

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU
Puutekniikka / Sahatekniikka

Tauno Lakkala

PAINEKYLLÄSTETYN MÄNNYN SUOJA-AINEJÄÄMÄN ANALYSOINTIMENE-
TELMIEN LUOTETTAVUUS ERI SUOJA-AINEILLA

Opinnäytetyö 2009

ESIPUHE

Tämä opinnäytetyö on tehty osana Kymenlaakson ammattikorkeakoulun puutekniikan opintojani. Opinnäytetyöhän liittyvät kokeelliset tutkimukset suoritettiin Kymenlaakson ammattikorkeakoulun puutekniikan laboratoriossa vuosina 2007 – 2008.

Suuret Kiitokset Kymenlaakson ammattikorkeakoulun tutkimusjohtaja Hannu Borenille työn ohjauksessa ja mahdollisuudesta osallistua ko. tutkimustyöhön. Lisäksi haluan Kiittää puutekniikan laboratorion henkilökuntaa Erkki Reimannia, Kauko Nyröstä, Risto Jetsosta, Risto Jääskeläistä, Risto Launiaista, Tuomo Väärää ja Olavi Liukkos-ta yhteistyöstä ja suuresta avusta tutkimusten suorittamisessa. Suuret Kiitokset myös koko koulun henkilökunnalle hyvästä palvelusta ja opetuksesta, joita sain hyödyntää suorittaessa puutekniikan opintojani.

Kotka, 25. marraskuuta 2009

Tauno Lakkala

TIIVISTELMÄ

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Puutekniikka

LAKKALA, TAUNO

Painekyllästetyn männyn suoja-ainejäämän analysointi-menetelmien luotettavuus eri suoja-aineilla

Insinööri
Työn ohjaaja
Toimeksiantaja
Marraskuu 2009
Avainsanat

36 sivua + 46 liitesivua
tutkimusjohtaja, Dr. Hannu Boren
Kymenlaakson ammattikorkeakoulu

analysointimenetelmä, puunsuoja-aine, jäämä, imeytymä, tunkeuma

Opinnäytetyön tavoitteena on saada luotettavaa tietoa laboratoriossa ja tehtaalla suoritettavista puunsuoja-ainejäämän analysointimenetelmistä, joita yleisesti käytetään painekyllästettyjen puutuotteiden laadunvalvontaa. Analysointimenetelmien luotettavuutta vertaillaan teoreettisesti sekä kokeellisesti laboratorio- ja tehdasanalyysien välillä.

Kokeellisessa tutkimuksessa analysoidaan viiden eri puunsuoja-ainevalmisteen suoja-ainejäämä männyn pintapuussa laboratorio- ja tehdasanalysointimenetelmällä.

Kokeellisissa tutkimuksissa käytetty tutkimusmateriaali oli tasalaatuista, joka paransi kokeellisen tutkimuksen tulosten luotettavuutta.

Teoreettinen ja kokeelliset tutkimukset ovat osoittaneet, että laboratoriossa ja tehtaalla suoritettavissa suoja-ainejäämän analysointimenetelmissä on useita kriittisiä yksityiskohtia, jotka heikentävät tulosten luotettavuutta.

Laboratoriomenetelmässä männyn puuaineen tiheyttä ei huomioida ja suoja-ainejäämän analysoidaan suhteellisen pienistä näytteistä verrattuna yksittäisen puutuotteen kokoon.

Tehdasanalyysissä suoja-ainejäämä lasketaan useiden yksittäisten analysointitulosten avulla kuten pintapuun määrä, suoja-aineen tunkeuma, puutuotteen paino ennen ja kyllästyksen jälkeen. Näitä yksittäisiä analyysejä ei voida suorittaa riittävän luotettavasti ja tarkasti, tämän perusteella tehtaalla suoritettavaa suoja-ainejäämän analysointimenetelmää ei voida pitää luotettavana.

ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU
University of Applied Sciences
Wood Technology

LAKKALA, TAUNO

Reliability of Wood Preservative Retention Analysis
Methods with Different Preservatives

Bachelor's Thesis
Supervisor
Commissioned by
December 2009
Keywords

36 pages + 46 pages of appendices
Hannu Boren, DSc
Kymenlaaso University of Applied Sciences
analysis method, retention, penetration, chemical
wood preservative

This research aimed to give reliable knowledge of two wood preservative retention analysis methods, which are commonly used for the quality control in industrial wood preservation.

The retention of wood preservative in pine sapwood was analyzed by a laboratory and a factory analysis with five different wood preservatives. The reliability of the retention analysis methods was compared theoretically and experimentally between the factory and the laboratory analysis.

The raw material that was used for the experimental studies was homogeneous and that improved the reliability of experimental studies.

In the theoretical and the experimental studies there are many critical details in the laboratory and the factory analysis that decreased the reliability of both methods and results.

In the laboratory method the variation of the pine wood density has not been observed and the samples were rather small compared with the whole wood product.

In the factory analysis the preservative retention was calculated by using many separated analysis results such as sapwood quantity, penetration of wood preservative and the weight of wood product before and after preservation. All these could not be analyzed reliably and carefully enough, which made the factory method unreliable as well.

ESIPUHE

TIIVISTELMÄ

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	4
1.1	OPINNÄYTETYÖN TAUSTA JA TAVOITTEET	4
1.2	TUTKIMUKSEN RAJAUS.....	5
2	MÄNNYSTÄ VALMISTETTUJEN PUUTUOTTEIDEN PAINEKYLLÄSTYS	6
2.1	MÄNNYN PUUAINEN KYLLÄSTYVYYS	6
2.2	PAINEKYLLÄSTYSPROSESSI	8
2.2.1	<i>Bethel-menetelmä</i>	8
2.2.2	<i>Rüping-menetelmä</i>	8
2.3	KEMIALLISET PUUNSUOJA-AINEET (KYLÄSTYSAINEEET)	9
2.3.1	<i>Käyttöliuoksen ainesosat ja liuosväkevyys</i>	9
2.3.2	<i>Biosidit</i>	9
2.3.3	<i>Mäntyöljykyllästeet</i>	10
2.3.4	<i>Natriumsilikaatti (vesilasi)</i>	10
2.4	PUUNSUOJA-AINEEN KEMIALLISET JA FYSIOLOGISET REAKTIOT MÄNNYN PINTAPUUSSA.....	11
2.4.1	<i>Tunkeuma</i>	11
2.4.2	<i>Jäämä</i>	11
2.4.3	<i>Suotautuminen</i>	12
2.4.4	<i>Polymeroituminen</i>	12
2.4.5	<i>Tihkuminen, haihtuminen ja liukeneminen</i>	12
2.5	MÄNNYN PINTAPUUN KYLLÄSTYVYYTEEN JA SEN ANALYSOINTIIN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT	12
3	PAINEKYLLÄSTETTYJEN PUUTUOTTEIDEN ANALYSOINTI JA LAADUNVALVONTA	13
3.1	VALVONTAORGANISAATION JA STANDARDIEN MERKITYS	13
3.2	STANDARDIEN MUKAISET LAADUNVALVONTALABORATORIOANALYYSIT	15
3.2.1	<i>Näytteiden valmistus ja laatuvaatimukset</i>	15
3.2.2	<i>Suoja-aineen tunkeuman analysointi</i>	16
3.2.3	<i>Suoja-ainejäämä</i>	17
3.2.4	<i>Käyttöliuoksen väkevyys</i>	19
3.3	SUOJA-AINEJÄÄMÄN ANALYSOINTI TEHTAALLA PUNNITUS- JA LIUOSVÄKEVYYDEN PERUSTEELLA	19
3.3.1	<i>Näytteiden valmistus</i>	19
3.3.2	<i>Puuaineen biologiset ominaisuudet ennen kyllästystä</i>	20
3.3.3	<i>Koekappaleen punnitus ennen ja jälkeen painekyllästyksen</i>	22
3.3.4	<i>Käyttöliuoksen väkevyys</i>	22
3.3.5	<i>Suoja-aineen tunkeuma</i>	22
3.3.6	<i>Suoja-aineen jäämä</i>	22
3.4	ANALYSOINTIMENETELMIEN LUOTETTAVUUDEN TEOREETTINEN TARKASTELU	23
3.4.1	<i>Laboratoriomenetelmä</i>	23

3.4.2	<i>Punnitusmenetelmä</i>	24
3.4.3	<i>Pintapuumäärän, suoja-ainetunkeuman ja puuaineen kuivatiheyden virheellisen analysoinnin vaikutus laskennalliseen suoja-ainejäämään</i>	25
4	AINEISTO JA MENETELMÄT	27
4.1	KOEMATERIAALIN VALMISTUS	27
4.2	KOEMATERIAALIN ANALYSOINTI ENNEN KYLLÄSTYSTÄ	28
4.3	KOEMATERIAALIN KYLLÄSTYS	28
4.4	KOEMATERIAALIN ANALYSOINTI KYLLÄSTYKSEN JÄLKEEN.....	28
5	TULOKSET	29
5.1	PUUAINEN BIOLOGISET OMINAISUUDET ENNEN KYLLÄSTYSTÄ	29
5.1.1	<i>Kuivatiheys</i>	29
5.1.2	<i>Pintapuun osuus</i>	30
5.1.3	<i>Puuaineen kosteus</i>	30
5.2	SUOJA-AINEEN TUNKEUMA JA JÄÄMÄ.....	31
6	TULOSTEN ANALYSOINTI	31
6.1	PUUAINEN BIOLOGISET OMINAISUUDET ENNEN KYLLÄSTYSTÄ	31
6.1.1	<i>Puuaineen kuivatiheys</i>	31
6.1.2	<i>Kosteus</i>	31
6.1.3	<i>Pintapuun määrä</i>	32
6.2	LABORATORIOANALYYSIT.....	32
6.2.1	<i>Suoja-aineen tunkeuma</i>	32
6.2.2	<i>Suoja-ainejäämä</i>	33
6.3	TEHDASANALYYSIT.....	33
7	JOHTOPÄÄTÖKSET	33
	LÄHTEET	

LIITTEET

- Liite 1. Novalab Oy, tutkimusraportti N:o K 1868/07/1-2
- Liite 2. Novalab Oy, tutkimusraportti N:o K 1808/07/1-2
- Liite 3. Novalab Oy, tutkimusraportti N:o K 1881/07/1
- Liite 4. Novalab Oy, tutkimusraportti N:o K 1993/07/1
- Liite 5. Novalab Oy, tutkimusraportti N:o K 106/08/1-2
- Liite 6. VTT, tutkimusselostus nro VTT-S-03331-08
- Liite 7. J.M. Huber Corporation, muistio 08.04.2008
- Liite 8. Nab Labs Oy, tutkimusseloste 36080
- Liite 9. Opinnäytetyön mittauspöytäkirjat

- Liite 10. Taulukot ja kuvaajat puuaineen biologisten ominaisuuksien, suoja-aineen tunkeuman ja jäämän analysointituloksista
- Liite 11. Taulukot ja kuvaajat puuaineen biologisten ominaisuuksien, suoja-aineen tunkeuman ja jäämän analysointitulosten keskiarvoista eri koeryhmissä
- Liite 12. Kaaviokuva männyn pintapuun kyllästymiseen ja sen analysointiin vaikuttavista tekijöistä
- Liite 13. Pintapuumäärän, suoja-aineen tunkeuman ja puuaineen tiheyden virheellisen analysoinnin vaikutus laskennalliseen suoja-ainejäämään
- Liite 14. Kuvat pintapuumäärän ja puuaineen kuivatiheyden virheellisen analysoinnin vaikutuksesta laskennalliseen suoja-ainejäämään

1 JOHDANTO

1.1 Opinnäytetyön tausta ja tavoitteet

Tämä opinnäytetyö on tehty osana Kymenlaakson ammattikorkeakoulun puutekniikan tutkimus- ja kehitystoimintaa eli T&K-toimintaa, jonka yhdeksi painopistealueeksi on valittu puutuotteiden ominaisuuksien parantaminen modernin painekyllästyksen keinoin. Kymenlaakson ammattikorkeakoulun ja yhteistyökumppaneiden tavoitteena on tutkia ja kehittää uusia painekyllästyksen menetelmiä, puunsuoja-aineita ja laadunvalvontamenetelmiä, joilla voidaan luotettavasti parantaa puurakenteiden (mm. talojen, siltojen, veneiden, johdinpylväiden, pihakalusteiden ja leikkikenttävälineiden) lahon-, hyönteisten-, sään-, palonkestävyyttä. Tutkimuksissa huomioidaan myös eri tuotantomenetelmien taloudellinen kannattavuus ja mahdolliset ympäristövaikutukset.

Opinnäytetyön keskeisin tavoite on saada luotettavaa tietoa Euroopassa ja Pohjoismaissa hyväksytyjen painekyllästettyjen puutuotteiden laadunvalvonta- ja analysointimenetelmistä, tutkimalla kyllästysaineiden jäämän eroja punnitus- ja laboratorikoetulosten välillä ja sekä niiden syitä. Työn lopputuloksena syntyy tietoa siitä, voidaanko tehtaalla tapahtuvan punnituksen ja liuosväkevyyden mittauksen avulla saada luotettavia tuloksia kyllästysaineen jäämästä männyn pintapuussa verrattuna laboratorioanalyysiin.

Aiempien tutkimusten mukaan nykyisten painekyllästettyjen puutuotteiden suoja-aineen tunkeuma ja jäämä ovat arviolta n. 10 – 15 % optimaalista suuremmat, josta syntyvät kustannukset ovat merkittävät tuotannon kannattavuudelle. Suoja-aineen tunkeuman ja jäämän vähentämistä optimaaliselle tasolle nykyisillä laadunvalvonta- ja analysointimenetelmillä ei pidetä riittävän luotettavana, joten kiinnostus laadunvalvonnan ja analysointimenetelmien kehittämiseen on lisääntynyt ja innoittanut tämän tutkimuksen tekemiseen.

1.2 Tutkimuksen rajaus

Tutkimuksen kohteeksi on valittu kotimaisesta männystä valmistetut painekyllästetyt terassi- ja ulkoverhouslaudat, joiden kemiallisena puunsuoja-aineena (kyllästysaineena) on käytetty biosidi-valmisteita, mäntyöljyä sekä vesilasiasia (taulukko 1).

Taulukko 1. Tutkimukseen valitut biosidi-valmisteet, mäntyöljyt ja modifioidut puutuotteet

Biosidi-valmisteet	Mäntyöljyt	Modifioidut puutuotteet
Tanalith E	KyAMK mäntyöljy	Vesilasikyllästys
Wolmanit		
Celcure AC-800		

Tutkimuskohteena olevista painekyllästetyistä puutuotteista analysoidaan kyllästysaineen tunkeuma ja jäämä männyn pintapuussa sekä puunsuoja-aine käyttöliuoksen koostumus Euroopassa käytettävien standardien mukaisesti. Tämä on ns. **laboratorioanalyysi**.

Suoja-ainejäämä määritetään myös ns. **punnitusmenetelmällä**, jossa mitataan puutuotteen kuivatiheys, kosteus, pintapuunmäärä, paino ja tilavuus ennen painekyllästystä sekä paino ja suoja-aineen tunkeuma männyn pintapuussa kyllästyksen jälkeen. Edellä mainittujen mittaustietojen perusteella lasketaan kyllästysainejäämä kyllästyneessä männyn pintapuussa.

