



Männyn vahvuudet ja kilpailukyky tärkeissä puutuoteryhmissä

**Erkki Verkasalo ¹, Mika Grekin ¹, Seppo Nevalainen ¹,
Anni Harju ² & Martti Venäläinen ²**

Metsäntutkimuslaitos, Joensuu ¹ & Punkaharju ²

*PUUNKÄYTÖN KEHITTÄMINEN JA UUDET
PUUTUOTEMARKKINAT*

PKM-tutkimusohjelman loppuseminaari

Lahti, Sibeliustalo, 13.11.2008

METLA

- **Suomalaisesta ja ruotsalaisesta männystä on tuotettu runsaasti vertailevaa ja yleistettävää faktatietoa puutuotealaa varten Metlan vetämissä / toteuttamissa hankkeissa vv. 2003-2007**
- *Raaka-aineesta, materiaaliominaisuuksista, otollisista tuoteryhmistä ja jatkojalostusmahdollisuuksista – laajat empiiriset tutkimukset kolmella alueella Suomessa ja kahdella Ruotsissa -> edut ja haitat laadun suhteen – Metla / Joensuu ja Rovaniemi; SLU Ruotsi / Dept. of Forest Products*
- *Raaka-aineen ja materiaalin kilpailueduista ja -haitoista suhteessa seitsemään havupuulajiin ja neljään ei-puumaiseen materiaaliin kolmessa puutuoteryhmässä – kirjallisuustutkimus -> hyödynnettävissä olevat 1) luontaiset vahvuudet, 2) heikkoudet, joiden merkitystä voidaan pienentää ja/tai joita voidaan parantaa lajittelussa, valmistuksessa, jne., 3) heikkoudet, joihin ei voida vaikuttaa.*



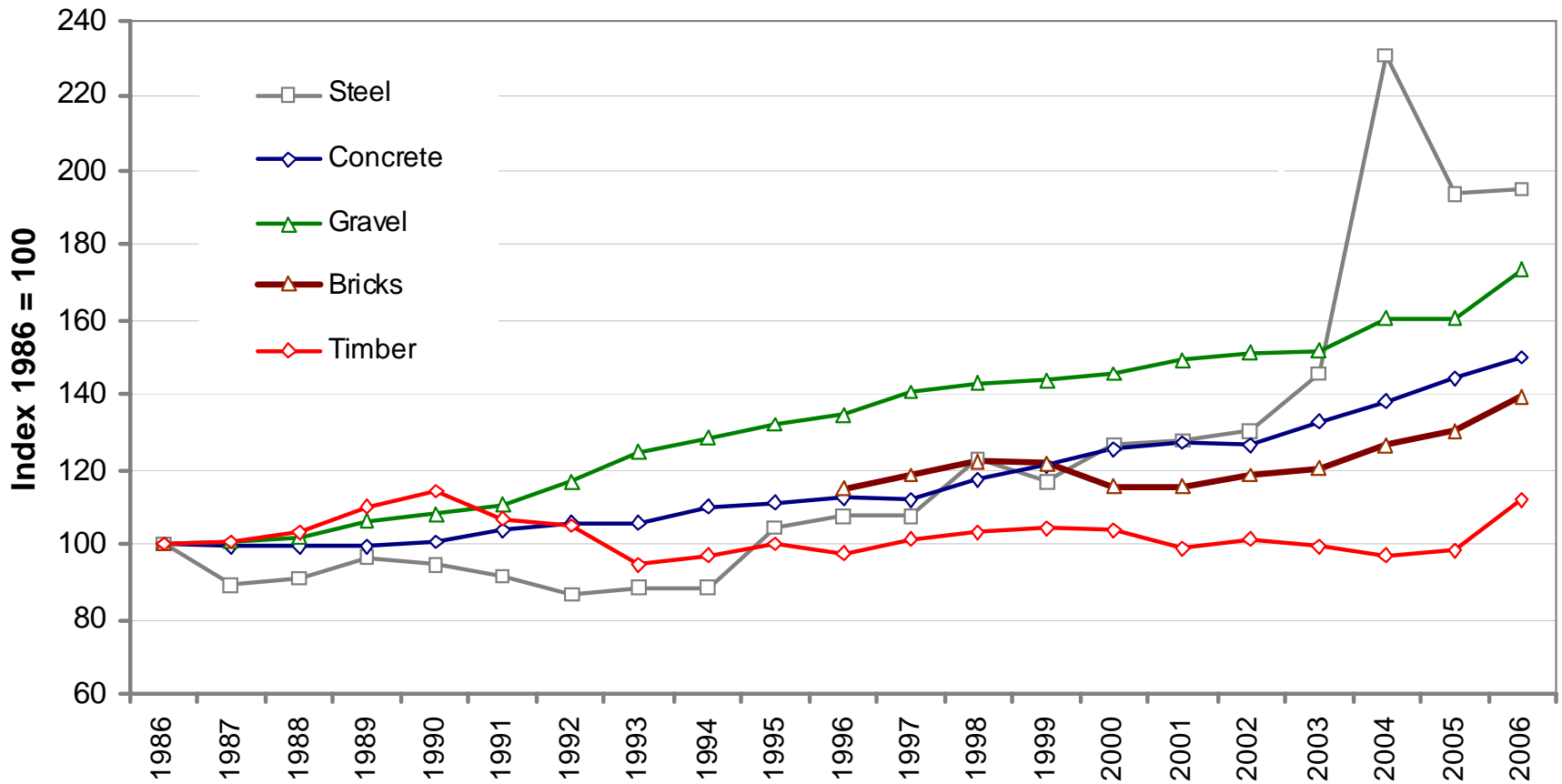
Miksi tutkittiin

- Männyllä oli nähtävissä hidas mutta tasainen hiipuminen sahatavaran vientimarkkinoilla 1970-luvulta lähtien: sahausmäärät olivat jääneet kuusen taakse 1990-luvun alussa ja sahatavaran hintaerot tasoittuneet – sitten taas päinvastainen kehitys vuosien 2005/2006 jälkeen;
- Mäntyteollisuudellamme kasvava kilpailu muiden mäntytuottajien (Baltia, Venäjä) ja puulajien suunnalta - mutta varsinkin ei-puisten materiaalien puolelta (teräs, alumiini, muovit ja muovikomposiitit, MDF - nämä ovat pitkälle käyttökohteen mukaan optimoituja materiaaleja, joilla on hyvä elinkaarikestävyys);
- Männyn aikaisemmin itsestään selvät hyvät ominaisuudet olivat unohtumassa puutavarakaupan väliportailta ja puutuotteiden käyttäjiltä
- Puutuotteiden, myös männyllä loppukäyttäjien valintakriteerien sekä yritysten markkinoille asemoitumisen, tuoteryhmiin segmentoitumisen ja argumentoinnin tarpeiden koettiin muuttuneen.

- Mäntypuun piilevien vahvuuksien hyödyntämismahdollisuuksia ei tunnettu riittävästi ja oli tarve määritellä strategiset materiaaliominaisuudet tuote- ja teknologiakehitystyötä varten - erityisesti nousevien tuoteryhmien kannalta (mm. rakennustuotteet, piha- ja ympäristörakentaminen);
- Männyn jatkojalostuksessa ja kehittyneiden puutuotejärjestelmien suunnittelussa oli ja on edelleen nähtävissä runsaasti käyttämättä olevia mahdollisuuksia, joilla on hyvät mahdollisuudet tyydyttää kuluttajien ja teollisten asiakkaiden tuotevaatimuksia;
- Mänty on jatkossa tärkein puulaji metsätaloudessamme mutta raaka-ainepohja on siirtymässä entistä nuorempiin ja pienirunkoisempiin ja vähitellen myös viljeltyihin metsiin;
- Mäntytukin hakkuumahdollisuudet ovat kasvussa lähes koko maassa (kuten pikkutukilla) – miten ja missä puutuoteryhmissä on mahdollista ja kannattavaa lisätä männyn käyttöä ja mielellään korvata kuusta, josta hakkuumahdollisuusarviot ovat viestittäneet koko

Muita vaikuttimia

- Männyn jatkojalostusta on laajennettu olennaisesti 1990-luvulta rakennus-, rakennuspuusepän- ja sisustustuotteissa - sekä pk-yrityksissä että viimeksi myös eräillä suurkonsernien sahoilla.
- Kyky tuottaa erikoislaatuja ja jatkojalostaa perustuotteita kustannustehokkaasti ovat jatkossa keskeinen liiketoiminnan edellytys puutuoteteollisuudessa. Tähän liittyy asiakaslähtöisyys: tarpeet olisi pystyttävä ennakoimaan paitsi tuotevalikoimissa ja markkinoinnissa, myös puunkasvatuksessa ja puunkorjuussa.
- Useimpien männyn tuoteryhmissä kilpailevien materiaalien, kuten muovikomposiittien, alumiinin, rakennusteräksen ja betonin hinnat ovat nousseet 2000-luvulla selvästi nopeammin ja odotetaan nousevan edelleen nopeammin kuin puulla. Tämä johtuu siitä, että niiden saatavuus on öljy- ja mineraalipohjaisuuden vuoksi jatkossa rajallinen ja niiden kysyntä on jatkuvassa kasvussa kehittyvillä talousalueilla.



Jouko Silén, Stora Enso Timber, 3.5.2007

Lähde: Statistic Austria

- Rakentamisen ja asumisen tuotemarkkinoilla puulla on etulyöntiasema uusiutuvana raaka-ainelähteenä ja hiilen sidonnassa, olettaen että rakennusten, tuotteiden ja materiaalien ympäristösuorituskyvyn laskentastandardit muotoutuvat käynnissä olevissa standardisointiprosesseissa objektiivisin perustein eri materiaaleja vertaileviksi.
- Kuluttajatutkimusten mukaan puuta pidetään inhimillisenä ja ekologisena materiaalina, jota halutaan käyttää mikäli tuotteet ovat pitkäikäisiä ja helppohoitoisia, turvallisia ja terveellisiä, visuaalisesti vetoavia ja antavat erilaisia toiminnallisia etuja arkipäivän elämään.
- Puupohjaisten tuotteiden imago on jo nyt hyvä ja niiden hintakilpailukyvyn voidaan olettaa paranevan edelleen jo 5-10 vuodessa ja varsinkin pitemmällä tähtäyksellä.

