjoiskarjalaisen huonekaluteollisuuden puunhankinnan kehittäminen. Joensuu yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta, Jori Uusitalo, puh. 013-251 3638 tai 050-352 2389.
- Pyöreän puun käyttö rakennusteollisuudessa -projekti. Arkkitehtitoimisto Kimmo Kuismanen ja Lapin liitto, Rovaniemi. Kari Miettunen, puh. 040-5891340.
- Pyöreän puun öljykuivaus, -kyllästys ja värjäys. VTT Rakennustekniikka, Espoo. Veikko Tarvainen, puh. 09-456 5551.





Etukannen kuvat:

Ylh. vas.

Harvennusmänniköt ovat tärkein pienpuureservimme.

Hoidettu, ensiharvennusta odottava kylvömännikkö

Virroilla, ikä 45 vuotta.

Ylh. oik.

Liimalevyn valmistukseen

käytettävää koivusahatavaraa

saadaan myös 10-20 cm:n

tukista. Oy Carelian SER-Wood Ltd,

Rääkkylä.

Alh. vas.

Sorvattua 8-15 cm:n rakennuspuuta

piha- ja ympäristörakentamisessa.

TiHi-Puu, Perho.

Alh. oik.

Liimapuurakenteet esim. platform-

menetelmällä tehdyssä rakennuksessa

voidaan valmistaa myös pienpuusta

saatavista lamelleista. Heinävaaran

koulu, Kiihtelysvaara

Kuvat: Erkki Verkasalo