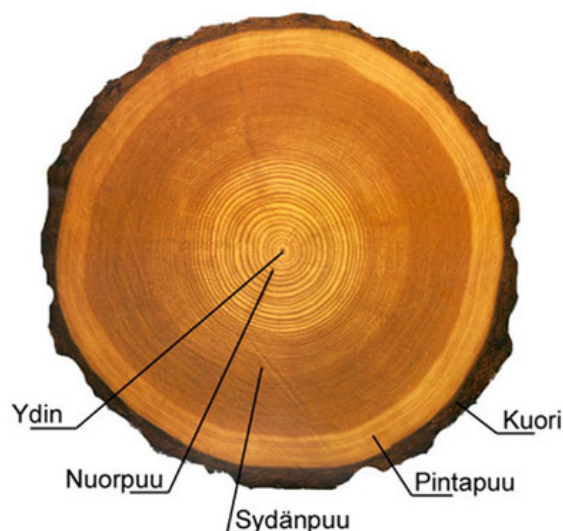
Tutkimustulosten ja kirjallisuuslähteiden perusteella pyritään kartoittamaan kotimaisen männyn pintapuun kyllästävyyteen liittyviä tekijöitä sekä kyllästysaineen tunkeuman ja jäämän analysoinnin luotettavuutta eri suoja-ainevalmisteilla.

2 MÄNNYSTÄ VALMISTETTUJEN PUUTUOTTEIDEN PAINEKYLLÄSTYS

2.1 Männyn puuaineen kyllästyvyys

Männystä (*Pinus sylvestris*) valmistettujen painekyllästettyjen puutuotteiden raaka-aineena käytetään puun rungon muodostamaa puuainesta ns. ksyleemiä, jota ympäröi puun kuorikerros (kuva 1). Nuoren männyn ksyleemi muodostuu nuor- ja pintapuusta. (Jääskeläinen & Sundqvist 2007, 20 ja 33.)

30 – 40 vuoden iässä puun ytimen ympärillä oleva pintapuu alkaa muuntua sydänpuuksi (Jääskeläinen & Sundqvist 2007, 35), jolloin sydänpuun uuteainepitoisuus kasvaa, rengashuokokset sulkeutuvat (aspiroituu) ja väri muuttuu selvästi pintapuuta tummemmaksi (Kärkkäinen 2007, 128). Sydänpuunosuus rungon poikkileikkauspinta-alasta vaihtelee 0 – 40 %, suurimmillaan sydänpuun osuus on n. 2 – 10 metrin korkeudella puun tyvestä (Kärkkäinen 2007, 120).



Kuva 1. Männyn rungon anatominen rakenne (Puuproffa 2009)

Viimeisen vuosisadan kuluessa tehdyt tutkimukset ovat osoittaneet vanhan männyn **sydänpuun** olevan heikosti kyllästyvää, johtuen mm. sydänpuun sisältämistä uuteaineista ja rengashuokosten aspiroitumisesta. Nämä tekevät sydänpuusta luontaisesti paremmin lahon- ja säänkestävää verrattuna käsit-

telemättömään pintapuuhun. (Jääskeläinen & Sundqvist 2007, 34; Venäläinen 2002, 5.)

Käsitlemätön männyn **pintapuu** homehtuu, sinistyy ja lahoaa jatkuvassa tai toistuvassa maa- ja vesikosketuksessa (Vihavainen 1978, 10 – 18; Viitanen 1990, 21 - 22). Näiden ongelmien vaikutusta voidaan ehkäistä kyllästämällä männyn pintapuu kemiallisilla puunsuoja-aineilla mm. biosidivalmisteilla, mäntyöljyllä tai vesilasilla.

Tutkimuksen keskeiset käsitteet ovat männyn (*Pinus sylvestris*) **pintapuun kyllästyminen** eli kemiallisen puunsuoja-aineen **tunkeuma** ja **jäämä** (imeytymä) männyn pintapuussa. Kemiallista puunsuojausta käsittelevän standardin EN 599-1, suomenkielisessä versiossa SFS-EN 599-1 jäämää on kuvattu sanalla *imeytymä*. Suomenkielen sana *tunkeuma* voi aiheuttaa sekaannusta *imeytymä* sanan kanssa, joten epäselvyyksien välttämiseksi tässä työssä käytetään sanaa **jäämä** imeytymän sijasta.

Pintapuun kyllästyminen eli puunsuoja-aineiden tunkeuma ja jäämä männyn pintapuussa muodostaa suojaavan kerroksen, joka ehkäisee tai estää puutuotteen käyttöolosuhteista aiheutuvien haitallisten ympäristötekijöiden mm. kosteuden, hyönteisten, bakteerien ja UV-säteilyn vaikutukset männyn puuaineessa.

Paineekyllästyksen aikana puunsuoja-aine tunkeutuu puuaineeseen syyn-, säteen- ja tangentinsuuntaisesti. Kirjallisuuslähteiden mukaan syynsuuntainen tunkeuma puuaineessa on voimakkaampaa, johtuen mm. puuaineen anistrooppisesta rakenteesta, joten optimaalisen puunsuojauksen kannalta suoja-aineen lateraali (säteen- ja tangentinsuuntainen) tunkeuma ja jäämä ovat ratkaisevia (Nuutinen 1976, 7). Männyn pintapuun kemiallisen suojauksen taso riippuu myös kyllästysprosessin vaiheista (kappale 2.2) ja käytettävän suoja-aineen (kyllästysaineen) ominaisuuksista (kappale 2.3).

2.2 Paineekyllästysprosessi

Paineekyllästyslaitteiston keskeiset komponentit ovat kyllästysylinteri, suojaainesäiliö, sähkö-/lämmitysvastukset, korkeapaine-, siirtopumput, kompressori, höyrystin ja ohjauksyksikkö, joiden avulla säädetään seuraavia kyllästysprosessin muuttujia.

Prosessissa säädettävät muuttujat:

- kyllästysylinterissä valitseva ilman- ja nesteenpaine (MPa / bar)
- käyttöliuoksen lämpötila (°C)
- ilman lämpötila kyllästysylinterissä (°C)
- prosessivaiheiden ajallinen pituus (min)

Edellä mainittujen komponenttien ja muuttujien avulla luodaan eri suojaainevalmisteille, puutuotteille ja kyllästysluokille tarvittavat prosessiarvot eli painekyllästysmenetelmät mm. Bethel- ja Rüping-menetelmä.

Puunsuoja-aineen lateraalia tunkeumaa ja jäämää männyn pintapuuhun voidaan säätää painekyllästysprosessissa käytettävän yli- ja alipaineen määrällä, kestolla sekä käyttöliuoksen (kyllästysaineen) väkevyydellä ja lämpötilalla. Käytännössä kyllästysprosessissa käytettävät yli- tai alipaineet ovat vakioituneet ja muuttujana käytetään yli- tai alipainevaiheen ajallista kestoa.

2.2.1 Bethel-menetelmä

Kyllästysprosessin vaiheet:

- alkutyhjiö, vähintään 85 % (- 0,85 bar), kesto aika vähintään 45 min
- työpaine, 1,2 – 1,6 MPa, kesto aika 120 – 180 min
- lopputyhjiö, 85 %, kesto aika vähintään 30 min
- käyttöliuoksen lämpötila on n. 20 °C

2.2.2 Rüping-menetelmä

Kyllästysprosessin vaiheet:

- alkupaine, 0,3 - 0,4 MPa, kesto aika 10 – 15 min
- työpaine, 1,0 – 1,2 MPa, kesto aika 80 – 180 min

- lopputyhjiö, 75 % (- 0,75 bar), kesto aika vähintään 60 - 120 min
- käyttöliuoksen lämpötila 20 – 70 °C
(Puunsuojaus 1988, 85)

2.3 Kemialliset puunsuoja-aineet (kyllästysaineet)

2.3.1 Käyttöliuoksen ainesosat ja liuosväkevyys

Käyttöliuoksen väkevyydellä tarkoitetaan niiden aktiivisten ainesosien pitoisuutta kyllästysaineessa (taulukko 2), jotka itsessään suojaavat puuainetta haitallisilta ympäristötekijöiltä. Lisäksi käyttöliuos voi sisältää mm. sidosaineita, liuottimia, kupari-liuotteita, pH säätöaineita ja vaahtoutumisenestoaineita.

Taulukko 2. Tutkimuksessa käytettävien kyllästysaineiden pääainesosat, pitoisuudet, käyttöliuoksen väkevyys ja tavoitejäämä männyn pintapuussa

Kyllästysaine	Pääainesosat	Pitoisuudet (%)	Käyttöliuoksen väkevyys (%)	Tavoite jäämä männyn pintapuussa (kg/m ³)
Mäntyöljy (Ky-AMK)	- rasvahapot - hartsihapot - neutraaliaineet	63 29 8	100	
Tanalith E	- Tanalith E 3492 - kupari (Cu) - boori (B)	1,39 0,16 0,01	1,39	8 kg/m ³
Vesilasi	- vesi (H ₂ O) - natrium (Na) - pii (Si)			
Wolmanit cx-8	- Wolmanit - kupari (Cu) - boori (B)	1,27 0,15 0,01	1,72	11 kg/m ³
Celcure AC 800	- Celcure AC 800 - kupari (Cu) - BAC	3,93 0,4 0,2	3,93	- A-luokka 36 kg/m ³

2.3.2 Biosidit

”Biosidivalmiste on yhtä tai useampaa tehoainetta sisältävä kemiallinen tai biologinen valmiste, joka on tarkoitettu tuhoamaan, torjumaan tai tekemään haitattomaksi haitallisia eliöitä, estämään niiden vaikutusta tai rajoittamaan muulla tavoin niiden esiintymistä. Tehoaine voi olla kemiallinen aine tai pieneliö.

Biosidivalmisteet jaetaan 23 eri valmisteryhmään käyttötarkoituksensa mukaan. Biosideja ovat esimerkiksi desinfiointiaineet, tuholaistorjunta-aineet, teollisuudessa käytettävät säilytys- ja suoja-aineet sekä alusten kiinnittämisenestoaineet. Kasvinsuojeluaineet, lääkevalmisteet, kosmetiikka ja elintarvikkeet tai niiden lisäaineet eivät ole biosideja.”

(Valvira 2009)

Tutkimuksessa käytettäviä puunsuojaukseen tarkoitettuja biosidi-valmisteita ovat Wolmanit cx-8, Tanalith E ja Celcure AC-800.

2.3.3 Mäntyöljykyllästeet

Suomessa kemiallisen metsäteollisuuden sivutuotteena valmistettavan raakamäntyöljyn käyttö kemiallisena puunsuoja-aineena on ekologista ja taloudellista ennen kaikkea raaka-aineen saatavuuden ja edullisuuden ansiosta. (Koski 2007, 13 – 15.)

Mäntyöljykyllästys parantaa puuaineen lahon- ja säänkestävyyttä (kosteuselämistä) ja sitä voidaan käyttää havu- ja lehtipuista valmistettujen puutuotteiden suojaamiseen. Mäntyöljy ei sisällä ympäristölle myrkyllisiä tai haitallisia aineita. (Koski 2007, 13 – 15.)

”Raakamäntyöljy sisältää keskimäärin 60 % rasvahappoja, 20 – 25 % hartsihappoja ja 10 % neutraaliaineita”. (VTT julkaisuja 836)

Mäntyöljyllä kyllästettyjen puutuotteiden ongelmana on usein mäntyöljyn tihkuminen, liukeneminen ja haihtuminen ympäristöön. Mäntyöljyn tihkuminen tekee puutuotteen pinnasta öljyisen ja tahmean.

2.3.4 Natriumsilikaatti (vesilasi)

Vesilasi on natriumsilikaatti liuos, joka sisältää natriumortosilikaattia (Na_4SiO_4) ja natriumhydroksidiliuosta (Na_2SiO_3). Vesilasia valmistetaan

liuottamalla kvartsia korkeassa (yli 1000 °C) lämpötilassa natriumhydroksidiliuokseen.

Painekyllästysten avulla vesilasi tunkeutuu puuaineeseen ja kuivausprosessissa käytettävän lämmön vaikutuksesta vesilasi polymeroituu eli kiinnittyy kemiallisesti puuaineeseen.

Kymenlaakson ammattikorkeakoulun julkaisemien tutkimusten mukaan vesilasi parantaa puuaineen lahon-, sään- ja palonkestävyyttä sekä brinellkovuutta kotimaisella männyllä, kuusella ja koivulla. (Puu- & Bioenergiames-
syt 2007, 1.)

2.4 Puunsuoja-aineen kemialliset ja fysiologiset reaktiot männyn pintapuussa

2.4.1 Tunkeuma

Käsite tunkeuma (eng. penetration) kuvaa puunsuoja-aineen muodostaman kerroksen paksuutta (mm) tai osuutta puuaineen tilavuudesta (til-%). Millimetrien tai tilavuusprosenttien sijaan suoja-aineen tunkema puuaineessa ilmoitetaan yleisesti standardin EN 351-1:2007 mukaisilla tunkeumaluokilla NP1 – NP6 (taulukko 4, 16 – 17).

Kaikki kemialliset suoja-aineet (kyllästysaineet) tunkeutuvat männyn pintapuuhun, painekyllästysprosessin yli- ja alipainevaiheiden vaikutuksesta. Männyn pintapuun anistrooppisen rakenteen ansiosta, sen läpäisevyys nesteillä (kyllästysaineilla) on suurin syynsuunnassa ja pienin tangentin suunnassa. Syynsuunnassa neste tunkeutuu puuhun pääasiassa trakeidien kautta ja säteensuunnassa ydinsäteiden kautta. (Nuutinen 1976, 1.)

2.4.2 Jäämä

Käsite jäämä (eng. retention) kuvaa puunsuoja-aineen pitoisuutta (määrää) kyllästyneen männyn pintapuun tilavuusyksikköä kohden (kg/m³) tai suoja-aineen massaa suhteessa kyllästyneen puuaineen massaa kohden (g/kg). Suoja-aineen jäämä männyn pintapuussa voidaan siis esittää muodossa

8 kg/m³ tai 16,6 g/kg. Tämä yksikkömuunnos voidaan tehdä seuraavana esitettyjen laskentakaavojen avulla. Laskelmassa käytetty puuaineen kuiva-tiheys on 480 kg/m³, jota käytetään myös standardin mukaisissa suoja-ainejäämän laskelmissa (NWPC Document 3 1998, 20).

$$(16,7 \text{ g/kg} \times 480 \text{ kg/m}^3) / 1000 = 8 \text{ kg/m}^3 \quad (1)$$

$$(8 \text{ kg/m}^3 / 480 \text{ kg/m}^3) * 1000 = 16,7 \text{ g/kg} \quad (2)$$

2.4.3 Suotautuminen

Eräillä suoja-aineilla on havaittu suoja-aineen suotautumista puuaineessa. Suotautuminen tarkoittaa suoja-aineen heterogeenistä jakautumista puuaineeseen. Tämän seurauksena voi suoja-aineen jäämä olla selvästi suurempi puutuotteen pinnalla kuin puuaineen sisällä. Suotautumisesta ei ole löytynyt kokeellisesti vahvistettuja tuloksia eri suoja-ainevalmisteilla, mutta suotautumisen tapahtumista pidetään mahdollisena mm. vesilasilla.

2.4.4 Polymeroituminen

Suoja-aineen polymeroituminen eli kemiallinen reaktio, jonka seurauksena puunsuoja-aine kiinnittyy puuaineen sisään. Puunsuoja-aineen polymeroitumista hyödynnetään mm. vesilasikyllästyksessä.

2.4.5 Tihkuminen, haihtuminen ja liukeneminen

Suoja-aineen (kyllästeen) tihkuminen eli poistuminen puuaineesta on tyypillistä mäntyöljyille ja muille öljypohjaisille puunsuoja-aineille, koska öljypohjaisilla suoja-aineilla ei ole onnistuttu muodostamaan pysyviä kemiallisia sidoksia puun kanssa. Tihkumisen seurauksena mäntyöljyllä kyllästettyjen puutuotteiden pintaan muodostuu tahmea öljymäinen kalvo ja pitkällä aikavälillä suoja-aineen vaikutus heikkenee.