Tutkimusten tavoitteet ja sisältö

Päätavoite:

Tuoda esille uusia ja nostaa tietoisuuteen vanhoja faktatietoja pohjoismaisen päätehakkuista saatavan männyn kilpailukykyisistä ominaisuuksista ja niiden alueellisesta vaihtelusta puutuoteteollisuuden tärkeissä tuoteryhmissä tukemaan

- markkinointiviestintää
- tuote- ja teknologiakehitystä
- raaka-aineen hankinnan suuntaamista

- Tutkimukset tehtiin pääasiassa suomalais-ruotsalaisen Wood Material Science and Engineering –tutkimusohjelman SPWT-konsortiossa ”Pohjoismaisen männyn erityisominaisuudet, kilpailukyky ja jalostus puutuoteteollisuudessa” vuosina 2003-2007.
- Konsortio toteutettiin Metlan johdolla kolmen tutkimusorganisaation sekä neljän suomalaisen ja yhden ruotsalaisen puutuoteyrityksen yhteistyönä.
- Rahoittajat: Suomen Akatemia, maa- ja metsätalousministeriö, Woodfocus Oy, Setra Group, Graduate School of Forest Sciences / Joensuun yliopisto

Metla vertaili

- pohjoista mäntypuuta tarkastelujen pohjaksi tärkeimpiin kilpaileviin havupuulajeihin ja ei-puuaineisiin materiaaleihin kirjallisuudessa esitettyjen tietojen perusteella (kuva 1) ja
- suomalaisen ja ruotsalaisen männyn puuaineen erityisominaisuuksia rakennuspuusepän-, sisustus- ja huonekalutuotteiden kannalta empiirisiin aineistoihin pohjautuen (kuva 2)
- viidellä maantieteellisellä alueella Suomen Lapista ja Koillismaalta Etelä-Ruotsin Smoolantiin (kuva 3).
- Ominaisuuksien maantieteellistä, kasvupaikka- ja puustotekijöiden aiheuttamaa sekä metsikön runkojen välistä ja varsinkin niiden sisäistä vaihtelua analysoitiin ja mallinettiin.
- Taustaksi vertailtiin myös päätehakkuupuustojen laatua eli dimensioita ja vikaisuutta alueiden välillä.

SLU Forest Products (Uppsala)

- teki vastaavia empiirisiä vertailuja rakennustuoteominaisuuksista (taivutuslujuus ja -jäykkyys, muotopysyvyys kuivauksessa)
- tutki innovaatiotoimintaa ja tuotekehitystä Ruotsin ja Suomen sahateollisuudessa ja jatkojalostuksessa, ajureita, prosesseja, mahdollisuuksia ja esteitä ja tuloksia, painottaen mäntyä käyttävää teollisuutta.

Helsingin yliopiston metsäekonomian laitos teki asiakastutkimuksia

- Iso-Britannian ja Saksan puun teollisten loppukäyttäjien liiketoimintaympäristössä tapahtuvista muutoksista
- teollisten loppukäyttäjien vaatimuksista pohjoismaisten puutuotteiden toimittajien lisäarvotarjoukselle (tuote, palvelu, informaatio ja saatavuus).

Konsortion yhteisinä toimenpiteinä

- laadittiin SWOT-analyysi ”Entistä dynaamisempi ja kilpailukykyisempi mäntyteollisuus pohjoismaissa”;
- järjestettiin ideointia ja tiedonsiirtoa erityisen asiantuntijaryhmän kautta, joka koostui suomalaisista ja ruotsalaisista mäntyteollisuuden, toimialajärjestöjen ja tutkimus- ja kehittämismaailman edustajista;
- laadittiin yhteinen loppujulkaisu kaikista tutkimuksista ja tiedonsiirron aktioista (käsikirjoitus)

Tutkimusten tulokset on raportoitu ohjausryhmissä, asiantuntijaryhmissä ja loppuseminaareissa

- www.woodwisdom.fi -> Wood Material Science and Engineering -> Events, Reports
- www.metla.fi/tutkimus -> tutkimusohjelmat -> PKM-ohjelma
- *Ohjausryhmien pöytäkirjat liitteineen (Power-Point esityksiä ym.)*
- *SPWT-eksperttiryhmän pöytäkirjat liitteineen (Power-Point esityksiä ym.)*
- erilliset seminaarikansiot (esitelmien tiivistelmät)

Tieteellinen raportointi on pääosin tehty (ks. yhteenveto tämän seminaarin esitelmäkansiossa)

- *tulossa vielä artikkeleita kans.väl. tieteellisissä julkaisusarjoissa*

Nordic Scots Pine vs. Selected Competing Species and Non-Wood Substitute Materials in Mechanical Wood Products Literature Survey

Mika Grekin

<http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2006/mwp036.htm>



METLA www.metla.fi

Contents

Preface	5
1 Introduction	6
2 Nordic Scots pine vs. competing species	7
2.1 Description of the selected tree species	7
2.1.1 Scots pine - <i>Pinus sylvestris</i> L.	7
2.1.2 Western red cedar - <i>Thuja plicata</i> D. Don	8
2.1.3 Ponderosa pine - <i>Pinus ponderosa</i> Laws.	9
2.1.4 Loblolly pine - <i>Pinus taeda</i> L.	10
2.1.5 Radiata pine - <i>Pinus radiata</i> D. Don	11
2.1.6 Lodgepole pine - <i>Pinus contorta</i> var. <i>latifolia</i> Engelm.	12
2.1.7 Norway spruce - <i>Picea abies</i> (L.) Karst.	13
2.1.8 Douglas-fir - <i>Pseudotsuga menziesii</i> Mirb.	13
2.2 Comparison of species for joinery, interior, and furniture products	14
2.3 Comparison of species for structural products	22
2.4 Conclusions	29
3 Nordic Scots pine vs. non-wood substitute materials	30
3.1 Joinery products, case window frames	30
3.1.1 Introduction	30
3.1.2 Aluminium	31
3.1.3 Unplasticised polyvinyl chloride (PVC-U)	34
3.1.4 Steel	35
3.1.5 Comparison of wood and non-wood substitute materials in window frames	35
3.2 Exterior cladding (siding)	36
3.2.1 Introduction	36
3.2.2 Brickwork	39
3.2.3 Concrete	39
3.2.4 Glass	40
3.2.5 Portland cement plaster, render, stucco	40
3.2.6 Wood-plastic composites	41
3.2.7 Plastics	42
3.2.8 Cement-bonded wood composites	42
3.2.9 Steel	43
3.2.10 Comparison of wood and non-wood substitute materials in claddings	43
3.3 Structural products	46
3.3.1 Introduction	46
3.3.2 Breeze-blocks and aerated concrete blocks	46
3.3.3 Concrete	47
3.3.4 Engineered wood products (EWP)	48
3.3.5 Steel	48
3.3.6 Comparison of wood and non-wood substitute materials in structural products	49
4 Conclusions	52
References	54
Appendix: Numerical data concerning wood properties of selected tree species	63

Johtopäätöksiä kirjallisuustarkastelusta

- Pohjoismaista mäntyä vertailtiin kilpaileviin havupuulajeihin yhtäältä rakennuspuusepän-, sisustus- ja huonekalutuotteiden, ja toisaalta rakenteellisten, mekaanista lujuutta ja jäykkyyttä vaativien käyttökohteiden kannalta.
- Ensin mainitussa tuoteryhmässä vertailussa olivat mukana jättituija (*Thuja plicata*), ponderosamänty (*Pinus ponderosa*), loblollymänty (*P. taeda*) ja radiatamänty (*P. radiata*), jälkimmäisessä tuoteryhmässä kontortamänty (*P. contorta*), kuusi (*Picea abies*) ja douglaskuusi (*Pseudotsuga menziesii*).
- Ei-puuaineisten materiaalien osalta pohjoismaista mäntypuuta verrattiin tärkeimpiin kilpaileviin materiaaleihin kolmessa tuoteryhmässä: rakennuspuusepäntuotteissa (tapaus: ikkunanpuitteet), ulkoverhouksissa ja rakenteellisissa käyttökohteissa.

- **Kilpaileviin havupuulajeihin verrattuna** pohjoismaisen männyn puuaineen kuiva-tuoretiheys on likimain keskitasoa.
- Männyn keskimääräiset lujuus- ja jäykkyyssarvot ovat kuitenkin korkeampia useimpiin kilpaileviin puulajeihin verrattuna; ainoastaan loblollymänty ja osittain douglaskuusi ovat lujuudeltaan kotoisen männyn tasolla. Männyn lujuusjakauma on laaja, mikä korostaa asiakaskohtaisen lujuuslajittelun merkitystä mutta mahdollistaa poikkeuksellisen korkean erikoislujien laatujen saannon.
- Erityisesti puun jatkojalostuksessa ja käytössä on tiheyden lisäksi olennaista sen tasaisuus. Mikäli tiheyserot puun ytimen ja pinnan välillä ovat suuria, näkyy se puutuotteiden epätasaisena kutistumisena ja muodonmuutoksina kuivauksessa ja käytössä, tavallista suurempana halkeiluherkkyytenä käytössä ja mekaanisten liitosten teossa ja rakenteellisessa käytössä haitallisena lujuuden ja jäykkyyden vaihteluna.

- Männyllä ominaisuuksien vaihtelu on yleensä sitä pienempää mitä pohjoisempi on puun alkuperä, joten pohjoinen mänty on mekaanisilta ja fysikaalisilta ominaisuuksiltaan tasalaatuisempaa, vaikkakin keskimäärin alemmalla tasolla, eteläistä alkuperää olevaan mäntyyn verrattuna.
- Toisaalta pohjoisen männyn hidas kasvunopeus ja suhteellisen pienet oksat kompensoivat alhaisemman tiheyden vaikutusta sahatavarassa.
- Myös muihin havupuulajeihin verrattuna pohjoisen männyn valttina on puuaineen tasalaatuisuus. Koska vuosilustot ovat melko kapeita ja puuaineen tiheys kohtuullisen korkea ytimenkin lähellä, ytimen ympärillä oleva nuorpuu ei aiheuta männyllä läheskään yhtä suuria kuivaus-, työstö- ja käyttöongelmia kuin esim. nopeakasvuisella radiatamännyllä.