2.5 Männyn pintapuun kyllästyvyyteen ja sen analysointiin vaikuttavat tekijät

Luotettavaa tutkimustietoa pohjoismaisen männyn (*Pinus sylvestris*) pintapuun kyllästyvyyteen ja sen analysointiin vaikuttavista tekijöistä on löytynyt

suomenkielellä vain vähän. Tehdyt tutkimukset käsittelevät lähinnä CCA-kyllästeillä tai kreosoottijäillä painekyllästettyjä puutuotteita, joiden käyttö Euroopassa oli yleistä aina vuoteen 2006 asti. CCA-kyllästeiden ja kreosoottijäiden käytöstä aiheutuneiden ympäristöongelmien seurauksena niiden käyttöä puunsuoja-aineena on rajoitettu ja korvattu uusilla suoja-ainevalmisteilla (esim. mäntyöljyllä, vesilasilla tai biosidi-valmisteilla). Uusien suoja-ainevalmisteiden ja kyllästysmenetelmien käyttö edellyttää uusia tutkimuksia männyn pintapuun kyllästyvyydestä ja kyllästyneisyyden analysoinnista. Luotettavien tutkimusten ja kenttäkokeiden suorittamiseen tarvitaan aikaa käytännössä useita vuosia. Aikaisempien tutkimusten perusteella voidaan kuitenkin kartoittaa mahdollisia tekijöitä jotka vaikuttavat männyn pintapuun kyllästyvyyteen ja sen analysointiin.

Liitteen 12. kaaviokuva havainnollistaa painekyllästetyn puutuotteen jalostusketjun eri tekijöitä, joiden on todettu vaikuttavan männyn pintapuun kyllästyneisyyteen ja analysointiin. Nämä tekijät voidaan jakaa pääkohtiin seuraavasti.

1. Puutuotteen mekaaninen jalostusketju ennen kyllästystä
2. Puutuotteen biologiset ominaisuudet ennen kyllästystä
3. Kemiallisen puunsuoja-aineen ominaisuudet
4. Painekyllästys menetelmät
5. Männyn pintapuun kyllästyvyyttä parantavat menetelmät
6. Suoja-aineen tunkeuman, jäämän ja käyttöliuoksen analysointimenetelmät

3 PAINEKYLLÄSTETTYJEN PUUTUOTTEIDEN ANALYSOINTI JA LAADUNVALVONTA

3.1 Valvontaorganisaation ja standardien merkitys

Euroopan standardointijärjestö (CEN), Suomen standardointiliitto (SFS), Suomen Ympäristökeskus (SYKE) ja Pohjoismaisen puunsuojaneuvosto (NWPC / NRT) ovat yhteistyönä kehittäneet kemiallisesti suojattujen puutuot-

teiden valmistusta ja laadunvalvontaa koskevat standardit, joiden tarkoituksena on edistää kemiallisesti suojattujen puutuotteiden, -rakenteiden ympäristöystävällisyyttä ja turvallisuutta.

Standardit edellyttävät painekyllästyksessä käytettävän puunsuoja-aineen suojaustehon ja ympäristövaikutuksien määrittämistä. Lisäksi uusille painekyllästetyille puutuotteille on tehtävä kuukausia ja jopa vuosia kestäviä kenttäkokeita, joissa tutkitaan puutuotteen ominaisuuksia ja ympäristövaikutuksia.

EU-direktiivien ja Suomen lakien mukaisesti Suomen Ympäristökeskus (SYKE) yhteistyössä Valtion Teknillisen Tutkimuskeskuksen (VTT:n) ja Inspecta Sertifiointi Oy:n kanssa valvovat painekyllästettyjen puutuotteiden valmistusta suomessa. Valvonnan tarkoituksena on ehkäistä kemiallisen puunsuojauksen haitallisia ympäristövaikutuksia, jotka kohdistuvat ihmisiin, eläimiin tai kasveihin. Käytännössä tämä tarkoittaa tuotantolaitosten ulkoista laadunvalvontaa, tarkastuskäyntejä ja niihin liittyvien asiakirjojen (mm. lupahakemusten) käsittelyä. (Kestopuu 2009)

Lista keskeisimmistä kemiallisesti suojattujen puutuotteiden laadunvalvontaa koskevista standardeista:

- Standardit EN 335-1 ja EN 335-2 kuvaavat riskiluokkien avulla määräytyviä käsitellyn puun käyttöolosuhteita.
- Standardi EN 350-1: Ohje puun luontaisen kestävyuden testausperiaatteille ja luokitukselle.
- Standardi EN 350-2: Ohje valikoitujen Euroopan tärkeimpien puulajien luontaisesta kestävyydestä ja käsiteltävyydestä.
- Standardit EN 351-1 ja EN 351-2 määrittelevät käyttöolosuhteita vastaavat puun kyllästysluokat.

- Standardit EN 599-1 ja EN 599-2 kuvaavat yksityiskohtaisesti EN 335:ssä määriteltyä viittä riskiluokkaa varten minimitoimivaatimukset puunsuoja-aineille, joita käytetään massiivipuun biologista tuhoutumista ehkäisevään käsittelyyn.
- NWPC Document No.2:1998: Teollisen puunsuojauksen suoja-aineiden hyväksyntä edellytykset pohjoismaissa.
- NWPC Document No.3:1998: Paineekyllästetyn puun pohjoismaiset laadunvalvonta ja merkintä vaatimukset.

Paineekyllästettyjen puutuotteiden valmistus edellyttää tehtaalla suoritettavaa tuotannon sisäistä ja ulkoista laadunvalvontaa, jossa määritetään suoja-aineen jäämä ja tunkeuma männyn pintapuussa sekä kemiallisen puunsuoja-aineen (käyttöluoksen) koostumus voimassa olevien säädösten ja standardien mukaisesti.

3.2 Standardien mukaiset laadunvalvontalaboratorioanalyysit

3.2.1 Näytteiden valmistus ja laatuvaatimukset

Jokaisesta tuote-erästä otetaan poikkileikkeet tai porausnäytteet suoja-aineen jäämän ja tunkeuman analysoimiseksi. Tuote-erästä otettavien näytteiden määrä vaihtelee 5 – 800 kpl, tuotteelle asetettujen laatuvaatimusten (AQL) ja tuote-eräkoon mukaan (Taulukko 3). Jäämän analysoimiseksi laboratorioissa näytteestä valmistetaan 0,5 – 5 g painoinen näyte, joka on huomattavan pieni.

AQL:n (Accepted quality level) avulla määritetään laadun valvonnan raja, montako näytettä sadasta saa sisältää tavoite arvoja pienemmän suoja-aine tunkeuman tai jäämän. (EN 351-2:2007, 6 – 14.)

Taulukko 3. Standardin EN 351-2:2007 mukainen laatuvaatimustaso AQL

Batch size	AQL in %				
	1	4	10	15	25
16 to 25	13 to 0	3 to 0	5 to 1	5 to 2	5 to 3
26 to 50	13 to 0	13 to 1	8 to 2	8 to 3	8 to 5
51 to 90	13 to 0	13 to 1	13 to 3	13 to 5	13 to 7
91 to 150	13 to 0	20 to 2	20 to 5	20 to 7	20 to 10
151 to 280	50 to 1	32 to 3	32 to 7	32 to 10	32 to 14
281 to 500	50 to 1	50 to 5	50 to 10	50 to 14	50 to 21
501 to 1 200	80 to 2	80 to 7	80 to 14	80 to 21	50 to 21
1 201 to 3 200	125 to 3	125 to 10	125 to 21	80 to 21	50 to 21
3 201 to 10 000	200 to 5	200 to 14	125 to 21	80 to 21	50 to 21
10 001 to 35 000	315 to 7	315 to 21	125 to 21	80 to 21	50 to 21
35 001 to 150 000	500 to 10	315 to 21	125 to 21	80 to 21	50 to 21
150 001 to 500 000	800 to 14	315 to 21	125 to 21	80 to 21	50 to 21

3.2.2 Suoja-aineen tunkeuman analysointi

Suoja-aineen tunkeuma analysoidaan poikkileike tai porausnäytteistä visuaalisesti, käytetään tarvittaessa apuna sydänpuuta värjääviä reagensseja (kuva 2). Näytteiden valmistusta koskevat kriteerit (määrät, koot ja analysointi vyöhykkeet) on määritelty standardissa EN 351-2:2007.



Kuva 2. Visor-käsiteltyjen puutuotteiden suoja-aineen tunkeuman analysointi poikkileikkauksnäytteistä

Analysointi on helpompaa voimakkaasti puuta värjäävillä suoja-aineilla, jolloin kyllästynyt puu erottu selvästi värjäytyneenä näytteen poikkileikkauspinnalla, myös sydän- ja pintapuun raja on selvästi erotettavissa (kuva 2).

Tuote-erästä valmistettujen näytteiden tulee täyttää sille asetettujen laatuvaatimusten (tunkeumaluokan) mukainen suoja-ainetunkeuma (taulukko 4).

Taulukko 4. Standardissa EN 351-1:2007 määriteltyjen tunkeumaluokkien tunkeuma vaatimukset ja analysointi vyöhykkeet männyn pintapuulla

Tunkeuma-luokka	Tunkeuman vaatimukset	Analysointi vyöhyke
NP1	ei tunkeumaa	3 mm lateraali
NP2	Vähintään 3 mm pintapuuhun	3 mm lateraali pintapuu
NP3	Vähintään 6 mm pintapuuhun	6 mm lateraali pintapuu
NP4	Vähintään 25 mm	25 mm lateraali pintapuu
NP5	Koko pintapuu	Koko pintapuu
NP6	Koko pintapuu ja 6 mm näkyvään sydänpuuhun	Koko pintapuu ja 6 mm näkyvään sydänpuuhun

3.2.3 Suoja-ainejäämä

Euroopassa suoja-aineen virallista hyväksyntää varten valmistajan tulee määrittää standardin SFS-EN 599-2 mukainen suoja-aineen vähimmäistiheys (-jäämä) painekyllästetyn puutuotteen käyttöolosuhteista aiheutuvien ympäristötekijöiden riskiluokille 1 – 5 tai tunkeumaluokille NP1 – NP6. (EN 599-2:1995, 5.)

Suoja-aineen jäämä voidaan analysoida samasta poikkileike tai porausnäytteistä, kuin tunkeuma tai tarvittaessa otetaan erilliset näytteet. Suoja-aineen jäämä analysoidaan standardin EN 351-1:2007 määrittelemältä analysointi-

vyöhykkeeltä (Taulukko 4), jossa on täydellinen suoja-aine tunkeuma. Näytteestä analysoidaan suoja-ainevalmistajan ilmoittaman teho-aineen määrä suhteessa näytteen tilavuuteen (kg/m³) tai puuaineen massa (g/kg) laboratorio menetelmin. (EN 351-2:2007, 3 – 14.)

Wolmanit CX 8, Tanalith E 3492, Celcure AC 800 kyllästetyistä puutuotteista analysoidaan kuparin pitoisuus (g/kg) atomiabsorptiospektrofotometrillä HClO₄-HNO₃-märkäpolton jälkeen. Kupari pitoisuuden perusteella lasketaan suoja-aine jäämä absoluuttisen kuivassa männyn pintapuussa (kg/m³). Laskelmassa käytetään NWPC Document 3 ohjeen mukaista puuaineen kuivatiheyttä 480 kg/m³.

Vastaavasti vesilasilla kyllästetyistä puutuotteista otettavat näytteet keitetään 100ml:ssa milliQ-vettä pystyjäähdyttäjän alla 30 minuuttia, suodatetaan suodatinpaperin läpi ja saaduista suodoksista määritetään natrium- (Na) ja piipitoisuudet (Si) plasma-atomi-emissiospektrometrisesti (ICP-AES). (Liite 6)

Saatujen natrium- ja piipitoisuuksien perusteella lasketaan puuaineeseen liunneen vesilasin (Na₂O + SiO₂) määrä suhteessa kyllästyneen pintapuun massa (g/kg). (Liite 7)

Tulosten perusteella lasketaan suoja-ainejäämä eli määrä suhteessa kyllästyneen puuaineen tilavuuteen, käyttäen puuainesta analysoitua kuivatiheyttä (Liite 9).

Mäntyöljyllä kyllästetyistä puutuotteista analysoidaan mäntyöljyn määrä suhteessa kyllästyneen puuaineen tilavuuteen (kg/m³) ksyleeni-uuttomenetelmällä gravimetrisesti A WPA-standardin A6-89 mukaan. Mäntyöljyn määrä lasketaan vertailemalla näytteiden painoja ennen ja jälkeen uuton.

3.2.4 Käyttöliuoksen väkevyys

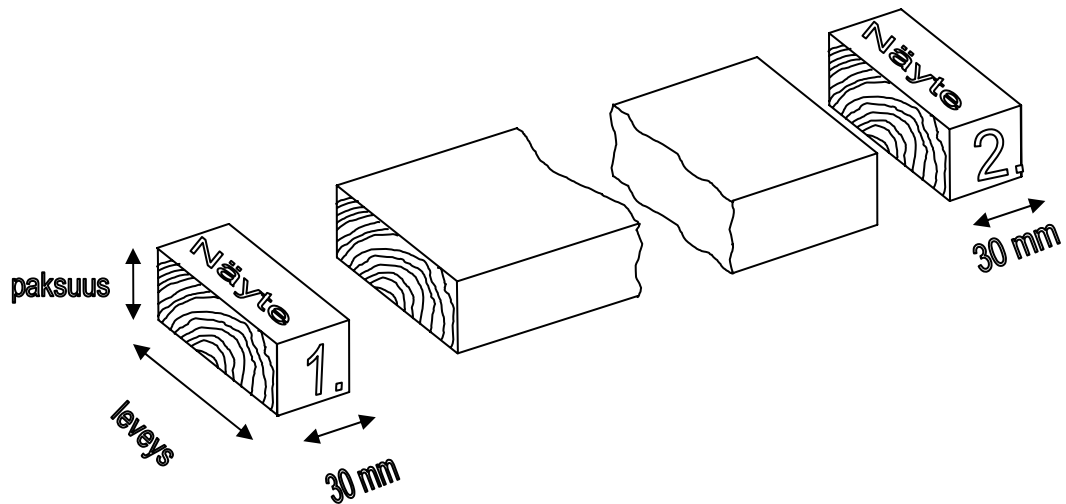
”Vähintään kerran vuodessa kaikkien käytössä olevien kyllästyslaitosten kemiallisten puunsuoja-valmisteiden koostumukset analysoidaan yleisesti käytössä olevin menetelmin tai kyllästysaineen valmistajan suositusten mukaisesti” (NWPC Document 3 1998, 19).

Tutkimuksessa käytettävistä biosidi-valmisteliuoksista analysoidaan boorin (B) ja kuparin (Cu) pitoisuus IPC-plasmaemissiospektrometrillä sekä BAC-pitoisuus kaksifaasititrauksella. Boori ja kupari pitoisuuden perusteella lasketaan liuoksen suoja-aineen pitoisuus (liuosväkevyys %). (Liitteet 1- 6)

3.3 Suoja-ainejäämän analysointi tehtaalla punnitus- ja liuosväkevyyden perusteella

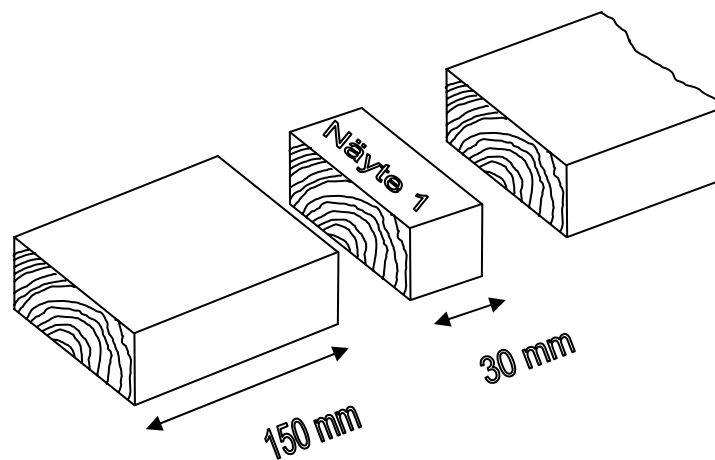
3.3.1 Näytteiden valmistus

Ennen painekyllästystä puutuotteiden (terassi- ja ulkoverhouslautojen) molemmista päistä otetaan näytepalat 30 mm x paksuus x leveys (Kuva 3), joissa ei ole oksia, oksan reikiä, pihkaa tai muita puuaineessa esiintyviä tekijöitä, jotka voivat vaikuttaa näytteestä tehtävään tiheyden, kosteuden ja pintapuumäärän analysointiin. Näytteet tulee ottaa olosuhteissa, jossa puutuotteet varastoidaan ennen kyllästystä. Tarkoituksena on että näytteistä analysoitavat puuaineen biologiset ominaisuudet vastaavat mahdollisimman tarkasti kyllästettävän puutuotteen biologisia ominaisuuksia juuri ennen kyllästystä.