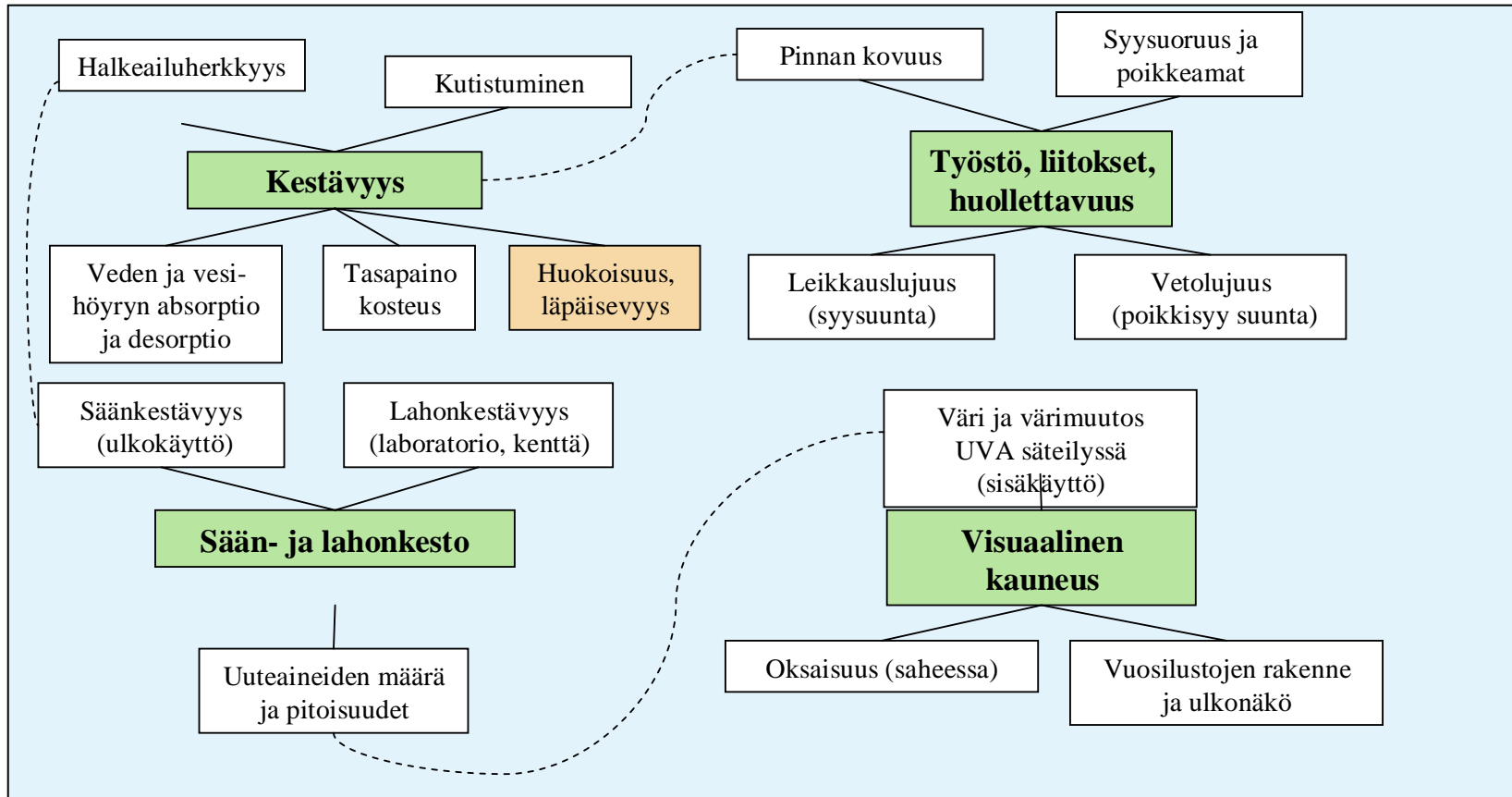
- Tasaisen vuosilustorakenteen ja arvostetun värin ansiosta pohjoinen mänty sopii yleensä hyvin niihin käyttökohteisiin, joissa käytettävät materiaalit jäävät näkyviin (esim. paneloinnit, listat, huonekalut)
- Sydän- ja mantopuun vaihtelu ja vaihtelevan laatuiset ja suuret oksat voivat häiritä muuten tasaista visuaalista tekstuuria.
- Männyn työstäminen, liimaus, pintakäsittely ym. onnistuvat yleensä varsin helposti, kunhan käytetään sopivia menetelmiä, työkaluja ja -koneita ja käsittelyaineita.
- Vertailussa olleiden havupuulajien välillä ei ole suuria eroja työstettävyydessä, eri puulajien puuaines on yleisesti ottaen melko suorasyistä mutta tekstuuri vaihtelee melko tasaisesta melko karheaan.

- **Kilpaileviin ei-puuaineisiin materiaaleihin verrattuna** männyn, ja yleensäkin puun heikkouksia ovat edellä mainittu ominaisuuksien suuri vaihtelu, kosteuseläminen ja useimpien ominaisuuksien anisotropia eli säteen-, tangentin- ja pituussuuntaisten ominaisuuksien selvä poikkeaminen toisistaan.
- Suurimpina vahvuuksina voidaan pitää suurta lujuutta suhteessa tiheyteen (massaan), ympäristöystävällisyyttä ja helppoa kierrätettävyyttä.
- Etuna on myös se, että puu on historiallisesti kauan käytetty, perinteinen materiaali, jonka käyttöönotto ja käsittely eivät vaadi kalliita erikoistyökaluja tai -menetelmiä.
- Erilaiset yhdistelmämaterialit (esim. puu-alumiini, puumuovi) ja kokonaan uudet materialit (esim. polystyreeni, ABS-muovi, huokoinen PVC, muovien ja biomateriaalien komposiitit) ovat yleistymässä.

Kokeellisten tutkimusten sisältö (Mika Grekin, 1.2.2006)

Näkökulma: männyn käyttö rakennuspuusepän-, sisustus- ja huonekalutuotteissa *

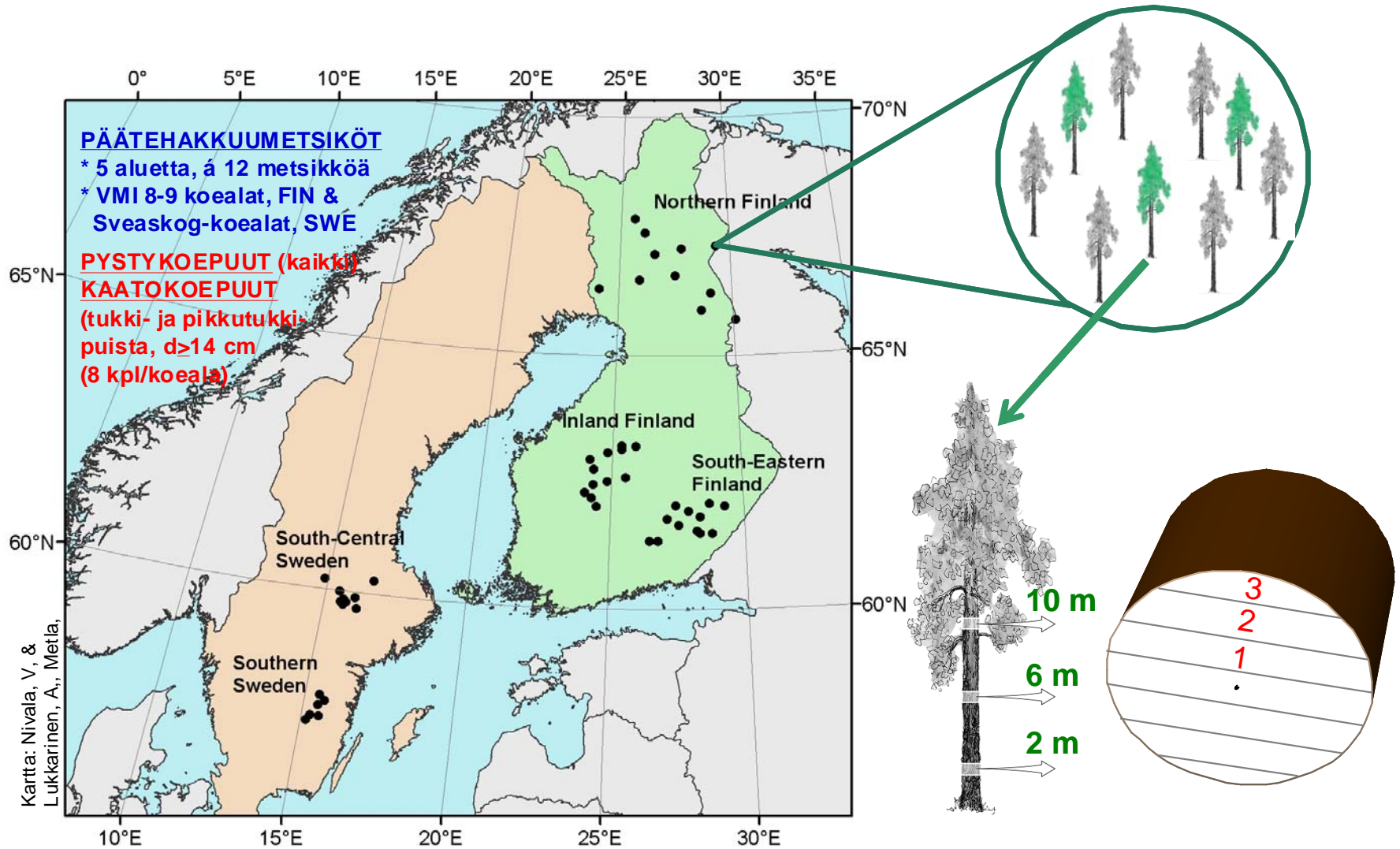
Ominaisuusryhmä	Tutkitut ominaisuudet	Tutkittavat ominaisuudet (optio)
-----------------	-----------------------	----------------------------------



* SLU / Dept. Of Forest Products tutki samasta aineistosta männyn rakennustuoteominaisuuksia (kimmomoduuli, lujuus, muodonmuutos kuivauksessa).