Kuva 3. Näytteiden valmistus puuaineen biologisten ominaisuuksien analysointia varten

Paineekyllästyksen jälkeen vähintään 150 mm etäisyydeltä terassi- ja ulko-verhouslautojen päästä, jossa on enemmän pintapuuta, otetaan näytepala 30 mm x paksuus x leveys (kuva 4), josta analysoidaan näytteen tilavuus, suoja-aineen tunkeuma ja jäämä suhteessa näytteen sisältämään pintapuun tilavuuteen.



Kuva 4. Näyte puuaineesta suoja-aineen tunkeuman ja jäämän analysoimiseksi

3.3.2 Puuaineen biologiset ominaisuudet ennen kyllästystä

Jokaisen puutuotteen molemmista päistä otetuista näytepaloista analysoidaan puuaineen **kosteus**, **kuivatiheys** ja **pintapuun määrä** ennen kyllästystä.

Kosteus (MC) määritettiin ns. lämpökaappimenetelmällä, jossa punnittiin näytteiden painot alkukosteudessa (m_1) ja painot absoluuttisenkuivana (m_0). Näytteet kuivattiin absoluuttisen kuivaksi lämpökaapissa 103 °C asteessa 24 tunnin ajan. Näytteet punnittiin 0,01g tarkkuudella. Punnitus tietojen perusteella laskettiin puuaineen kosteus seuraavalla kaavalla (3).

$$MC = \frac{(m_1 - m_0)}{m_0} * 100\% , \quad (3)$$

MC = kosteusprosentti (%),

m_1 = näytteiden paino alkukosteudessa (g),

m_0 = näytteiden paino absoluuttisen kuivana (g).

Kuivatiheys määritetään mittaamalla näytteiden tilavuus (V_0) digitaalisella työntömitalla, jonka mittatarkkuus on 0,01 mm. Kuivatiheys laskettiin kaavalla 4, käytetään kosteuden mittauksessa saatua näytteiden kuivapainoa (m_0).

$$r_0 = \frac{m_0}{V_0} , \quad (4)$$

r_0 = kuivatiheys (kg/m³)

m_0 = näytteen paino absoluuttisen kuivana (kg)

V_0 = näytteiden tilavuus absoluuttisen kuivana (m³)

Pintapuunmäärä määritetään visuaalisesti näytepaloista männyn sydänpuu-reagenssin avulla. Molempien näytteiden poikkileikkaus pinnat käsitellään reagenssilla, joka värjää sydänpuun punertavaksi. Näin voidaan visuaalisesti määrittää pintapuun prosentuaalinen osuus näytteiden poikkileikkauspinta-alasta. Näytteiden keskiarvo kuvaa pintapuunosuutta %-yks koko puutuotteen tilavuudesta.

Reagenssin koostumus:

Solution A: 5 g ortho-anisidine [2-methoxyaniline] (C₇H₉NO) in a mixture of 20 ml concentrated hydrochloric acid (HCl) and 1000 ml water.

Solution B: 100 g sodium nitrite (NaNO_2) in 1000 ml water.

Equal volumes of solution A and B are mixed. The mixture will last for app. 3 months. Solution A and B will last for a couple of years. The heartwood is coloured red after app.30 seconds.

(NWPC Document 3 1998, 23)

3.3.3 Koekappaleen punnitus ennen ja jälkeen painekyllästykseen

Jokainen terassi- ja ulkoverhouslauta (puutuote) punnitaan ennen ja jälkeen painekyllästykseen mahdollisimman tarkasti. Punnitus suoritetaan juuri ennen painekyllästystä ja välittömästi painekyllästykseen jälkeen. Jos puutuotteen pinnalla on runsaasti kyllästysainetta kyllästykseen jälkeen, puutuotteen tulee antaa tulla kuivua pintakuivaksi 2 – 3 tuntia tai ylimääräinen kyllästysaine voidaan pyyhkiä pois puutuotteen pinnalta ennen punnitusta.

3.3.4 Käyttöliuoksen väkevyys

Ennen tai painekyllästykseen jälkeen, painekyllästyksessä käytettävästä puunsuoja-aineen käyttöliuoksesta otetaan näyte (n. $\frac{1}{2}$ - 2 litraa), josta analysoidaan liuoksen suoja-ainepitoisuus suoja-aine valmistajan ohjeiden mukaisesti tai käytetään suoja-aineen valmistajan antamia tietoja. (Liitteet 1 – 8)

3.3.5 Suoja-aineen tunkeuma

Kyllästetystä puutuotteesta otettavista näytekappaleesta analysoidaan suoja-aineen tunkeuma visuaalisesti NWPC Document No.3:1998 mukaan. Ohjeesta poiketen tutkimuksessa tunkeuma analysoidaan puutuotteen molemmista päistä. (NWPC Document 3 1998, 21 – 23)

3.3.6 Suoja-aineen jäämä

Kyllästettävä puutuote punnitaan ennen ja jälkeen kyllästykseen, puutuotteessa tapahtuva painon muutos kuvaa männyn pintapuuhun imeytyneen kyllästeaineen määrää. Sydänpuuhun imeytyneen suoja-aineen määrää ei analysoida, vaan kaikki suoja-aine katsotaan imeytyneeksi vain pintapuuhun. Jos puutuote sisältää männyn sydän- ja pintapuuta, on analysoitava pintapuun osuus puu-

tuotteen tilavuudesta, esim. sydänpuun värjäysmenetelmällä, koska männyn pintapuun kyllästyy sydänpuuta voimakkaammin.

Puutuotteen pintapuumäärän, painon muutoksen, liuosväkevyyden ja suoja-ainetunkeuman perusteella lasketaan kyllästeen jäämä (S) kyllästyneessä pintapuussa seuraavien laskutoimitusten mukaan.

$$\Delta m = m_1 - m_0, \text{ puutuotteeseen tunkeutuneen kyllästeen kokonaismäärä (kg)} \quad (5)$$

$$K = \Delta m * L, \text{ puutuotteeseen imeytyneen suoja-aineen määrä (kg)} \quad (6)$$

$$S = K / (V * P * T), \text{ suoja-ainejäämä suhteessa kyllästyneen pintapuun tilavuuteen (kg/m}^3\text{)} \quad (7)$$

Merkkien selitykset:

m_0 = puutuotteen massa ennen kyllästystä (kg)

m_1 = puutuotteen massa kyllästytksen jälkeen (kg)

L = käyttöliuoksen väkevyys (%)

P = pintapuun pitoisuus puutuotteen tilavuudesta (til-%)

V = puutuotteen tilavuus (m³)

T = suoja-aineen tunkeuman osuus männyn pintapuun tilavuudesta (til-%)

3.4 Analysointimenetelmien luotettavuuden teoreettinen tarkastelu

Laboratorio- ja punnitusmenetelmä eroavat käytännössä vain jäämän analysoinnin osalta. Menetelmissä käytettävien näytteiden kokoero on merkittävä suuri.

3.4.1 Laboratoriomenetelmä

Laboratorio menetelmässä jäämä analysoidaan valmistetusta puutuote-erästä otetuista näytteistä (0,5 – 5 g), joista saatua tulosta pidetään yleisesti luotettava, mutta näytteiden koko ja määrä suhteessa kyllästettyyn puutuote-erään eivät anna absoluuttisen tarkkaa ja luotettavaa tietoa suoja-aineen tunkeumasta ja jäämästä koko kyllästetyssä puutuote-erässä.

Laboratorioanalyysin eroa myös siinä, että suoja-aine jäämän laskemiseksi käytetään NWPC Document 3:ssa määriteltyä puuainekuivatiheyttä 480 kg/m³ ja vastaavasti punnitusmenetelmässä analysoidaan jokaisen koekappaleen kuivatiheys.

Kärkkäisen (2007, 46 – 76) mukaan männyn puuaineessa esiintyy tiheyden vaihtelua eri puuyksilöiden kuin myös puuaineen sisällä, jonka perusteella laboratorioanalyysin tuloksia ei voida pitää täysin luotettavina.

Kolmas merkittävä ero on, ettei laboratorioanalyysi näytteissä sallita suuria pihka- tai uuteainepitoisuuksia, oksia tai muita analyysin kannalta haitallisia virhelähteitä, joita puuaineessa kuitenkin normaalisti esiintyy.

Standardien mukainen laatuvaatimus, AQL = 1 %, on suhteellisen korkea laboratoriomenetelmällä analysoitavalle tuote-erälle. Tämä oletettavasti lisää laboratoriomenetelmän luotettavuutta.

3.4.2 Punnitusmenetelmä

Punnitusmenetelmässä yksittäisistä puutuotteista muodostuvat näytteet, joiden yksittäinen paino voi käytännössä olla 0,1 – 30 kg, ovat huomattavasti suurempia verrattuna laboratoriomenetelmään ja antavat teoriassa todenmukaisemman tuloksen suhteessa kyllästettyyn puuerään.

Menetelmä sisältää kuitenkin useita yksittäisiä analyysijä kuten puuainekuivatiheys, pintapuun osuus puutuotteen tilavuudesta, suoja-ainetunkeuman osuus pintapuun tilavuudesta sekä suoja-aineen määrä punnituksen ja liuosväkevyyden perusteella.

Pintapuun osuus analysoidaan koekappaleen molemmista päistä otettavista näytteistä, joiden aritmeettinen (lineaarinen) keskiarvo kuvaa pintapuun osuutta koekappaleen tilavuudesta. Käytännössä puuaineen rakennetta ei kuitenkaan voida tarkasti analysoida tällä menetelmällä, koska sydän- ja pintapuun osuus vaihtelee sekä puun pituus- että leveysuunnassa. (Kärkkäinen 2007,

120.) Standardin EN 599-1 mukaisen analysointimenetelmän tarkkuus on arviolta n. ± 15 %-yksikköä.

Käytettävien pintapuun osuuden, pintapuun tilavuuden ja suoja-ainetunkeuman analysointimenetelmistä ei ole myöskään aikaisempaa tilastollisesti merkittävää tai luotettavaa tutkimustietoa.

Punnitusmenetelmässä ei myöskään huomioida sydänpuuhun tunkeutuneen suoja-aineen jäämää tai sen vaikutusta analysointituloksiin.

Aiempien tutkimustulosten perusteella vesilasikyllästyksessä käytettävän kuivausjakson lämpötila nopeuttaa ja lisää vesilasin polymeroitumista merkittävästi 100 – 150 °C asteen lämpötilassa. Jonka seurauksena vesilasi polymeroituu voimakkaasti puutuotteen pintakerrokseen ja estää ylimääräisen veden haihtumista koekappaleiden sisäosista. Seurauksena voi myös olla, että ai-suoja-ainejäämä jakautuu epätasaisesti puutuotteeseen (vrt. suoja-aineen suotautuminen)

Ylimääräisen veden määrää puuaineessa ei voida tarkasti analysoida, joten myöskään punnituskokeiden perusteella ei saatu luotettavia tuloksia vesilasin jäämästä männyn pintapuussa.

3.4.3 Pintapuun määrän, suoja-ainetunkeuman ja puuaineen kuivatiheyden virheellisen analysoinnin vaikutus laskennalliseen suoja-ainejäämään

Pintapuun määrän ja suoja-aineen tunkeuman virheellisen analysoinnin vaikutuksia laskennalliseen suoja-ainejäämään voidaan teoriassa pitää merkittävänä virhelähteinä punnitusmenetelmässä, koska pintapuun määrän ja suoja-aineen tunkeuman analysointimenetelmien luotettavuudesta ei ole luotettavaa tutkimustietoa.

Liitteessä 13 esitettyjen laskelmien avulla on pyritty havainnollistamaan pintapuun määrän vaikutusta suoja-ainejäämään. Laskelmissa muuttujana on pintapuun määrä ja muut arvot vastaavat keskimäärin biosidi-valmisteilla kyllästet-

tyjen puutuotteiden mittaustietoja. Suoja-ainejäämä on laskettu kaavalla 7 (s. 23). Pintapuumäärän vertailutasona on puutuote nro. 20, jonka pintapuumäärä on 100 %.

Tulosten perusteella pintapuumäärän analysoinnin vaikutus laskennalliseen suoja-ainejäämään kasvaa voimakkaasti virhemarginaalin kasvaessa yli 60 prosenttiyksikön (Liite 14). Luotettavan suoja-ainejäämän analysoinnin kannalta virhemarginaali tulisi kuitenkin olla mahdollisimman pieni.

Suoja-ainetunkeuman virheellisen analysoinnin vaikutus laskennalliseen suoja-ainejäämään on täysin yhdenmukainen pintapuumäärän vaikutuksen kanssa, joten näiden virhelähteiden yhteisvaikutus on eksponentiaalinen tai ne voivat myös eliminoida toisensa, jos virheelliset analyysit poikkeavat todellisesta lähes yhtä paljon, mutta ovat vastakkaisuuntaiset. Esim. suoja-ainetunkeuman analysointi tulos on n. 10 % todellista suurempi ja pintapuumäärä n. 10 % todellista pienempi. (Liite 13.)

Laboratoriomenetelmässä suoja-ainejäämän laskemiseksi käytetään puuaineen kuivatiheyden tilastollista keskiarvoa 480 kg/m³. Puuaineen luontaisen tiheydenvaihtelun huomioiminen voi olla merkittävä tekijä analysointimenetelmän luotettavuuden kannalta, joten liitteessä 13 on esitetty laskemat, joiden avulla on pyritty havainnollistamaan puuaineen kuivatiheyden vaikutusta laskennalliseen suoja-ainejäämään.

Tulosten perusteella puuaineen kuivatiheyden kasvaessa laskennallinen suoja-ainejäämä kasvaa lineaarisesti tarkasteluvälillä, jossa puuaineen kuivatiheys on 450 – 500 kg/m³ (Liite 14). Tulosten perusteella ei voida kuitenkaan tehdä suoria tai luotettavia johtopäätöksiä laboratoriomenetelmän luotettavuudesta.

4 AINEISTO JA MENETELMÄT

4.1 Koemateriaalin valmistus

Tutkimuksen puuraaka-aineena käytettiin Kymenlaakson alueella kasvaneita ja keväällä 2007 kaadettuja kotimaisia mäntyjä (*Pinus sylvestris*).

Kesällä 25.5. – 24.6.2007 mäntyukeista valmistettiin ammattikorkeakoulun sahalaboratoriossa vähintään 3 m pitkiä terassilautoja (28 mm x 95 mm) sekä ulkoverhouslautoja (25 mm x 100 mm ja 32 mm x 125 mm).

Tuore sahatavara kuivattiin lautatapuleissa, käyttäen 32 mm paksuja välirimoja. Ilmakuivaus kesti n. 2 – 3 kuukautta. Tämän jälkeen sahatavarat lajiteltiin visuaalisesti pintapuuprosentin mukaan kahteen luokkaan. Tavoitteena oli valmistaa kaikki kyllästettävät tuotteet sahatavarasta, jossa pintapuuta on yli 50 %.

1. Pintapuuta yli 50 % (pintapuu)
2. Pintapuuta alle 50 % (sydänpuu)

Tutkimusta varten höylättiin 120 kpl terassi- ja sahattiin 80 kpl ulkoverhouslautoja. Valmiit koekappaleet jaettiin n. 20kpl ryhmiin tutkimuksessa mukana olevien puunsuoja-aineiden mukaan (Taulukko 5).

Paremmun tunkeuman ja jäämän saavuttamiseksi vesilasilla kyllästettävät laudat kasteltiin vedellä säännöllisesti 2 – 3 viikon ajan ennen painekyllästystä jolloin puun tasapainokosteus on yli 20 %.

Taulukko 5. Tutkimukseen osallistuneiden yritysten käyttämät puunsuoja-aineet, puuraaka-aineet ja puutuotteet

Yritys	Puunsuoja-aine	Puuraaka-aine	Tuote (määrä)
Versowood Oy	Celcure AC-800	mänty	terassilauta (20 kpl)
KyAMK Oy	mäntyöljy	mänty	terassi- / ulkoverhouslauta (20+20 kpl)

livari Mononen Oy	Tanalith E *	mänty	terassilauta (40 kpl)
KyAMK Oy	Vesilasi Zeopol 33 **	mänty	terassilauta (80 kpl)
KyAMK Oy	Vesilasi Zeopol 33 ***	mänty	ulkoverhouslauta (60 kpl)
Vapo Oy	Wolmanit cx-8	mänty	terassilauta (20 kpl)

* Kaksi tuote-erää A ja B

** Neljä eri terassituote-erää, C = kuivaus 120 °C, D = kuivaus 150 °C, E = ei kuivausta, F = kuivaus 150 °C

*** Kolme eri ulkoverhouslauta-erää, G = kuivaus 150 °C, H = ei kuivausta, I = kuivaus 145 °C

4.2 Koemateriaalin analysointi ennen kyllästystä

Kaikista koekappaleista otettiin kaksi näytettä, yksi molemmista päistä (kuva 3). Puuainenyhteistä analysoitiin puuaineen kuivatiheys, kosteus, pintapuun tilavuus. Tämän jälkeen mitattiin kyllästettävien koekappaleiden koko metallisella rullamitalla sekä määritettiin koekappaleiden paino laboratoriovakalla 1g tarkkuudella.

4.3 Koemateriaalin kyllästys

Koemateriaalin kyllästys suoritettiin aiemmin esitetyn taulukon 5 mukaisesti eri tuotantolaitoksissa, jonka jälkeen materiaali toimitettiin Kymenlaakson ammattikorkeakoulun puutekniikan laboratorioon analysoitavaksi. Paine-kyllästyksessä käytetty menetelmä ja prosessitiedot kirjattiin ylös (Liite 9).

4.4 Koemateriaalin analysointi kyllästyksen jälkeen

Paine-kyllästyksen jälkeen koekappaleet punnittiin ja otettiin näytteet kyllästysaineen käyttöliuoksesta ja kyllästyneestä puuaineesta.

Käyttöliuos näytteet ja puuaineleikkeet analysoitiin Novalab Oy:n, VTT:n, HUBER Oy:n, Nab Labs Oy:n ja Kymenlaakson ammattikorkeakoulun laboratorioissa. Laboratoriossa käytetyt analysointi menetelmät sekä niiden tulokset ovat nähtävissä liitteissä 1 – 8.

Käyttöliuoksesta analysoitiin suoja-aineen kemiallinen koostumus ja tehoaine pitoisuus (%). Puuaine näytteistä analysoitiin kyllästysaineen tunkeuman osuus pintapuun poikkileikkauspinta-alasta (%) ja jäämä (kg/m³) suhteessa männyn pintapuun tilavuuteen.

5 TULOKSET

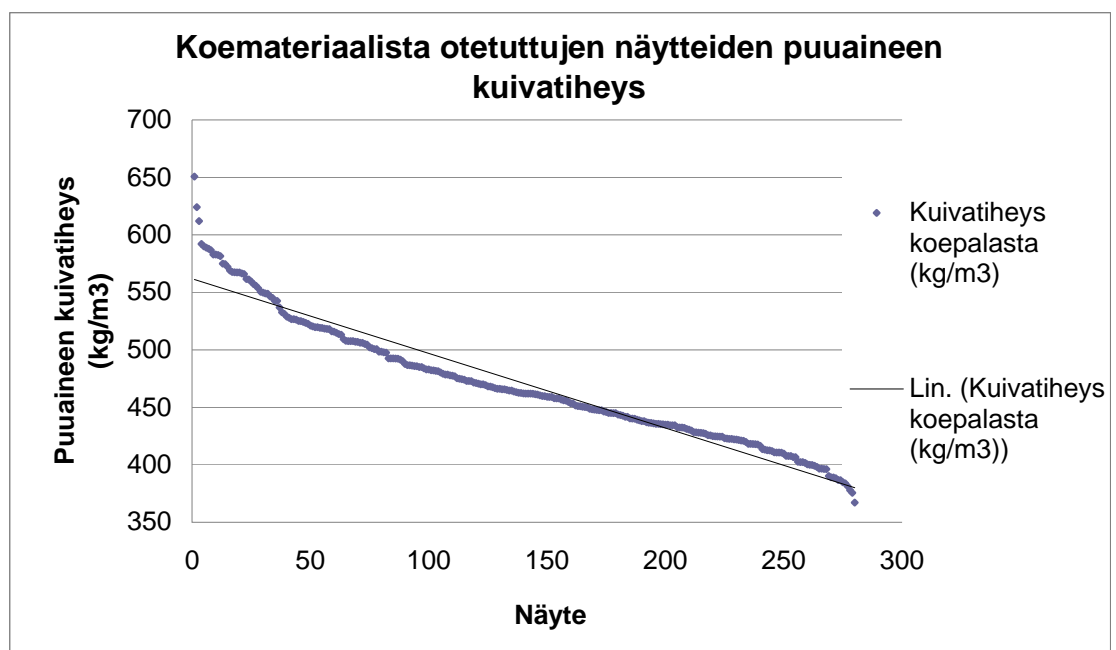
5.1 Puuaineen biologiset ominaisuudet ennen kyllästystä

Koekappaleista mitatut kosteudet, kuivatiheydet ja pintapuumäärät ovat nähtävissä mittauspöytäkirjoissa (liite 9).

5.1.1 Kuivatiheys

Kaikkien tutkimuksessa analysoitujen kuivatiheysnäytteiden keskiarvo oli 474 kg/m³ ja vaihteluväli 367 – 651 kg/m³ (Kuva 5).

Terassi- ja ulkoverhouslautojen tuotekohtaiset kuivatiheyden keskiarvot ovat esitetty Liitteessä 11.



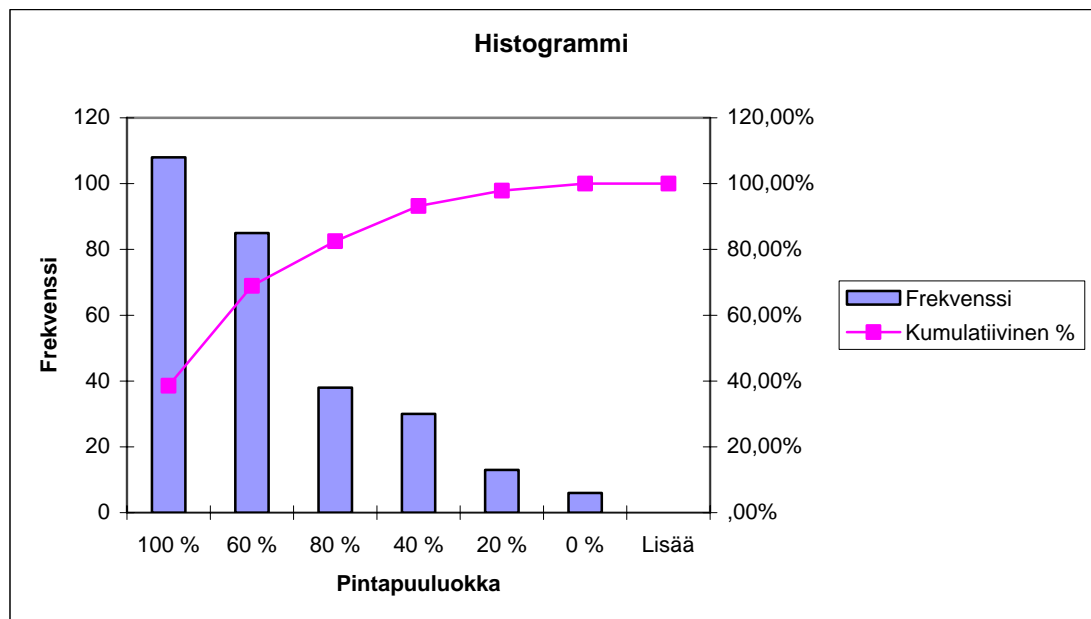
Kuva 5. Koemateriaalista otettujen puuainenäytteiden kuivatiheydet järjestettynä suurimmasta pienimpään

5.1.2 Pintapuun osuus

Seuraava taulukossa ja kuvassa esitetään tutkimuksessa käytettyjen terassi- ja ulkoverhouslautojen frekvenssi ja kumulatiivinen kertymä eri pintapuuluokissa.

Taulukko 6. Terassi- ja ulkoverhouslautojen frekvenssi ja kumulatiivinen kertymä eri pintapuuluokissa.

<i>Luokka</i>	<i>Frekvenssi</i>	<i>Kumulatiivinen %</i>	<i>Luokka</i>	<i>Frekvenssi</i>	<i>Kumulatiivinen %</i>
0 %	6	2,14%	100 %	108	38,57%
20 %	13	6,79%	60 %	85	68,93%
40 %	30	17,50%	80 %	38	82,50%
60 %	85	47,86%	40 %	30	93,21%
80 %	38	61,43%	20 %	13	97,86%
100 %	108	100,00%	0 %	6	100,00%
Lisää	0	100,00%	Lisää	0	100,00%



Kuva 8. Histogrammi terassi- ja ulkoverhouslautojen frekvenssistä ja kumulatiivisesta kertymästä eri pintapuuluokissa

5.1.3 Puuaineen kosteus

Tanalith E, Wolmanit CX-8, Celcure AC800 ja KyAMK mäntyöljyllä kyllästettyjen terassilautojen sekä KyAMK mäntyöljyllä kyllästettyjen ulkoverhouslauto-

jen kosteus ennen kyllästystä oli keskimäärin 10 % ja hajontaa kunkin tuoteriikkeen sisällä esiintyi vain muutamia prosenttiyksiköitä.

5.2 Suoja-aineen tunkeuma ja jäämä

Liitteissä 9. ja 11. on esitetty suoja-aineen tunkeuman ja jäämän tulokset laboratorio- ja punnitusmenetelmällä. Liitteissä on esitetty myös taulukot ja kuvat terassi- ja ulkoverhoustuotteiden tuloksista lasketut keskiarvot.

6 TULOSTEN ANALYSOINTI

6.1 Puuaineen biologiset ominaisuudet ennen kyllästystä

6.1.1 Puuaineen kuivatiheys

Kuivatiheyden alhaista vaihteluväliä voidaan pitää edullisena koko tutkimuksen kannalta, sillä tämä vähentää puuaineen tiheyden vaihtelusta johtuvia suoja-aineen tunkeuman ja jäämän eroja yksittäisten terassilautojen välillä ja parantaa näin tulosten vertailu kelpoisuutta ja luotettavuutta.

Kuivatiheyden keskiarvo 474 kg/m^3 on hieman pienempi kuin jäämän laboratorio analyysissä käytetty ohjearvo 480 kg/m^3 . Tämän perusteella ei voida tehdä luotettavaa johtopäätöstä menetelmien luotettavuuksien välillä.

6.1.2 Kosteus

Tulosten perusteella todettu puuraaka-aineen tasainen kosteus ennen kyllästystä vähentää kosteuden vaihtelusta mahdollisesti aiheutuvia suoja-aineen tunkeuman ja jäämän eroja yksittäisten koekappaleiden välillä, mikä parantaa tutkimustulosten vertailukelpoisuutta ja luotettavuutta.

Vesilasilla kyllästetyn terassilauta koe-erän (M381T-M401T) keskimääräinen kosteus oli vain n. 14 %, koska vesilasilla kyllästettävän puuraaka-aineen kosteuteen ei kiinnitetty huomiota tutkimusten alkuvaiheessa. Koe-erän alhainen

kosteus on voi olla syy myös suoja-aineen alhaiseen tunkeuma tulokseen (76%).

Vesilasikyllästettyjen terassi- ja ulkoverhouslautojen kosteus ennen kyllästystä pyrittiin asettamaan 25 – 30 %, säännöllisellä kastelulla, jotta kyllästyksellä saataisiin optimaalinen suoja-aineen tunkeuma ja jäämä. Kosteuden ja tunkeuman välillä ei voida tulosten perusteella todeta selvää korrelaatiota.

6.1.3 Pintapuun määrä

Tutkimuksen yhtenä tavoitteena oli käyttää koemateriaalina terassi- ja ulkoverhouslautoja, joiden pintapuun määrä olisi vähintään 50 til-%. Liitteen x histogrammi osoittaa, että tutkimuksessa käytetyistä terassi- ja ulkoverhouslautoista yli 80 % sisälsi pintapuuta vähintään 40 %. Tämä tuloksen perusteella voidaan todeta, että tutkimusmateriaalista n. 20 % prosentti jäi alle asetetun tavoitteen. Tulosta voitaisiin pitää hyvän, mutta tutkimuksessa käytettyä pintapuun analysointimenetelmää ei voida kuitenkaan pitää täysin luotettavana.

6.2 Laboratorioanalyysit

6.2.1 Suoja-aineen tunkeuma

Puunsuoja-aineen tunkema männyn pintapuussa voidaan analysoida visuaalisesti selvästi puuainetta värjäävillä puunsuoja-aineilla kuten männyöljy, Tanalith E ja Wollmanit. Kuitenkaan yksittäiset näytteet puuaineesta eivät anna luotettavaa tietoa tunkeuman määrästä koko puutuotteen (koekappaleen) osalta.

Vesilasin osalta analysointi tuloksia ei voida pitää tilastollisesti luotettavana, koska suoja-aineen tunkeuma ei muodosta värjäytyynyttä tai selvästi havaittavaa kerrosta männyn pintapuussa.

6.2.2 Suoja-ainejäämä

Laboratoriomenetelmällä saadut suoja-ainejäämän analysointitulokset ovat odotusten mukaiset, poikkeuksena vesilasilla kyllästetyt puutuotteet ja Tanalith E kyllästyserä A.

Suoja-ainejäämän analysointia vesilasilla ei voida pitää onnistuneena johtuen suoja-aineen tunkeuman epätarkasta analysoinnista.

Tanalith E kyllästyserä A:n tulos ei saavuttanut asetettua suoja-ainejäämä tavoitetta vähintään 8 kg/m³, joten kyllästettiin uusi erä B, jonka suoja-ainejäämä laboratorioanalyysin perusteella oli 10,8 kg/m³.

6.3 Tehdasanalyysit

Pintapuun määrän analyysitulosta ei voida pitää tilastollisesti luotettavana, koska puutuotteissa esiintyi luontaista puuaineen sisäisen rakenteen vaihtelua, johon vaikuttavat sahauksessa käytetty tukin koko, laatu ja sahaus asete.

Suoja-ainejäämän tehdasanalysointituloksissa esiintyvä hajonta tukevat väitettä ettei pintapuun määrän ja suoja-aineen tunkeuman visuaalisella analysoinnilla saada riittävän luotettavia tuloksia, jotta niiden perusteella voitaisiin analysoida suoja-ainejäämä männyn pintapuussa.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tehtyjen punnituskokeiden perusteella ei saada riittävän luotettavaa tietoa biosidi-, mäntyöljy-valmisteiden ja vesilasin tunkeumasta tai jäämästä männyn pintapuussa verrattuna laboratorio menetelmiin, joten merkittäviä muutoksia nykyisiin tuotantomenetelmiin, suoja-aineiden käyttömääriin tai analysointimenetelmiin ei tämän tutkimuksen perusteella voida tehdä.