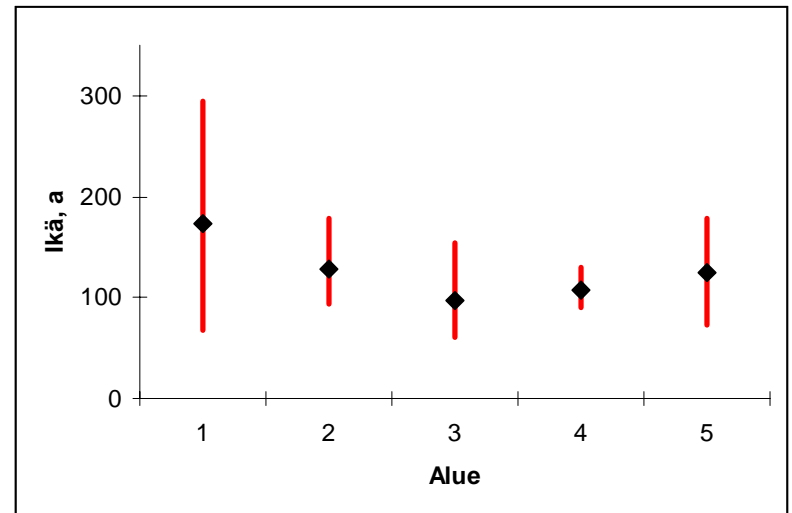
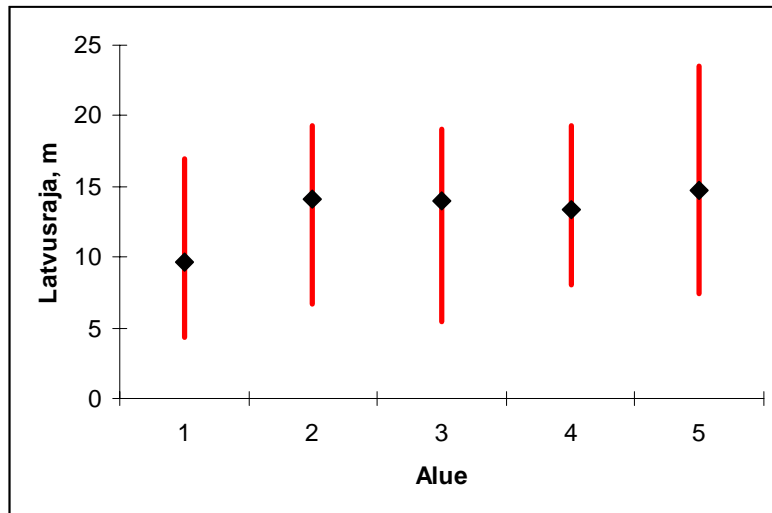
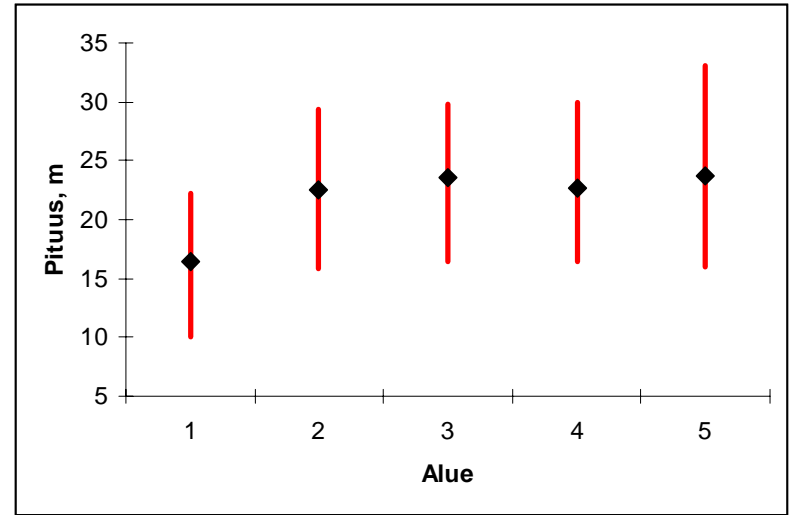
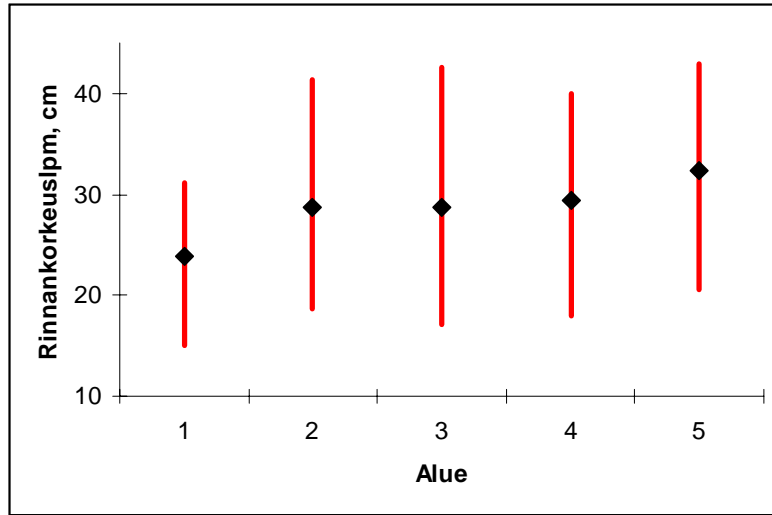
Kuva 2.

Empiiriset aineistot (Mika Grekin, 3.5.2007)

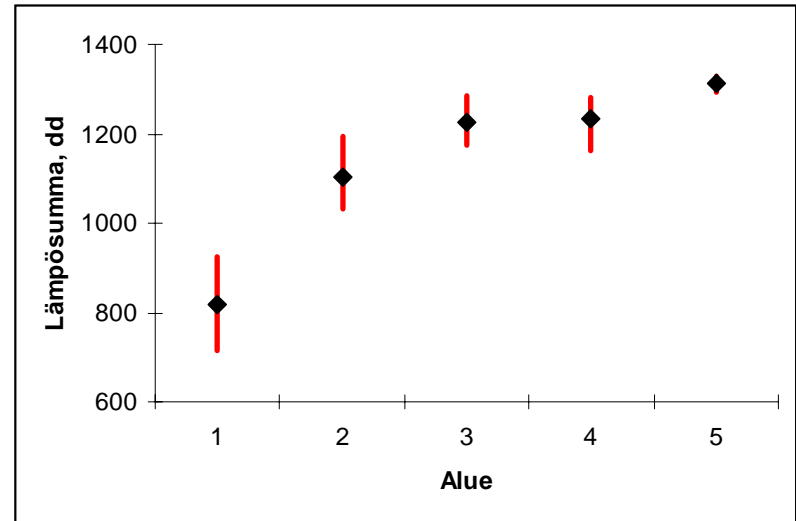
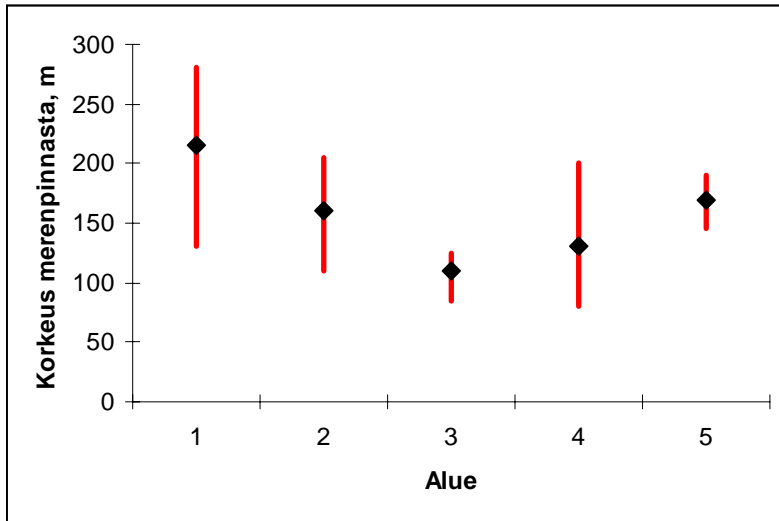


Kuva 3.

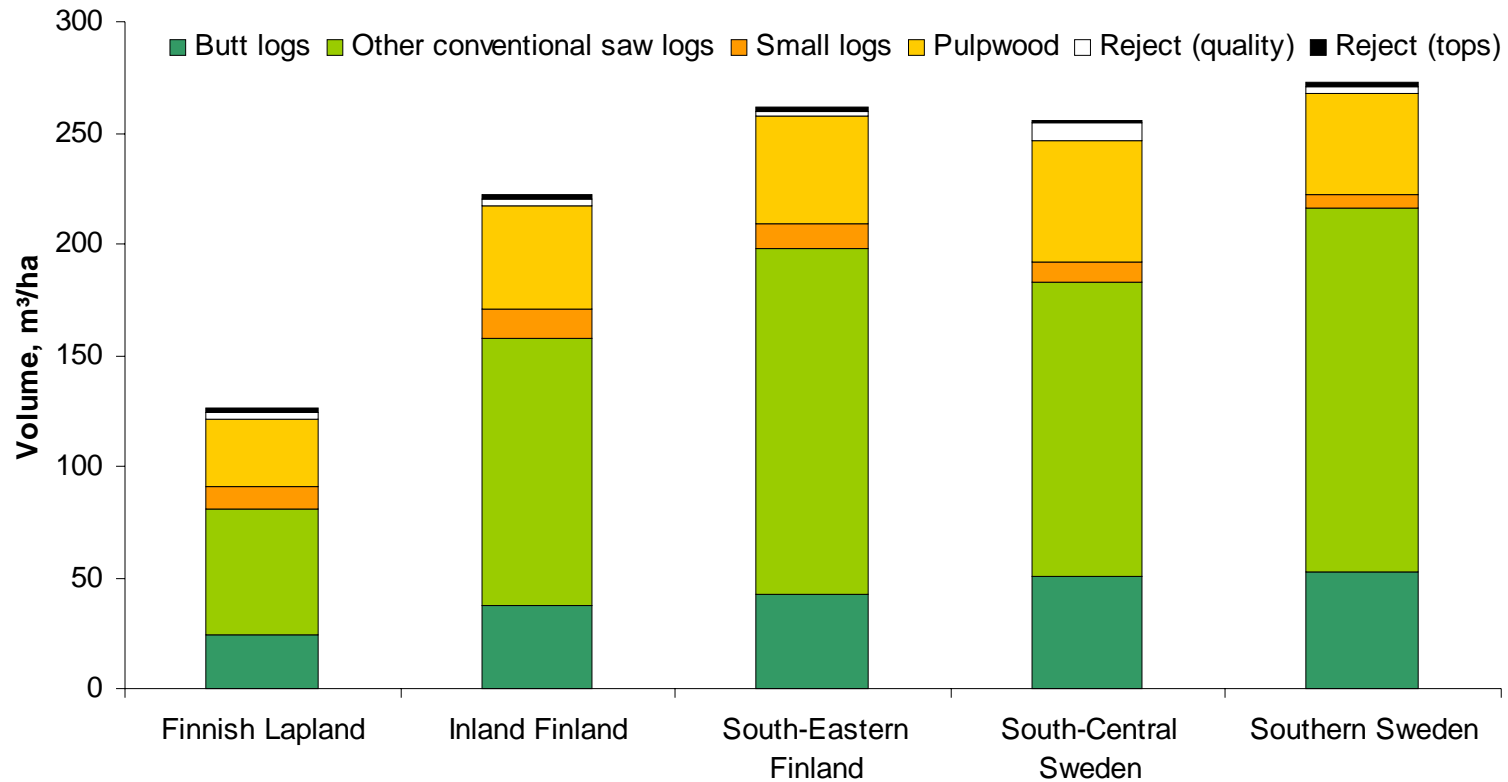
Koemetsiköiden pystykoepuutiedot alueittain



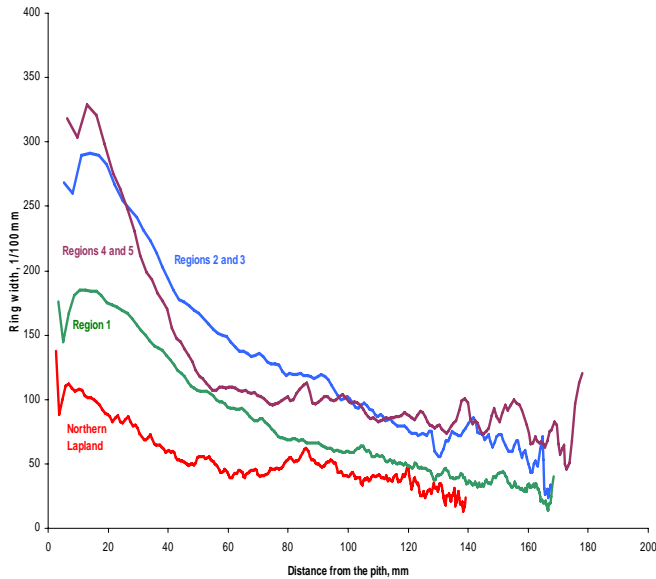
Koemetsiköiden ilmastotiedot alueittain



Pystykoepuiden apteraukset alueittain

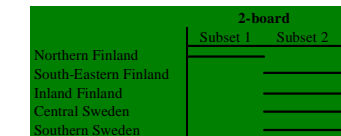
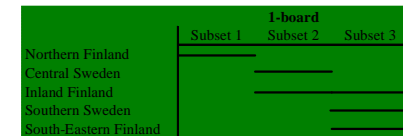
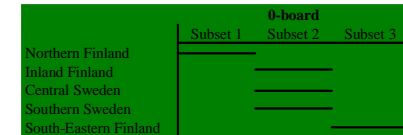
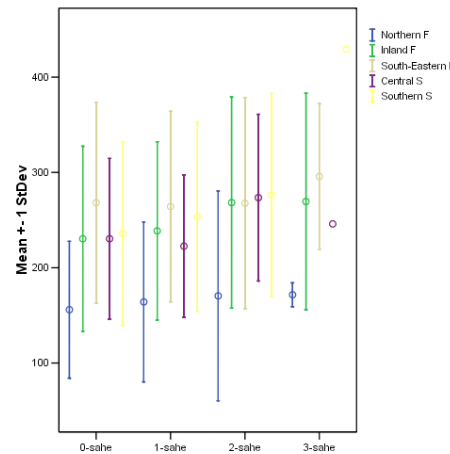


Esimerkkejä puaineen ominaisuuksien tutkimuksista - Metla

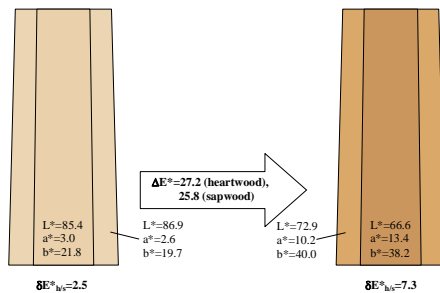


Internal knots

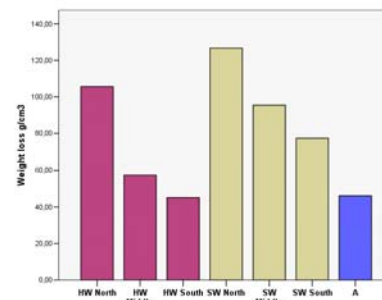
Distance between whorls



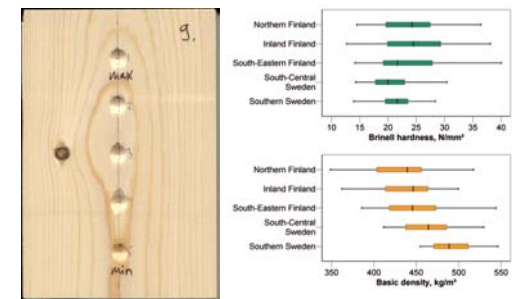
Wood colour and colour change in UVA-radiation



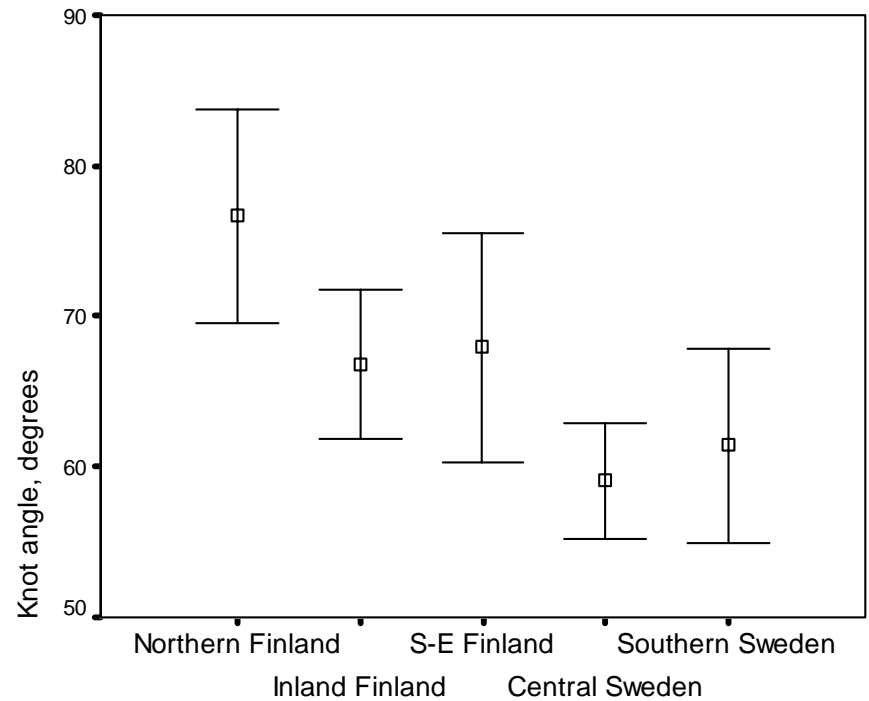
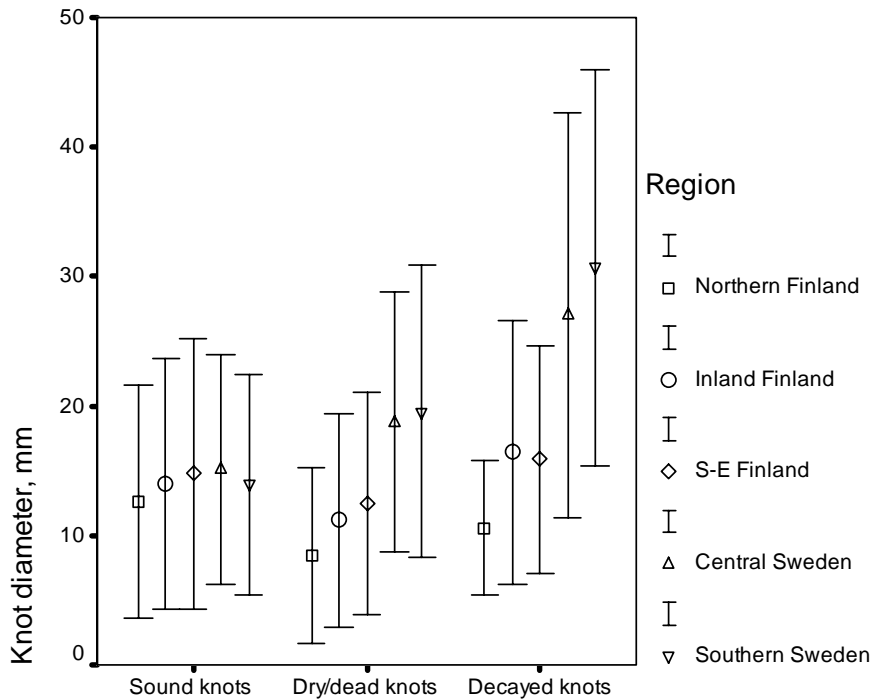
Decay resistance – EN113 (*Coriophora puteana*)



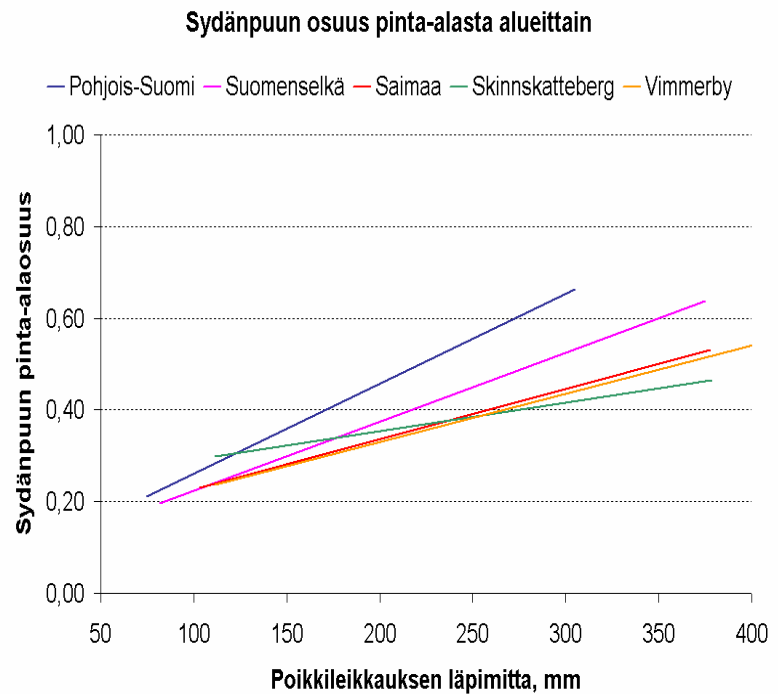
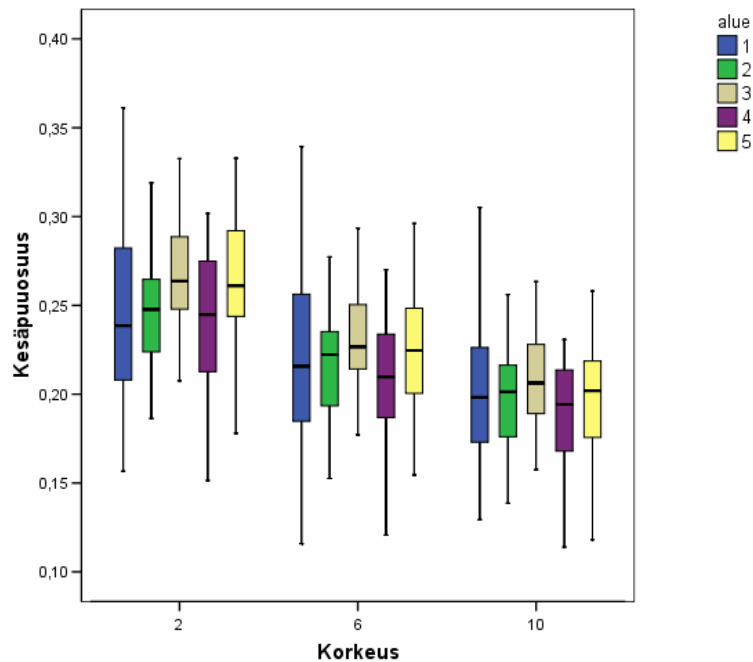
Brinell Hardness \perp