Analysointimenetelmien teoreettinen tarkastelu tuo esille ongelman, jossa laboratorio analysointimenetelmässä ei huomioida puuaineen sisäistä tai puu-

tuotteiden välistä kuivatiheyden vaihtelua, jonka perusteella laboratoriomenetelmällä analysoitua suoja-ainejäämää ei voida pitää täysin luotettavana. Lisäksi laboratorioanalysoinnin mahdollisia virhelähteitä olivat yksittäisten näytteiden pieni koko ja määrä suhteessa analysoitavaan tuotteeseen ja niiden tuotantomäärään.

Pintapuunmäärän analysoimiseksi käytettävät reagenssit sisältävät ympäristölle voimakkaasti haitallisia tai myrkyllisiä kemiallisia aineita. Näiden käyttöä voidaan välttää käyttämällä tutkimuksissa näytteitä tai puutuotteita, jotka sisältävät mahdollisimman paljon (yli 90 %) pintapuuta. Vähäinen sydänpuun määrä koekappaleissa parantaa, myös tutkimustulosten luotettavuutta merkittävästi.

Käytännössä männystä valmistetut painekyllästetyt puutuotteet sisältävät aina satunnaisen määrän männyn sydänpuuta, joten tutkimustuloksissa ei voida jättää täysin huomioimatta sydänpuun vaikutusta suoja-ainejäämään ja tunkeumaan.

Suoja-aineen absoluutisen tunkeuman ja jäämän analysoimiseksi tulisi kehittää ns. "röntgenmenetelmä", jossa puuainetta rikkomatta pystyttäisiin analysoimaan kokonaisen puutuotteen suoja-ainejäämä ja tunkema.

LÄHTEET

Jääskeläinen Anna-Stiina & Sundqvist Henna 2007, Puun rakenne ja Kemia. Otatieto, Helsinki 2007.

Kestopuu 2009, <http://www.kestopuu.fi/49.html> , 20.10.2009.

Koski Anna 2008, Applicability of crude tall oil for wood protection, Oulun yliopisto, Oulu 2008.

Kärkkäinen Matti 2007, Puun rakenne ja ominaisuudet, Metsä kustannus, Hämeenlinna 2007.

Lahontorjuntayhdistys ry & Rakennuskirja Oy 1988. Puunsuojaus – rakennuskirja. Hanko: Hangon Kirjapaino Oy.

Venäläinen Martti 2002, Decay resostamce of heartwood timber as a quality characteristic in Scots pine breeding, Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 880, METLA 2002.

Muilu Jaakko 1987. VTT tiedotteita – Suoja-aineiden jakautuminen puun so-luseinämään. Espoo: Valtion Teknillinen Tutkimuskeskus (VTT).

Nuutinen Erkki 1976. Puun kyllästyvyyteen vaikuttavat tekijät ja kyllästyvyyden parantaminen. VTT – Puutavaralaboratorio, tiedonanto 15. Espoo: Valtion Teknillinen Tutkimuskeskus (VTT).

NWPC Document 3: 1998, English edition, Nordic Wood Preservation Council 1998.

Paajanen Leena, Koskela Kyösti ja Viitaniemi Pertti, VTT julkaisuja 836 – Puun kyllästäminen mäntyöljy ja maleiinihappoanhydridin seoksella. Valtion tieteellinen tutkimuskeskus (VTT), Espoo 1999.

Puu- ja bioenergiamesut 2007, Tiedotteet: Vesilasilla myrkytöntä puuta, <http://www.jklpaviljonki.fi/puu2007/tiedote6.php> , 8.11.2009.

Puuproffa 2009, www.puuproffa.fi/arkisto/puun_rakenne.php , 20.5.2008.

Suomen Ympäristökeskus 2009, www.syke.fi.

Standardit EN 351-1 ja EN 351-2 2007, määrittelevät käyttöolosuhteita vastaavat puun kyllästysluokat. Suomen standardointiliitto SFS.

Standardit EN 599-1 1998 ja EN 599-2 1995, kuvaavat yksityiskohtaisesti EN 335:ssä määriteltyä viittä riskiluokkaa varten minimitoimivaatimukset puun-

suoja-aineille, joita käytetään massiivipuun biologista tuhoutumista ehkäisevään käisttelyyn. Suomen standardointiliitto SFS.

Valvira 2009, <http://www.valvira.fi/kemikaalit/biosidit>.

Viitanen Hannu 1997, Suomalaisen puun luontaisen lahonkestävyyden hyödyntäminen, Metsätieteen aikakirja 1/1997, <http://elektra.helsinki.fi/se/m/1455-2515/1997/1/suomalai.pdf>.



TUTKIMUSRAPORTTI N:o K 1868/07/1-2

(1/1) K 1868/07/1-2

Tilaja Kymenlaakson Ammattikorkeakoulu
PI 9
48401 Kotka

Tilaus Tilaus 21.11.2007/ Hannu Boren, hannu.boren@kyamk.fi

Tulopäivä 21.11.2007 Analysoinnin aloituspäivä 23.11.2007

Tehtävä Kyllästysaineen boori- ja kuparipitoisuuden määrittäminen sekä Tanalith E 3492:n ja Wolmanit CX 8:n pitoisuuden laskeminen.

Näyte Käyttöliuosnäytteet Tanalith E 3492:sta ja Wolmanit CX 8:sta

Analyysimenetelmä

Näytteistä analysoitiin boorin ja kuparin pitoisuus ICP-plasmaemissiospektrometrillä

Tulokset

Näyte 1: Tanalith E 3492 käyttöliuos: livari Mononen Joensuu

liuos	Cu %	Tanalith E 3492 %	B %	Tanalith E 3492 %	T E 3492 % keskiarvo
T E 3492	0.152	1.35	0.0101	1.28	1.32

Näyte 2: Wolmanit CX 8 käyttöliuos: Vapo

liuos	Cu %	Wolmanit CX 8 %	B %	Wolmanit CX 8 %	W CX 8 % keskiarvo
W CX 8	0.144	1.80	0.0115	1.64	1.72

Karkkila 17.12.2007

Novalab Oy

Matti Mäkelä
laboratorionjohtaja

Raportin osittainen kopiointi on kielletty ilman laboratorion lupaa. Tulokset pätevät vain testatuille näytteille.



TUTKIMUSRAPORTTI N:o K 1808/07/1-2

(1/1) K 1808/07/1-2

Tilaaaja Kymenlaakson Ammattikorkeakoulu
PI 9
48401 Kotka

Tilaus Tilaus 13.11.2007/ Hannu Boren, hannu.boren@kyamk.fi

Tulopäivä 13.11.2007 Analysoinnin aloituspäivä 14.11.2007

Tehtävä Kyllästysaineen tunkeuman sekä näytteen kuparipitoisuuden määrittäminen ja Tanalith E 3492:n ja Wolmanit CX 8:n pitoisuuden laskeminen.

Näyte Poikkileikenäytteitä yksi sarja Tanalith E 3492:lla kyllästetystä puutavarasta sekä yksi sarja Wolmanit CX 8:lla kyllästetystä puutavarasta.

Analyysimenetelmä

Näytteistä analysoitiin pintapuun ja kyllästyneen pintapuun osuudet värjäysmenetelmällä NWPC Document no. 3:1998 ohjeen mukaan. Täysin kyllästyneestä pintapuusta määritettiin kupari atomiabsorptiospektrofotometrillä $\text{HClO}_4\text{-HNO}_3$ -märkäpolton jälkeen (menetelmä: Nova-lab 003*). Pintapuukerros otettiin kokonaan talteen kuparianalyysiä varten. Kuparianalyysi tehtiin joka näytteestä erikseen.

Tulokset Tulokset on laskettu näytteen kuiva-aineeseen

Näyte 1: Poikkileike, Tanalith E 3492, leike N:o M 261- M 280 (tunkeumat järjestyksessä)

leike	tunkeuma %	kupari g/kg	Tanalith E 3492 kg/m ³	vaatimus kg/m ³
28x95	100, 95, 82, 100, 100, 77, 100, 100, 100, 100, 72, 91, 100, 86, 100, 100, 70, 100, 100, 87			
keskiarvo	93.0	1.45	6.16	8

Näyte 2: Poikkileike, Wolmanit CX 8, leike N:o M 301- M 320

leike	tunkeuma %	kupari g/kg	Wolmanit CX 8 kg/m ³	vaatimus kg/m ³
28x95	20 x 100			
keskiarvo	100	1.70	10.2	11

*akkreditoitu menetelmä

Karkkila 29.11.2007

Novalab Oy

Matti Mäkelä
laboratorionjohtaja



Raportin osittainen kopiointi on kielletty ilman laboratorion lupaa. Tulokset pätevät vain testatuille näytteille.



TUTKIMUSRAPORTTI N:o K 1881/07/1

(1/1) K 1881/07/1

Tilaja Kymenlaakson Ammattikorkeakoulu
PI 9
48401 Kotka

Tilaus Tilaus 23.11.2007/ Hannu Boren, hannu.boren@kyamk.fi

Tulopäivä 23.11.2007 Analysoinnin aloituspäivä 7.12.2007

Tehtävä Kyllästysaineen BAC- ja kuparipitoisuuden määrittäminen sekä Celcure AC 800:n pitoisuuden laskeminen.

Näyte Käyttöliuosnäyte Celcure AC 800:sta

Analyysimenetelmä

Näytteistä analysoitiin kuparin pitoisuus ICP-plasmaemissiospektrometrillä ja BAC-pitoisuus valmistajan ohjeen mukaan kaksifaasititrauksella.

Tulokset

Näyte 1: Celcure AC 800 käyttöliuos

liuos	Cu %	Celcur AC 800 %	BAC %	Celcure AC 800 %	AC 800 % keskiarvo
AC 800	0.394	4.11	0.18	3.75	3.93

Karkkila 17.12.2007

Novalab Oy

Matti Mäkelä
laboratorionjohtaja

Raportin osittainen kopiointi on kielletty ilman laboratorion lupaa. Tulokset pätevät vain testatuille näytteille.



TUTKIMUSRAPORTTI N:o K 1993/07/1

(1/1) K 1993/07/1

Tilaaaja Kymenlaakson Ammattikorkeakoulu
PI 9
48401 Kotka

Tilaus Tilaus / Hannu Boren, hannu.boren@kyamk.fi

Tulopäivä 17.12.2007 Analysoinnin aloituspäivä 21.12.2007

Tehtävä Kyllästysaineen tunkeuman sekä näytteen kuparipitoisuuden määrittäminen ja Celcure AC 800:n pitoisuuden laskeminen.

Näyte Poikkileikenäytteitä yksi sarja Celcure AC 800:lla kyllästetystä puutavarasta.

Analyysimenetelmä

Näytteistä analysoitiin pintapuun ja kyllästyneen pintapuun osuudet värjäysmenetelmällä NWPC Document no. 3:1998 ohjeen mukaan. Täysin kyllästyneestä pintapuusta määritettiin kupari atomiabsorptiospektrofotometrillä $\text{HClO}_4\text{-HNO}_3$ -märkäpolton jälkeen (menetelmä: Nova-lab 003*). Pintapuukerros otettiin kokonaan talteen kuparianalyysiä varten.

Tulokset Tulokset on laskettu näytteen kuiva-aineeseen

Näyte 1: Poikkileike, Celcure AC 800, M 281- M 300 (tunkeumat järjestyksessä)

leike	tunkeuma %	kupari g/kg	Celcure AC 800 kg/m^3	vaatimus kg/m^3
28x95	97, 100, 100, 100, 100, 93, 100, 100, 100, 100, 100, 100, 100, 100, 100, 100, 77, 100, 100, 100			A / AB
keskiarvo	98.4	6.95	35.1	36 / 19

*akkreditoitu menetelmä

Karkkila 11.1.2008

Novalab Oy


Matti Mäkelä
laboratorionjohtaja



Raportin osittainen kopiointi on kielletty ilman laboratorion lupaa. Tulokset pätevät vain testatuille näytteille.



TUTKIMUSRAPORTTI N:o K 106/08/1-2

(1/1) K 106/08/1-2

Tilaja Kymenlaakson Ammattikorkeakoulu
PI 9
48401 Kotka

Tilaus Tilaus / Hannu Boren, hannu.boren@kyamk.fi

Tulopäivä 29.1.2008 Analysoinnin aloituspäivä 30.1.2008

Tehtävä Kyllästysaineen tunkeuman sekä näytteen boori- sekä kuparipitoisuuden määrittäminen ja Tanalith E 3492:n pitoisuuden laskeminen.

Näyte Poikkileikenäytteitä yksi sarja Tanalith E 3492:lla kyllästetystä puutavarasta sekä käyttöliuos-näyte Tanalith E 3492:sta. (Paketissa maininta: livari M. , Tanalith E)

Analyyssimenetelmä

Näytteistä analysoitiin pintapuun ja kyllästyneen pintapuun osuudet värjäysmenetelmällä NWPC Document no. 3:1998 ohjeen mukaan. Täysin kyllästyneestä pintapuusta määritettiin kupari atomiabsorptiospektrofotometrillä $\text{HClO}_4\text{-HNO}_3$ -märkäpoltton jälkeen (menetelmä: Nova-lab 003*). Pintapuukerros otettiin kokonaan talteen kuparianalyysiä varten. Käyttöliuosnäytteestä analysoitiin boori- ja kuparipitoisuus ICP-plasmaemissiospektrometrillä

Tulokset Tulokset on laskettu näytteen kuiva-aineeseen

Näyte 1: Poikkileike, Tanalith E 3492, leike N:o M 361T- M 380T (tunkeumat järjestyksessä)

leike	tunkeuma %	kupari g/kg	Tanalith E 3492 kg/m ³	vaatimus kg/m ³
28x95	100, 100, 81, 100, 92, 100, 100, 100, 86, 100, 100, 100, 100, 93, 100, 66, 80, 69, 90			
keskiarvo	92.9	2.55	10.8	8

Näyte 2: Tanalith E 3492 käyttöliuos

liuos	Cu %	Tanalith E 3492 %	B %	Tanalith E 3492 %	T E 3492 % keskiarvo
T E 3492	0.161	1.42	0.0107	1.35	1.39

*akkreditoitu menetelmä

Karkkila 3.2.2008

Novalab Oy


Matti Mäkelä
laboratorionjohtaja



Raportin osittainen kopiointi on kielletty ilman laboratorion lupaa. Tulokset pätevät vain testatuille näytteille.



MEMORANDUM

FROM: Jukka Haverinen
 DATE: 08.04.2008
 SUBJECT: "Modifioitu Puu"-projekti, Kymen Ammattikorkeakoulu

Alla on esitetty laskelmat vesilasilla kyllästetyistä puunäytteistä VTT:n datan perusteella.