Esimerkkejä puaineen ominaisuuksien tutkimuksista - Metla

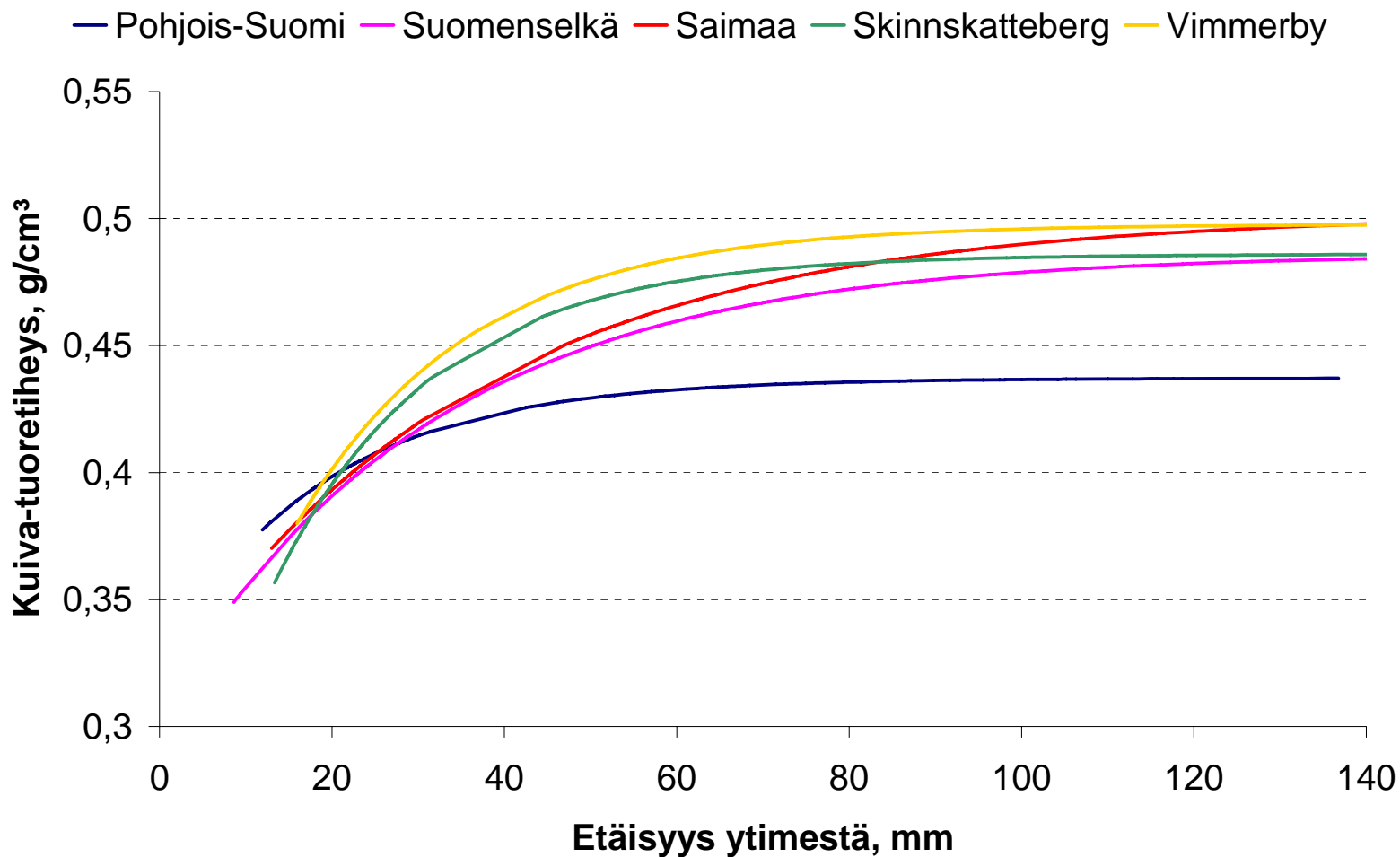


Esimerkkejä puuaineen ominaisuuksien tutkimuksista - Metla



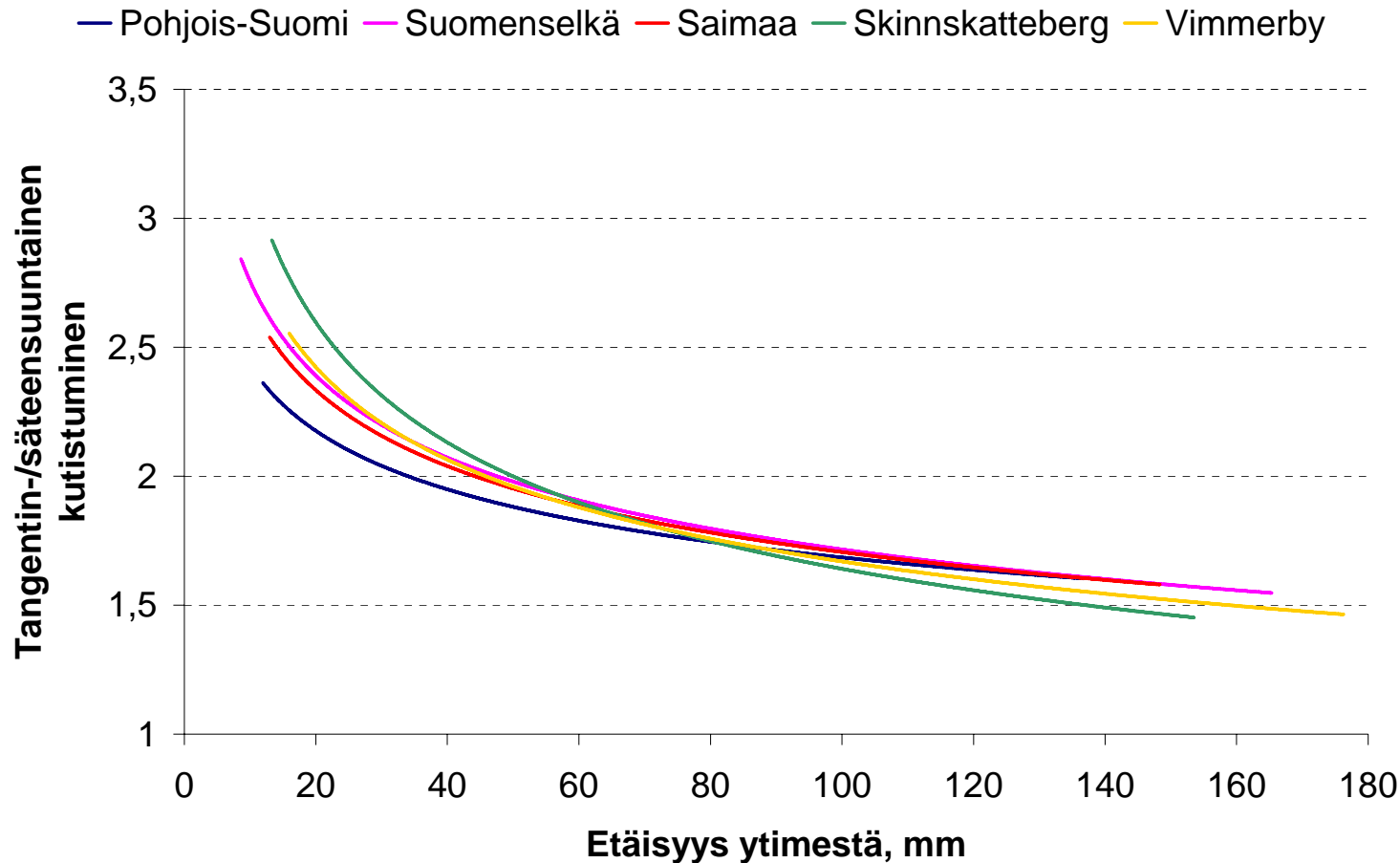
Esimerkkejä puuaineen ominaisuuksien tutkimuksista - Metla

Kuiva-tuoretiheys alueittain, näytteenottokorkeus 2 m



Esimerkkejä puuaineen ominaisuuksien tutkimuksista - Metla

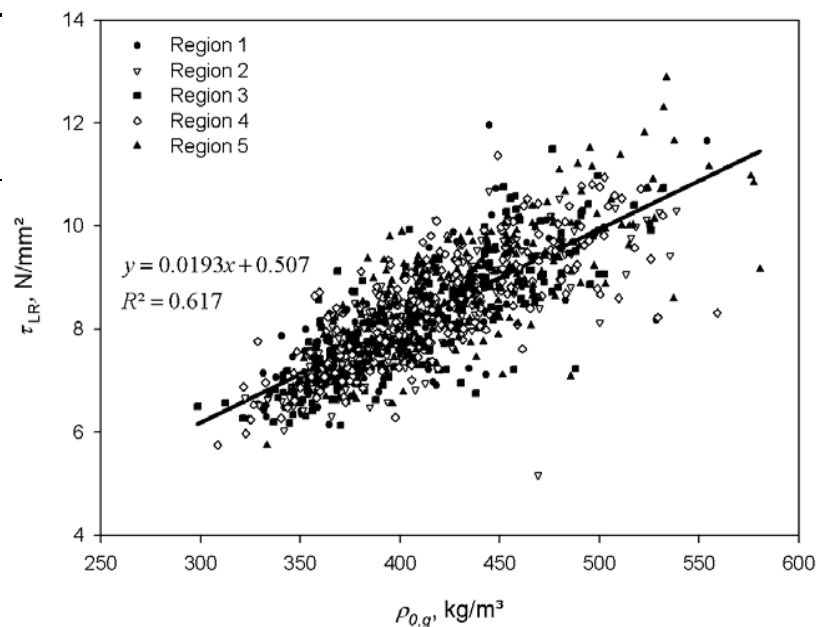
Kutistumisen anisotropia alueittain, korkeus 2 m



Esimerkkejä puaineen ominaisuuksien tutkimuksista - Metla

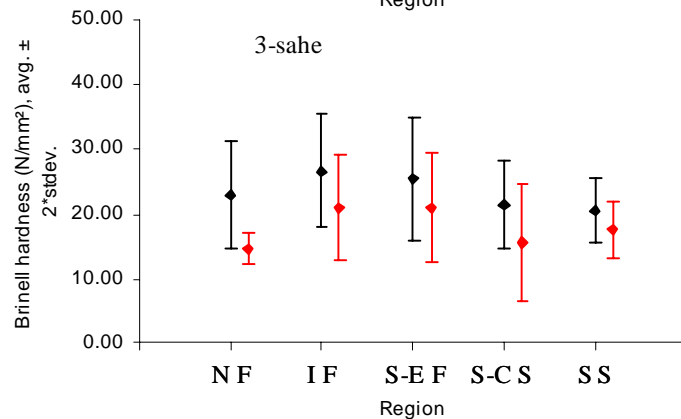
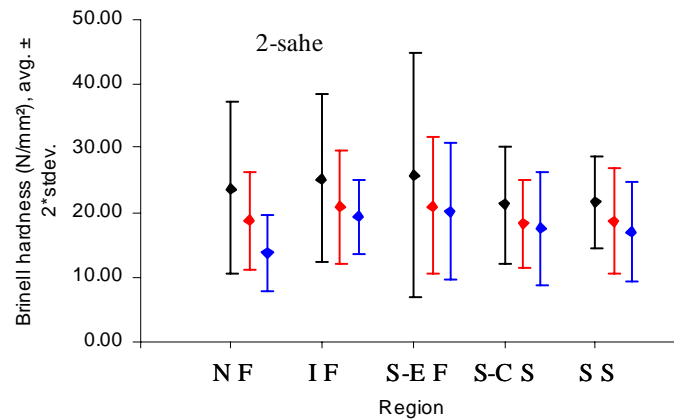
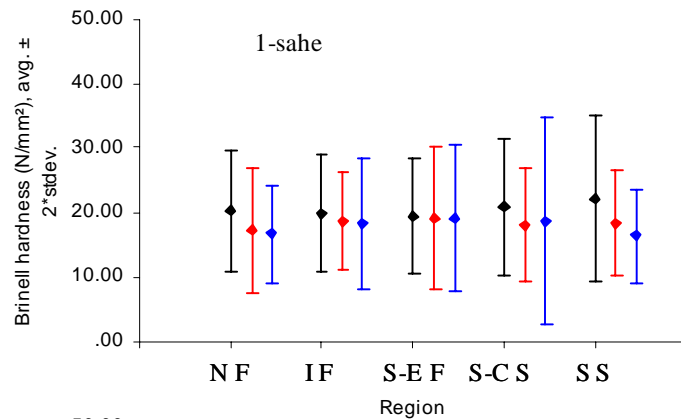
Leikkauslujuus ||