Liuenneen vesilasien määrä ja moolisuhde									
Näyte	Koodi nrot	Puulaji	Käsittely lämpötila	Na g/kg	Na2O g/kg	Si g/kg	SiO2 g/kg	Na2O + SiO2 g/kg	Mooli-suhde
3	M101...M120	mänty	20	22,250	29,99	14,310	30,61	60,61	1,05
4	M141T...M160T	mänty	120	23,190	31,26	10,801	23,11	54,37	0,76
5	Pyökki lattia	pyökki	20	13,875	18,70	3,560	7,62	26,32	0,42
6	Koivu portaat väkevä	koivu	20	7,017	9,46	3,928	8,40	17,86	0,92
7	M41...M60	mänty	150	19,045	25,67	3,703	7,92	33,59	0,32
8	M161T...M180T	mänty	150	14,500	19,55	2,829	6,05	25,60	0,32
9	M241T...M260T	mänty	20	20,940	28,23	8,399	17,97	46,19	0,66
10	M121...M140	mänty	145	14,155	19,08	1,866	3,99	23,07	0,22
11	Koivu portaat laiha palokoe	koivu	20	5,591	7,54	1,564	3,35	10,88	0,46
		mänty	120	15,145	20,41	9,037	19,33	39,75	0,98

Liuenneen vesilasien määrä (g/kg), lähtökohtana mitattu Na2O-pitoisuus, oletusmoolisuhde 3,3						
Na2O g/kg	Na2O mol/kg	Mooli-suhde	SiO2 mol/kg	SiO2 g/kg	Na2O + SiO2 g/kg	
29,99	0,484	3,3	1,597	95,95	125,94	
31,26	0,504	3,3	1,664	100,00	131,26	
18,70	0,302	3,3	0,996	59,83	78,54	
9,46	0,153	3,3	0,504	30,26	39,72	
25,67	0,414	3,3	1,367	82,13	107,80	
19,55	0,315	3,3	1,041	62,53	82,07	
28,23	0,455	3,3	1,503	90,30	118,53	
19,08	0,308	3,3	1,016	61,04	80,12	
7,54	0,122	3,3	0,401	24,11	31,65	
20,41	0,329	3,3	1,087	65,31	85,73	

Liuenneen vesilasien määrä (g/kg), lähtökohtana mitattu SiO2-pitoisuus, oletusmoolisuhde 3,3						
SiO2 g/kg	SiO2 mol/kg	Mooli-suhde	Na2O mol/kg	Na2O g/kg	Na2O + SiO2 g/kg	
30,61	0,510	3,3	0,154	9,57	40,18	
23,11	0,385	3,3	0,117	7,22	30,33	
7,62	0,127	3,3	0,038	2,38	10,00	
8,40	0,140	3,3	0,042	2,63	11,03	
7,92	0,132	3,3	0,040	2,48	10,40	
6,05	0,101	3,3	0,031	1,89	7,94	
17,97	0,299	3,3	0,091	5,62	23,58	
3,99	0,066	3,3	0,020	1,25	5,24	
3,35	0,056	3,3	0,017	1,05	4,39	
19,33	0,322	3,3	0,098	6,04	25,38	



Hannu Boren
 Kymenlaakson ammattikorkeakoulu
 Kärkisaarentie 1
 48401 KOTKA

TUTKIMUSSELOSTE 36080

Sivu 1/1

4.1.2008

ANALYYSITULOKSET

Näytetiedot: Mäntyöljynäytteet, 1 kpl

Näyte on toimitettu laboratorioon 20.12.2007.

Tulokset ilmoitettu toimitustilaista näytettä kohti.

Näyte	Rasvahapot Hartsihapot Neutraaliaineet		
	%	%	%
7036080 Sylvablend	63	29	8
Menetelmä	LL 100:03 / GC		

Tutkimusselosteen saa kopioida vain kokonaan. Tulokset pätevät vain testatulle näytteelle.

Nab Labs Oy

Anne Penttinen
 Laboratoriokemisti

MITTAUSPYÖTÄKIRJA

Palvaanjärven majoitusrakennus																	
Testauskohde	Ulkoerohous, julkisivut pohjoinen ja etelä																
Testattava tuote	Männyn pintapuu, vesilasikyllästys, kuivaus 150 astetta																
	Dimensio (mm)	Prosessitiedot	Liuosväkevyyys (%)	Ainetiedot	Raaka-aineen alkuperä/valmistaja	Laboratorioanalyysi Na2O + SiO2 (g/kg)											
Koodinumerot	M41...M50	25*100	bethell-prosessi, paineaika 4h, kuivaus 150 astetta 6h, viimeistely höyläys	12,4 %	Vesilasi Zeopol 33	KyAMK/KyAMK	33,59										
	M51...M60	32*125	bethell-prosessi, paineaika 4h, kuivaus 150 astetta 6h, viimeistely höyläys	12,4 %	Vesilasi Zeopol 33	KyAMK/KyAMK											
Tutkittavat ominaisuudet ennen käsittelyä																	
Tutkittavat ominaisuudet käsittelyn jälkeen																	
Yksilötiedot	Pituus (mm)	Paksuus (mm)	Leveys (mm)	Paino ennen kyllästystä (g)	Kosteus koepalasta (%)	Kuivathiheys koepalasta (kg/m3)	kuivapaino (g)	vr-väli koepalasta (mm)	Pintapuususuus koepalan poikkileikkaus pinta-alasta (%)	Paino (g)	kuiva-ainetta (g)	Kosteus (%)	Käsittelyn vaikutus kuivapainoon (%)	Jäämä pintapuussa punnitusten perusteella (kg/m3)	Jäämä pintapuussa laboratorioanalyysien perusteella (kg/m3)	Tunkeuma poikkileikkaus pinta-alasta (%)	
M41	4105	25	100	4906	30 %	388	3785	3,1	50 %	7993	383			74,60	13,04	100 %	
M42	4030	25	100	5021	23 %	426	4075	1,7	100 %	6647	202	58 %	5 %	20,01	14,30	100 %	
M43	3975	25	100	4964	33 %	432	4080	1,5	100 %	6390	177	52 %	4 %	17,79	14,52	100 %	
M44	3565	25	100	6028	24 %	590	4996	1,7	100 %	7589	194	48 %	4 %	21,72	19,82	100 %	
M45	4025	25	100	5033	26 %	466	4455	1,8	100 %	6802	219	48 %	5 %	21,80	15,66	100 %	
M46	3985	25	100	5657	25 %	493	4662	1,4	50 %	6315	82	34 %	2 %	16,38	16,55	100 %	
M47	4005	25	100	6121	29 %	566	5383	1,4	100 %	7740	201	40 %	4 %	20,05	19,01	100 %	
M48	4025	25	100	4637	25 %	402	3840	2,1	40 %	5053	52	30 %	1 %	12,82	13,49	100 %	
M49	3985	25	100	6209	25 %	612	5792	1,8	45 %	7306	136	24 %	2 %	30,34	20,56	100 %	
M50	3755	25	100	4766	23 %	443	3953	1,7	100 %	6638	232	62 %	6 %	24,73	14,89	100 %	
M51	4070	32	125	9051	24 %	486	7520	2,0	100 %	11000	242	43 %	3 %	14,84	16,33	100 %	
M52	3985	32	125	7562	42 %	398	6029	2,1	100 %	10644	382	70 %	6 %	23,98	13,37	100 %	
M53	4020	32	125	9532	25 %	482	7366	1,8	98 %	10419	110	40 %	1 %	6,98	16,20	100 %	
M54	4010	32	125	9945	31 %	529	8059	1,9	95 %	11900	242	45 %	3 %	15,91	17,77	100 %	
M55	4030	32	125	8167	20 %	460	7051	2,3	98 %	9875	212	37 %	3 %	13,41	15,47	100 %	
M56	4070	32	125	8541	28 %	447	6920	1,0	95 %	10784	278	52 %	4 %	17,98	15,03	100 %	
M57	4050	32	125	9546	17 %	520	8009	1,7	98 %	10890	167	34 %	2 %	10,50	17,48	100 %	
M58	4030	32	125	6783	16 %	400	6132	3,7	3 %	7441	82	20 %	1 %		13,45	100 %	
M59	4035	32	125	6914	22 %	387	5931	1,4	98 %	8545	202	41 %	3 %	12,79	12,99	100 %	
M60	4100	32	125	7993	27 %	399	6220	1,7	100 %	11013	374	71 %	6 %	22,83	13,41	100 %	
Keskiarvo	3993	29	113	6869	26 %	466	5713	1,9	84 %	8549	208	45 %	3,5 %	21,02	15,67	100 %	
Keskihajonta	123	4	13	1800	6 %	68	1444	0,6	29 %	2056	95	14 %	1,6 %	14,13	2,29	0 %	
Muuta huomioitavaa	Oletetaan että pintapuussa käsittelyn tunkeuma 100% (lämpökäsittely + vesilasi kyllästyt)																

MITTAUSPYÖTÄKIRJA

Palvaanjärven majoitusrakennus																	
Testauskohde	Ulkoerohous, julkisivut pohjoinen ja etelä																
Testattava tuote	Männyn pintapuu, mäntyöljykylästys																
	Dimensio (mm)	Prosessitiedot			Liuosväkevyys (%)	Ainetiedot		Raaka-aineen alkuperä/valmistaja									
Koodinumero	M81...M90	25*100	Ruping-prosessi, lämpötila 100 astetta, jälkikäsitteily 12h+12h 100 astetta			100 %	Sylvablend, rasvahappoja 63%, hartsihappoja 29% ja neutraaliaineita 8%.		KyAMK/KyAMK								
	M91...M100	32*125	Ruping-prosessi, lämpötila 100 astetta, jälkikäsitteily 12h+12h 100 astetta			100 %	Sylvablend, rasvahappoja 63%, hartsihappoja 29% ja neutraaliaineita 8%.		KyAMK/KyAMK								
Tutkittavat ominaisuudet ennen käsittelyä																	
Yksilötiedot	Pituus (mm)	Paksuus (mm)	Leveys (mm)	Paino ennen kylästystä (g)	Kosteus koepalasta (%)	Kuivathiheys koepalasta (kg/m3)	Kuivapaino (g)	vr-väli koepalasta (mm)	Pintapuusuosuus koepalan poikkileikkaus pinta-alasta (%)	Paino (g)	kuiva-ainetta (g)	Kosteus (%)	Käsittelyn vaikutus kuivapainoon (%)	Jäämä pintapuussa punnitusten perusteella (kg/m3)	Jäämä pintapuussa laboratorioanalyysien perusteella (kg/m3)	Tunkeuma poikkileikkaus pinta-alasta (%)	
M81	3975	25	100	4445	12 %	413	3895	1,8	55 %	5130	685	14 %	18 %	125	100,5	100 %	
M82	4025	25	100	4928	12 %	460	4395	1,9	60 %	5430	502	12 %	11 %	83	100,5	100 %	
M83	4030	25	100	4885	11 %	436	4173	3,1	50 %	5458	573	17 %	14 %	114	100,5	100 %	
M84	4080	25	100	5764	11 %	549	5320	2,5	60 %	6319	555	8 %	10 %	91	100,5	100 %	
M85	4065	25	100	5051	12 %	513	4955	2,0	75 %	5501	450	2 %	9 %	59	100,5	100 %	
M86	3995	25	100	4242	12 %	412	3909	2,7	100 %	4913	671	9 %	17 %	67	100,5	100 %	
M87	3975	25	100	4100	12 %	389	3674	2,5	100 %	4750	650	12 %	18 %	65	100,5	100 %	
M88	4020	25	100	5071	12 %	471	4493	1,5	100 %	5565	494	13 %	11 %	49	100,5	100 %	
M89	4035	25	100	4161	11 %	408	3908	2,2	90 %	4784	623	6 %	16 %	69	100,5	100 %	
M90	4035	25	100	5065	11 %	462	4426	2,5	65 %	5436	371	14 %	8 %	57	100,5	100 %	
M91	4020	32	125	7605	12 %	458	6995	1,4	60 %	8318	713	9 %	10 %	74	100,5	100 %	
M92	3970	32	125	8025	12 %	515	7767	1,9	95 %	8670	645	3 %	8 %	43	100,5	100 %	
M93	4030	32	125	7125	12 %	456	6984	1,6	100 %	7936	811	2 %	12 %	50	100,5	100 %	
M94	4015	32	125	7305	12 %	438	6683	1,0	95 %	8165	860	9 %	13 %	56	100,5	100 %	
M95	4100	32	125	7315	12 %	414	6444	3,0	100 %	8141	826	14 %	13 %	50	100,5	100 %	
M96	4035	32	125	6670	12 %	397	6081	2,1	85 %	7679	1009	10 %	17 %	74	100,5	100 %	
M97	4090	32	125	7835	13 %	456	7085	1,6	90 %	8649	814	11 %	11 %	55	100,5	100 %	
M98	4030	32	125	8575	12 %	545	8348	2,0	95 %	9288	713	3 %	9 %	47	100,5	100 %	
M99	4030	32	125	7255	12 %	428	6560	1,7	100 %	8094	839	11 %	13 %	52	100,5	100 %	
M100	4100	32	125	7870	13 %	440	6857	1,5	100 %	8848	978	15 %	14 %	60	100,5	100 %	
Keskiaarvo	4029	28	111	6009	12 %	455	5530	2,1	82 %	6674	665	9 %	12 %	68	100,5	100 %	
Keskiahajonta	37	4	13	1523	1 %	49	1520	0,6	18 %	1617	161	5 %	3 %	23	0,0	0 %	
Muuta huomioitavaa	Kosteus kylästyksen jälkeen oletetaan olevan keskimäärin 5%.																

MITTAUSPYÖTÄKIRJA

Palvaanjärven majoitusrakennus																	
Testauskohde	Ulkoverhous, julkisivut pohjoinen ja etelä																
Testattava tuote	Männyn pintapuu, vesilasikyllästys, ei jälkikäsiteltä																
	Dimensio (mm)	Prosessitiedot			Liuosväkevyyys (%)	Ainetiedot	Raaka-aineen alkuperä/valmistaja	Laboratorioanalyysi Na ₂ O + SiO ₂ (g/kg)									
Koodinumero	M101...M110	25*100	Höyrytys 115 astetta 12 h, bethell-prosessi, paineaika 2h, ei kuivausta			13,9 %	Vesilasi Zeopold 33	KyAMK/KyAMK	60,61								
	M111...M120	32*125	Höyrytys 115 astetta 12 h, bethell-prosessi, paineaika 2h, ei kuivausta			13,9 %	Vesilasi Zeopold 33	KyAMK/KyAMK									
Tutkittavat ominaisuudet ennen käsittelyä																	
Yksilötiedot	Pituus (mm)	Paksuus (mm)	Leveys (mm)	Paino ennen kyllästystä (g)	Kosteus koepalasta (%)	Kuivatiheys koepalasta (kg/m ³)	Kuivapaino (g)	vr-väli koepalasta (mm)	Pintapuuosuus koepalan poikkileikkaus pinta-alasta (%)	Paino (g)	Kuiva-ainetta pintapuussa (g)	Kosteus (%)	Käsittelyn vaikutus kuivapainoon (%)	Jäämä pintapuussa punnitusten perusteella (kg/m ³)	Jäämä pintapuussa laboratorioanalyysi en perusteella (kg/m ³)	Tunkeuma poikkileikkaus pinta-alasta (%)	
M101	4019	25	100	6028						9275						55 %	
M102	4098	25	100	5360	26 %	422	4108	2,8	65 %	9987	643	127 %	16 %	161	25,6	60 %	
M103	3990	25	100	5367	44 %	387	3663	2,0	95 %	9398	560	141 %	15 %	79	23,4	75 %	
M104	4019	25	100	5538	32 %	462	4410	1,6	90 %	7447	265	63 %	6 %	59	28,0	50 %	
M105	4030	25	100	6663	42 %	506	4844	2,0	100 %	11000	603	115 %	12 %	70	30,7	85 %	
M106	3985	25	100	5299	31 %	556	5260	3,4	100 %	8131	394	47 %	7 %	88	33,7	45 %	
M107	4088	25	100	5654	30 %	440	4275	1,8	98 %	8398	381	88 %	9 %	95	26,7	40 %	
M108	4013	25	100	4695	36 %	493	4695	1,5	85 %	7911	303	62 %	6 %	89	29,9	40 %	
M109	4110	25	100	6523	35 %	561	5478	1,4	100 %	11113	638	91 %	12 %	62	34,0	100 %	
M110	4009	25	100	5783	34 %	498	4746	1,6	80 %	7980	305	62 %	6 %	85	30,2	45 %	
M111	3985	32	125	9966	29 %	523	7914	1,8	45 %	12393	337	52 %	4 %	118	31,7	40 %	
M112	4110	32	125	8713	30 %	411	6416	1,7	50 %	11769	425	77 %	7 %	52	24,9	100 %	
M113	3937	32	125	9096	31 %	507	7585	1,7	98 %	12346	452	57 %	6 %	73	30,7	40 %	
M114	4023	32	125	10802	27 %	569	8699	2,0	75 %	13723	406	53 %	5 %	112	34,5	30 %	
M115	4026	32	125	8328	35 %	446	6829	1,9	45 %	10625	319	51 %	5 %	98	27,1	45 %	
M116	3850	32	125	8482	34 %	437	6394	0,8	80 %	11868	471	78 %	7 %	109	26,5	35 %	
M117	4028	32	125	9430	38 %	451	6904	1,0	60 %	11746	322	65 %	5 %	74	27,3	45 %	
M118	3985	32	125	8170	33 %	427	6466	1,9	85 %	11195	420	67 %	7 %	89	25,9	35 %	
M119	4028	32	125	8315	42 %	448	6853	1,9	55 %	10871	355	53 %	5 %	100	27,1	40 %	
M120	3975	32	125	9536	32 %	507	7657	1,7	100 %	13703	579	71 %	8 %	81	30,7	45 %	
Keskiarvo	4015	29	113	7439	34 %	476	5958	1,8	79 %	10544	431	75 %	7,8 %	89	28,9	53 %	
Keskihajonta	60	4	13	1816	5 %	53	1471	0,6	20 %	1910	120	27 %	3,5 %	25	3,2	21 %	
Muuta huomioitavaa	Kosteus käsittelyn jälkeen arvio 50%																