		Shear strength, N/mm ²	Basic density, kg/m ³	Average ring width, mm	N
2m height	Northern Finland	8.6 (1.17)	415 (43)	1.17 (0.87)	69
	Inland Finland	8.8 (1.18)	432 (53)	1.64 (1.06)	70
	S-E Finland	8.8 (1.28)	432 (53)	2.12 (1.41)	88
	S-C Sweden	9.1 (1.20)			
	Southern sweden	9.6 (1.24)			
6m height	Northern Finland	7.8 (0.84)			
	Inland Finland	8.0 (0.85)			
	S-E Finland	8.4 (1.01)			
	S-C Sweden	8.6 (1.02)			
	Southern sweden	8.9 (1.08)			
10m height	Northern Finland	7.8 (0.72)			
	Inland Finland	8.0 (0.90)			
	S-E Finland	8.1 (0.81)			
	S-C Sweden	8.3 (0.86)			
	Southern sweden	8.5 (0.84)			



Esimerkkejä puuaineen ominaisuuksien tutkimuksista - Metla

Brinell-kovuus \perp



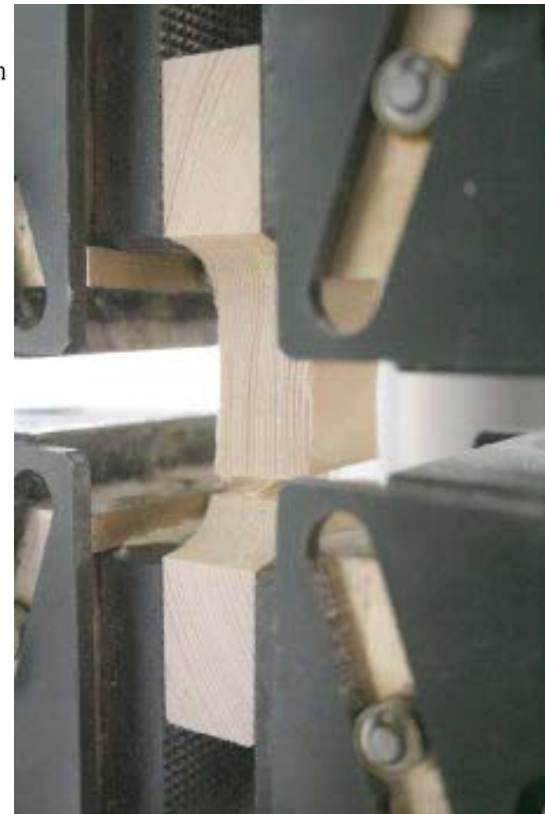
| = korkeus 2 m
| = korkeus 6 m
| = korkeus 10 m

Esimerkkejä puaineen ominaisuuksien tutkimuksista - Metla

Vetolujuus \perp

Table 3. Number of specimens, means, and standard deviations (in parentheses) of tensile strength perpendicular to grain (σ_T , N/mm²) and basic density ($\rho_{0,g}$, kg/m³) in different regions and boards.

Region	Board, number								
	1			2			3		
	σ_T	$\rho_{0,g}$	N	σ_T	$\rho_{0,g}$	N	σ_T	$\rho_{0,g}$	N
1	4.4 (0.79)	373 (20)	17	3.7 (0.97)	401 (42)	23	3.5 (0.61)	413 (36)	9
2	3.8 (1.21)	402 (40)	25	3.2 (0.81)	437 (49)	28	3.1 (0.83)	430 (51)	10
3	3.7 (0.82)	407 (34)	31	3.1 (0.68)	439 (38)	27	2.9 (0.79)	442 (34)	11
4	4.1 (0.83)	411 (29)	20	3.2 (0.75)	437 (41)	28	2.8 (0.69)	440 (39)	15
5	3.8 (0.81)	412 (34)	20	3.1 (0.79)	454 (52)	29	2.7 (0.68)	446 (39)	21



Esimerkkejä puuaineen ominaisuuksien tutkimuksista - Metla

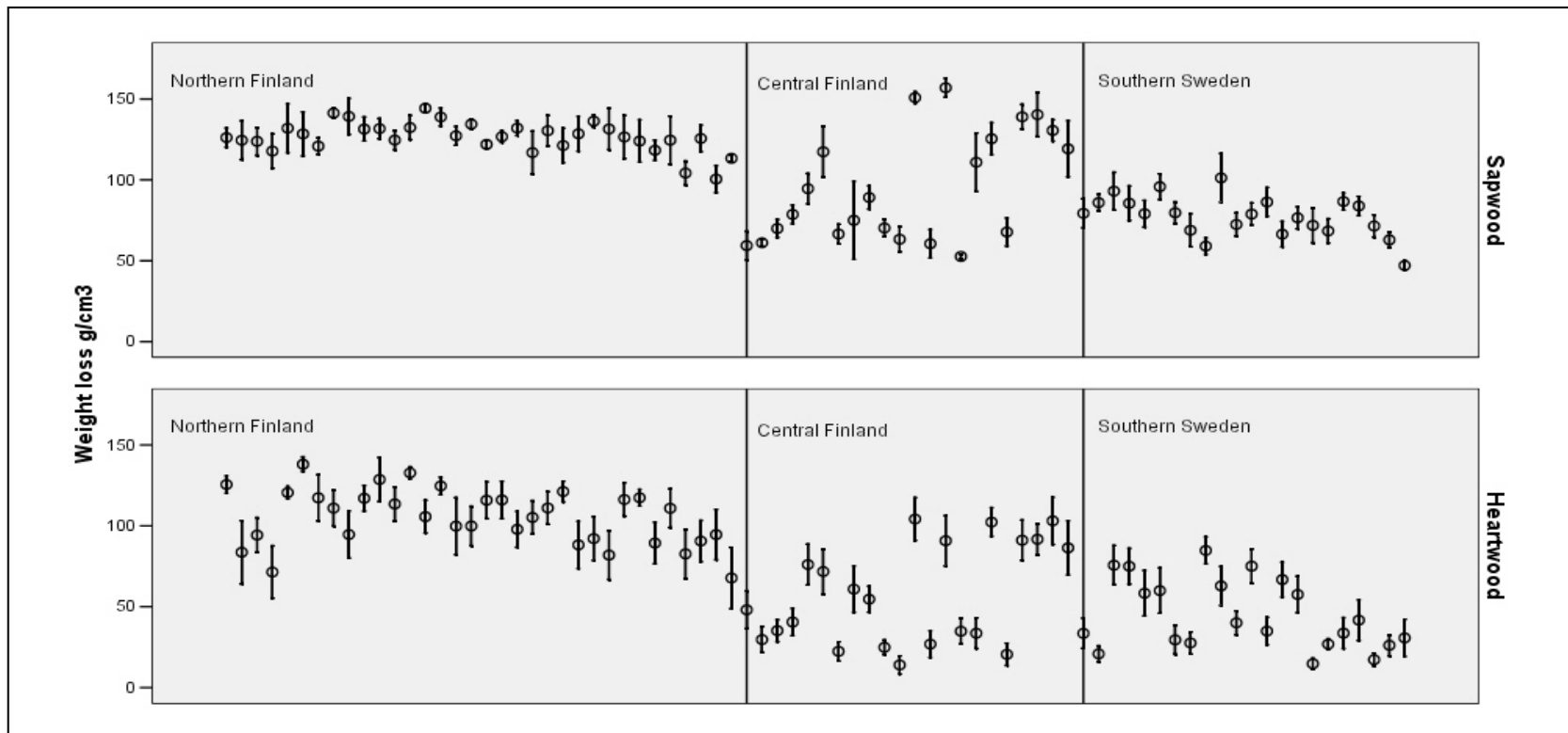
Lahonkestävyys

Taulukko 1. Näytteiden massahäviö EN 113 lahotuskokeissa, *Coniophora puteana*, kokeen kesto 16 viikkoa. Class A = A-luokan painekyllästetty puutavara.

Sample	Weight loss (mean \pm s.d.) at the sampling height of two metres		
	% of dry weight	absolute mass loss mg	mg/cm ³ of wood (volume of fresh wood)
Heartwood	19.53 \pm 12.7	1391.93 \pm 900.80	74.30 \pm 48.09
Sapwood	23.54 \pm 8.52	1941.03 \pm 641.85	103.55 \pm 34.19
Class A	7.05 \pm 4.54	865.18 \pm 560.93	46.14 \pm 29.92

Esimerkkejä puuaineen ominaisuuksien tutkimuksista - Metla

Lahonkestävyys



Kuva1. Pinta- ja sydänpuunäytteiden massahäviö (mg/cm^3) metsiköittäin eri osaluueilla. Keskiarvot ja keskihajonnat. Näytteet kahden metrin korkeudelta.

Tulosten yhteenvetoa

- Pohjoisen Suomen ja Ruotsin lyhyt kasvukausi sekä vuosittain vaihtelevat kasvuolosuhteet vaikuttavat puiden kasvuun ja tätä kautta laatukehitykseen.
- Pituus- ja paksuuskasvu jäävät pohjoisessa usein alle puoleen eteläsuomalaisesta ja -ruotsalaisesta. Vuosilustot ovat pohjoisessa ohuita vuosirenkaissa on prosentteina vähemmän kasvukauden loppupuolella muodostuvaa tummaa kesäpuuta kuin etelämpänä.
- Syntyvien vuosirenkaiden leveys muuttuu pohjoisessa vähemmän puun iän mukana kuin etelämpänä, joten puuaine on tasalaatuisempaa lähes kaikissa suhteissa.
- Tietyssä läpimitassa männyt ovat sitä vanhempia ja niissä on sitä enemmän monilta ominaisuuksiltaan edullista sydänpuuta mitä pohjoisemmassa ollaan.

Tulosten yhteenvetoa

- Puuaineen tiheys ja mekaaniset ominaisuudet ovat yleisesti sitä huonommat, mitä pohjoisempi on männyn alkuperä; trendi ei ole kuitenkaan suoraviivainen, vaan lähinnä pohjoisin mänty eroaa epäedullisesti muista alueista ja Keski-Suomi on jo lähellä eteläisimpiä alueita.
- Poikkeuksena on puuaineen halkeiluerkkyyteen ja liitosten kestävyysvaikutusta vaikuttava vetolujuus puunsiirtä vastaan, joka kasvaa etelästä pohjoiseen päin.
- Myös pinnan kovuus voi olla pohjoisella puulla edullinen mm. lattiamateriaalien ja huonekalujen kannalta, kun kuormitukset kohdistuvat pistemäistä laajemmalle pinnalle.
- Pohjoisen männyn puuaineen verraten tasaisen tiheyden, kuten myös ohuiden lustojen ja suuren sydänpuuosuuden ansiosta se soveltuu hyvin käyttökohteisiin, joissa vaaditaan mittatarkkuutta ja muotopysyvyyttä sään ja olosuhteiden vaihdellessa (mm. ovet, ikkunat, piha- ja ympäristörakentaminen, hirsi- ja puuelementtitalot).
- Samoin vaikuttaa ydintä ympäröivän nuorpuun pieni osuus ja ilmeisesti parempi laatu Pohjois- ja Keski-Suomessa.

Tulosten yhteenvetoa

- Kuivatun, käsittelemättömän männyn puuaineen värissä oli pieniä eroja tutkittujen alueiden välillä. Sekä sydän- että mantopuu tummuvat huomattavasti UV-säteilyn vaikutuksesta, värinmuutos on suurin eteläisillä alkuperillä. Käsittelemättömän sydän- ja mantopuun väriero on suurin pohjoisilla alkuperillä. UV-säteily pienentää sydän- ja mantopuun värieroa ja tavallaan haalistaa puuaineen ulkonäköä, ja säteilyjakson jälkeen väriero onkin suurin eteläisillä alkuperillä.
- Puuaineen lahonkestävyyden koejärjestely simuloi erittäin vaativia käyttöolosuhteita, joita voi käytännössä esiintyä silloin, kun puu on jatkuvassa maakosketuksessa. Sydänpuun massahäviö kokeen aikana oli keskimäärin 105 g/cm^3 Pohjois-Suomessa, 60 g/cm^3 Keski- ja Kaakkois-Suomessa ja 45 g/cm^3 Keski- ja Etelä-Ruotsissa. Vastaavat massahäviöt pintapuussa olivat noin $25\text{--}40 \text{ g/cm}^3$ suuremmat. Kokeen rajuudesta kertoo osaltaan se, että A-luokan kyllästetyn puutavaran massahäviö oli samalla tasolla eteläruotsalaisen sydänpuun kanssa.

Johtopäätöksiä

- Puutuotealan mahdollisuudet kasvavaan, monipuolistuvaan ja menestyvään liiketoimintaan männyn käytön pohjalta ovat lupaavat keskipitkällä ja varsinkin pitkällä aikavälillä, vaikka kuluvan syksyn uutiset maamme teollisuuden lyhyen tähtäimen näkymistä eivät ole rohkaisevia.
- Myönteinen arvio perustuu puuraaka-aineen uusiutuvuuteen, hyvään ympäristösuorituskykyyn ja puutuotteiden myönteiseen imagoon kilpailutekijöinä ...
- ... sekä modernin tuote- ja teknologiakehityksen ja kehittyvien arvoketjujen antamiin mahdollisuuksiin ja vaihtoehtoiisiin materiaaleihin perustuvien tuotteiden hintojen kohoamiseen.

- Myös bioenergian ja ilmastonmuutoksen torjunnan kautta on näköpiirissä uusia liiketoimintamahdollisuuksia puutuotealalle.
- Puutuoteteollisuudessa etsitään aktiivisesti erilaisia mahdollisuuksia korvata kuusta männyllä eri tuoteryhmissä, joten männyn teknisten ominaisuuksien tuntemus korostuu entisestään.
- Yleinen näkemys on, että pohjoismaisen männyn parissa on tehty viime aikoina varsin vähän innovaatiotyötä sekä brändien ja imagon rakentamista.

Männyn hyödynnettäviä ominaisuuksia tuotekehityksessä ja markkinointiargumentoinnissa

A. Perinteiset

- houkutteleva visuaalinen ilme
- vähäinen eläminen
- helppo työstettävyys
- monien ominaisuuksien kohtalaisen hyvä ennustettavuus

B. Uudet

- ennen kaikkea korkea lujuuspotentiaali
- hyvä stabiliteetti
- tietyin varauksin hyvä säänkestävyys
- usein pitkät oksavälit
- haitallisen nuorpuun vähäisyys
- sydänpuun hyvät erityisominaisuudet
- männyn luontaisten uuteaineiden hyödyntäminen esimerkiksi ns. ekologisissa puunsuojausaineissa ja puuliimoissa.

Mäntypuun vahvuudet ovat hyödynnettävissä

- * paitsi perinteisissä rakennuspuusepän- ja sisustustuotteissa (ikkunat, ovet, lattiat, portaat, paneelit)
- * ennen kaikkea rakennuskäytössä (puuelementti- ja hirsitalojen kantavat rakenteet, liimatut mahdollisesti monikerroksiset palkit, pilarit, yms.
- * erilaisissa komponenteissa, järjestelmäratkaisuissa ja rakennepuutuotteissa (EWP)
- * ulkovuorauksissa
- * piha- ja ympäristörakentamisen tuotteissa (monipuolinen segmentti)

Näitä tuotteita tehdään teollista esivalmistusta soveltaen.

Vahvuuksien hyödyntämiseen tarvitaan mittausinformatiikan ja prosessien hallinnan yhdistämistä. Tuotteiden myynnin ja valmistuksen ja raaka-aineen hankinnan ja varastojen optimointi molemmin suuntaisin informaatiovirroin ja toiminnan ohjauksen keinoin on jo arkipäivää monilla sahoilla.

- Kuluttajien ja muiden loppukäyttäjien arvostusta varten tarvitaan teknistä informaatiota puumateriaalien ja – tuotteiden ominaisuuksista ja käyttö- ja hoito-ohjeita.
- Näillä vastataan odotuksiin tuotteiden funktionaalisuudesta eli kyvystä tyydyttää toiminnallisia vaatimuksia ja helpottaa arkipäivän elämää.
- Tämän ohella on ekologinen imago ja kestävyys jatkossa tärkeässä asemassa. Mäntytuotteiden osalta tähän liittyy tuotekehityksen haasteita, kuten sisustustuotteiden ja kalusteiden haihtuvien orgaanisten yhdisteiden hallinta, hirsitalojen energiatehokkuus ja tulevaisuuden puutalojen homehtumisriski ilmastonmuutoksessa.
- Puuraaka-aineen varmistettu alkuperä ja puunhankintaketjun päästöt lienevät hyvin hallinnassa.

- Hakkuiden piiriin tulee 10-20 vuodessa kasvavia määriä viljelymänniköitä, joiden puuraaka-aineen todellisesta kelpoisuudesta puutuoteteollisuuden tuoteryhmiin ja sopivista valmistusmenetelmistä on vähän tietoa.
- Tässä huomioon otettavia mahdollisuuksia ovat
 - päätehakkuupuuston laatuun vaikuttava harvennus-hakkuiden intensiivisyys ja laatuharvennusten toteuttaminen
 - puutuotteiden valmistustekniikan kehittyminen
 - massiivipuun uudet mekaanisesti ja varsinkin fysikaalisesti ja/tai kemiallisesti modifioidut jalosteet,
 - komposiittituotteet ja rakennepuutuotteet.

- Sivutuotteiden vaihtoehtoiset käyttömahdollisuudet lisääntyvät ja niiden merkitys ja markkina-arvo kasvaa, koska käyttö sähkö- ja lämpöenergian tuottamiseen ja biojalostamojen raaka-aineena saattaa kasvaa.
- Todennäköisesti sahoille ja jatkojalostuslaitoksille syntyy hajautettua bioenergia- ja biojalostamotoimintaa – ja varmasti jos puusähkön syöttötariffi toteutuu !
- Tämä muuttaa liiketoiminnan konsepteja puutuotealalla ja lisää tietotarpeita sivutuotteiden kemiallisesta ja fysikaalisesta olemuksesta ja sen hyödyntämismahdollisuuksista.

Jatkohanke 1 – Männyn argumentointi

Toukokuussa 2008 on käynnistetty tässä referoitujen tutkimusten tulosten jalostamiseksi ja siirtämiseksi erityisesti pk-yritysten käyttöön julkinen tiedonsiirtohanke (EU:n Pohjoinen ulottuvuus –ohjelma / **Developing the Pinus sylvestris L. resource**).

- Hankkeella tuetaan mäntyä jalostavien puutuoteyritysten markkinointia ja tuotekehitystä mäntyä raaka-aineena ja mäntytuotteita valituissa loppukäyttöryhmissä esittelevien internet-sivustojen ja kirjallisten materiaalien sekä asiantuntijaryhmätyöskentelyn avulla.
- Yritykset voivat käyttää näitä materiaaleja omassa markkinointiviestinnässä ja tuotekehityksen ideoinnissa.
- Kohdealueet ovat **Koillismaa-Lappi, Pohjois-Karjala ja Keski-Suomi**.

Jatkohanke 2 – Viljelymänty ja -kuusi

Mäntyraaka-aineen käytön kehittämiseen tähtääviä tutkimuksia jatketaan uudelleen suunnattuina hankkeessa **Männyn ja kuusen raaka-ainepotentiaalit, niiden ominaisuudet, soveltuvuus ja kilpailukyky puutuoteteollisuudessa.**

- Painopiste on kotimaasta saatavissa olevassa **viljelymännössä ja –kuudessa** ja niiden puutavaran ja puuaineksen ominaisuuksissa, teknisessä soveltuvuudessa, jalostusarvossa ja käytön kilpailukyvyssä ...
- ... **puutuoteyritysten raaka-aine- ja tuoteryhmästrategioiden ja valmistusteknologioiden suunnittelua ja puuntuottajien kantorahatulonmuodostuksen arviointia ja metsäneuvonnan kehittämistä** varten.
- Lisäksi tutkitaan **tukkien koko- ja laatu jakaumassa odotettavissa olevia muutoksia** alueittain metsävara- ja hakkuumahdollisuustietojen ja vaihtoehtoisten puutavaralajitavoitteiden pohjalta ja analysoidaan muutosten syitä ja seurauksia ainespuuta käyttävän teollisuuden kannalta.

Jatkohanke 3 – Ympäristösuorituskyky

Sään- ja lahonkestävän puutavaran ympäristösuorituskyky –hankkeessa

- viedään loppuun mäntypuulla käynnissä olevat kosteudensieto- ja halkeiluerkkyystutkimukset
- tutkitaan käyttöikää lyhentävän halkeilun ja lahoamisen mittausta, ennustamista ja hallintaa erityisesti viljelymetsistä saatavan sydänpuun käytön kannalta
- selvitetään mäntyvarojemme sydänpuun määrää ja laatua

Kiitokset!



*Courtesy Ekopine Oy,
Oulu, Finland*



*Courtesy AG Kronenholz Oy,
Marttila, Finland*



*Courtesy Incap Furniture Oy,
Kärsämäki, Finland*



*Courtesy Lameco LHT Oy,
Varpaisjärvi, Finland*



*Courtesy Lappipaneeli Oy,
Kuusamo, Finland*