MITTAUSPYÖTÄKIRJA

Palvaanjärven majoitusrakennus																
Testauskohde	Ulkoverhous, julkisivut pohjoinen ja etelä															
Testattava tuote	Männyn pintapuu, vesilasikyllästys, kuivaus 145 astetta															
			Dimensio (mm)	Prosessitiedot	Liuosväkevyyys (%)	Ainetiedot	Raaka-aineen alkuperä/valmistaja	Laboratorioanalyysi Na ₂ O + SiO ₂ (g/kg)								
Koodinumerot	M121...M130		25*100	bethell-prosessi, painaika 4h, kuivaus 145 astetta 4h	12,4 %	Vesilasi Zeopol 33	KyAMK/KyAMK	23,07								
	M131...M140		32*125	bethell-prosessi, painaika 4h, jälkikäsittely 145 astetta 4h	12,4 %	Vesilasi Zeopol 33	KyAMK/KyAMK									
Tutkittavat ominaisuudet ennen käsittelyä																
Yksilötiedot	Pituus (mm)	Paksuus (mm)	Leveys (mm)	Paino ennen kyllästystä (g)	Kosteus koepalasta (%)	Kuivatheys koepalasta (kg/m ³)	Kuivapaino (g)	vr-väli koepalasta (mm)	Pintapuuosuus koepalan poikkileikkaus pinta-alasta (%)	Paino (g)	Kuiva-ainetta (g)	Kosteus (%)	Käsittelyn vaikutus kuivapainoon (%)	Jäämä pintapuussa punnitusten perusteella (kg/m ³)	Jäämä pintapuussa laboratorioanalyysin perusteella (kg/m ³)	Tunkeuma poikkileikkaus pinta-alasta (%)
M121	4040	25	100	5546	23 %	475	4561	1,5	90 %	6855	162	47 %	4 %	17,9	11,0	100 %
M122	3935	25	100	5244	19 %	454	4239	1,7	100 %	7105	231	62 %	5 %	23,5	10,5	100 %
M123	4045	25	100	6285	26 %	516	4958	2,0	100 %	8239	242	61 %	5 %	24,0	11,9	100 %
M124	4040	25	100	5548	21 %	491	4715	2,2	45 %	6063	64	27 %	1 %	14,1	11,3	100 %
M125	3960	25	100	6039	21 %	537	5049	1,3	90 %	7869	227	51 %	4 %	25,5	12,4	100 %
M126	3635	25	100	4918	21 %	413	3563	1,2	45 %	5784	107	59 %	3 %	26,3	9,5	100 %
M127	3625	25	100	4898	21 %	435	3748	1,5	40 %	5705	100	50 %	3 %	27,6	10,0	100 %
M128	3990	25	100	5533	19 %	482	4569	1,6	55 %	7625	259	61 %	6 %	47,3	11,1	100 %
M129	3620	25	100	4706	27 %	385	3309	2,0	80 %	6798	259	98 %	8 %	35,8	8,9	100 %
M130	4055	25	100	5361	18 %	463	4455	1,6	100 %	6768	174	48 %	4 %	17,2	10,7	100 %
M131	4010	32	125	10693	20 %	592	9023	1,9	50 %	12516	226	36 %	3 %	28,2	13,7	100 %
M132	4100	32	125	7923	15 %	425	6619	1,1	50 %	8735	101	30 %	2 %	12,3	9,8	100 %
M133	4100	32	125	8705	22 %	473	7366	1,8	55 %	10371	207	38 %	3 %	22,9	10,9	100 %
M134	4040	32	125	9202	15 %	557	8553	1,2	65 %	10635	178	22 %	2 %	16,9	12,9	100 %
M135	4035	32	125	9930	17 %	550	8430	1,1	70 %	10926	124	28 %	1 %	10,9	12,7	100 %
M136	3985	32	125	8561	19 %	471	7135	1,7	65 %	9702	141	34 %	2 %	13,7	10,9	100 %
M137	4100	32	125	9298	15 %	506	7885	1,3	55 %	10255	119	29 %	2 %	13,2	11,7	100 %
M138	3645	32	125	7661	22 %	487	6739	1,2	60 %	8336	84	22 %	1 %	9,6	11,2	100 %
M139	4030	32	125	9698	21 %	567	8690	1,4	75 %	10264	70	17 %	1 %	5,8	13,1	100 %
M140	4040	32	125	8112	18 %	482	7394	1,2	45 %	9115	124	22 %	2 %	17,1	11,1	100 %
Keskiarvo	3952	29	113	7193	20 %	488	6050	1,5	67 %	8483	160	42 %	3,0 %	20,5	11,3	100 %
Keskihajonta	170	4	13	1978	3 %	54	1917	0,3	20 %	1934	65	20 %	1,8 %	9,8	1,2	0 %
Muuta huomioitavaa	Oletetaan että käsittelyn tunkeuma pintapuussa on 100%. (lämpökäsittely + vesilasikyllästys)															

MITTAUSPYÖTÄKIRJA

Palvaanjärven majoitusrakennus																				
Testauskohde		Terassi																		
Testattava tuote		Männyn pintapuu, vesilasikyllästys, kuivaus 120 astetta																		
			Dimensio (mm)	Prosessitiedot	Liuosväkevyyys (%)	Ainetiedot	Raaka-aineen alkuperä/valmistaja	Laboratorioanalyysi Na2O + SiO2 (g/kg)												
Koodinumerot	M141T...M160T		28*95	bethell-prosessi, painaika 4h, kuivaus	11,9 %	Vesilasi Zeopox 33	KyAMK/KyAMK	54,37												
Tutkittavat ominaisuudet ennen käsittelyä										Tutkittavat ominaisuudet käsittelyn jälkeen										
Yksilötiedot	Käyttölape (1=pinta, 2=sydän)	Pituus (mm)	Paksuus (mm)	Leveys (mm)	Paino ennen tasaannutusta (g)	Kosteus koepalasta (%)	Paino ennen kylästystä (g)	Kosteus tasaannutuksen jälkeen (%)	Kuivaatheyys koepalasta (kg/m3)	Kuivapaino (g)	vr-väli koepalasta (mm)	Pintapuususuus koepalan poikkileikkaus pinta-alasta (%)	Paino kylästyksen jälkeen (g)	Kuiva-ainetta (g)	Kosteus (%)	Käsittelyn vaikutus kuivapainoon (%)	Jäämä pintapuussa punnitusten perusteella (kg/m3)	Jäämä pintapuussa laboratorioanalyysin perusteella (kg/m3)	Tunkeuma poikkileikkaus pinta-alasta (%)	
M141T	1	4030	28	95	6273	31 %	5731	23 %	458	4662	1,7	1 %	6299	68	34 %	1 %			25	100 %
M142T	2	4045	28	95	7946	26 %	6612	19 %	543	5546	1,5	100 %	9910	392	72 %	7 %	122	29	30 %	
M143T	2	4075	28	95	7191	41 %	5695	20 %	462	4756	1,6	100 %	9134	409	83 %	9 %	151	25	25 %	
M144T	1	3565	28	95	6458	31 %	5754	21 %	527	4745	1,0	50 %	6646	106	38 %	2 %	37	29	60 %	
M145T	1	4025	28	95	6379	30 %	5742	22 %	465	4726	2,3	50 %	7083	160	47 %	3 %	60	25	50 %	
M146T	2	3605	28	95	7291	81 %	5212	25 %	459	4181	1,3	80 %	8667	411	97 %	10 %	134	25	40 %	
M147T	2	3640	28	95	7169	61 %	5121	29 %	432	3977	2,1	95 %	9225	488	120 %	12 %	76	24	70 %	
M148T	1	3218	28	95	5414	46 %	4266	20 %	436	3542	1,4	100 %	8067	452	115 %	13 %	106	24	50 %	
M149T	2	4020	28	95	8237	31 %	7157	24 %	567	5763	0,8	45 %	8717	186	48 %	3 %	70	31	55 %	
M150T	1	3715	28	95	6276	57 %	4736	25 %	402	3777	2,6	100 %	7060	277	80 %	7 %	56	22	50 %	
M151T	2	4060	28	95	7059	26 %	5693	25 %	445	4564	2,4	85 %	8413	324	77 %	7 %	118	24	30 %	
M152T	2	3450	28	95	4994	39 %	4377	20 %	418	3647	3,6	80 %	7648	389	99 %	11 %	76	23	70 %	
M153T	2	3980	28	95	6939	36 %	6188	18 %	520	5227	1,5	100 %	8870	319	64 %	6 %	43	28	70 %	
M154T	2	4055	28	95	6430	42 %	5663	14 %	485	4970	1,0	50 %	7593	230	48 %	5 %	57	26	75 %	
M155T	2	3795	28	95	5833	33 %	4982	18 %	442	4237	2,0	100 %	8888	465	99 %	11 %	77	24	60 %	
M156T	2	3550	28	95	6257	55 %	4983	18 %	470	4217	1,5	100 %	9718	563	117 %	13 %	70	26	85 %	
M157T	2	3510	28	95	5956	47 %	4771	21 %	445	3948	0,9	55 %	5834	126	45 %	3 %	62	24	40 %	
M158T	2	3340	28	95	5946	61 %	4619	26 %	434	3666	1,9	100 %	8036	407	108 %	11 %	76	24	60 %	
M159T	1	3306	28	95	6443	65 %	5254	26 %	501	4183	1,6	100 %	8386	373	92 %	9 %	71	27	60 %	
M160T	2	3830	28	95	5935	26 %	5135	22 %	435	4210	1,2	85 %	6827	201	57 %	5 %	116	24	20 %	
Keskisarvo		3741	28	95	6521	43 %	5385	22 %	467	4427	1,7	79 %	8051	317	77 %	7,4 %	83	25	55 %	
Keskiajonta		288	0	0	800	15 %	729	4 %	44	625	0,7	28 %	1146	141	28 %	3,7 %	32	2	21 %	
Muuta huomioitavaa																				

MITTAUSPYÖTÄKIRJA

6/13

Palvaanjärven majoitusrakennus																		
Testauskohde	Terassi																	
Testattava tuote	Männyn pintapuu, vesilasikyllästys, kuivaus 150 astetta																	
Koodinumerot	M161T...M180T		Dimensio (mm)	28*95	Prosessitiedot	bethell-prosessi, paineaika 4h, kuivaus 150 astetta 2h	Liuosväkevyyys (%)	12,4 %	Ainetiedot	Vesilasi Zeopol 33	Raaka-aineen alkuperä/valmistaja	KyAMK/KyAMK	Laboratorioanalyysi Na2O + SiO2 (g/kg)	25,6				
Tutkittavat ominaisuudet ennen käsittelyä									Tutkittavat ominaisuudet käsittelyn jälkeen									
Yksilötiedot	Käyttölape (1=pinta, 2=sydän)	Pituus (mm)	Paksuus (mm)	Leveys (mm)	Paino ennen kyllästystä (g)	Kosteus koepalasta (%)	Kuivatiheys koepalasta (kg/m3)	vr-väli koepalasta (mm)	Pintapuususuus koepalan poikkileikkaus pinta-alasta (%)	Kuivapaino (g)	Paino (g)	Kuiva-ainetta (g)	Kosteus (%)	Käsittelyn vaikutus kuivapainoon (%)	Jäämä pintapuussa punnitusten perusteella (kg/m3)	Jäämä pintapuussa laboratorioanalyysien perusteella (kg/m3)	Tunkeuma poikkileikkaus pinta-alasta (%)	
M161T	2	3615	28	95	5071	20 %	418	2,8	100 %	3858	6258	147	58 %	4 %	15	10,70	100 %	
M162T	1	4105	28	95	6065	18 %	498	1,6	40 %	5224	6167	13	18 %	0 %	3	12,76	100 %	
M163T	2	3640	28	95	6536	23 %	582	1,8	100 %	5414	7505	120	36 %	2 %	12	14,91	100 %	
M164T	1	3950	28	95	6080	24 %	469	1,7	90 %	4734	6863	97	43 %	2 %	10	12,02	100 %	
M165T	2	3810	28	95	5350	22 %	422	2,4	98 %	4105	6607	156	57 %	4 %	16	10,80	100 %	
M166T	2	4035	28	95	6248	16 %	448	1,5	98 %	4616	7633	172	62 %	4 %	16	11,47	100 %	
M167T	2	3820	28	95	5725	39 %	425	2,8	98 %	4141	6106	47	46 %	1 %	5	10,87	100 %	
M168T	2	4020	28	95	6212	24 %	481	1,6	50 %	4941	6482	33	31 %	1 %	6	12,32	100 %	
M169T	1	3900	28	95	6670	25 %	505	1,1	55 %	5024	7270	74	43 %	1 %	13	12,92	100 %	
M170T	2	4070	28	95	5042	24 %	381	3,5	0 %	3964	5284	30	33 %	1 %		9,76	100 %	
M171T	2	4015	28	95	5822	25 %	396	1,7	95 %	4063	6468	80	57 %	2 %	8	10,14	100 %	
M172T	1	4075	28	95	6265	23 %	478	2,3	60 %	4972	6705	55	34 %	1 %	8	12,23	100 %	
M173T	2	4105	28	95	7830	20 %	566	1,5	95 %	5938	9086	156	50 %	3 %	15	14,50	100 %	
M174T	1	4035	28	95	6388	27 %	508	1,9	40 %	5234	6548	20	25 %	0 %	5	13,00	100 %	
M175T	2	3505	28	95	5937	36 %	518	1,6	50 %	4640	6489	68	38 %	1 %	15	13,27	100 %	
M176T	1	4005	28	95	6233	22 %	468	1,6	0 %	4789	6220		30 %	0 %		11,99	100 %	
M177T	1	4035	28	95	6042	19 %	428	2,3	75 %	4412	7163	139	59 %	3 %	17	10,96	100 %	
M178T	2	3825	28	95	6444	22 %	514	1,5	45 %	5017	7383	116	45 %	2 %	25	13,15	100 %	
M179T	2	3635	28	95	6212	41 %	451	1,1	20 %	4182	5779		38 %	0 %		11,53	100 %	
M180T	1	3965	28	95	6361	23 %	471	1,4	0 %	4774	6150		29 %	0 %		12,07	100 %	
Keskiarvo		3908	28	95	6127	25 %	471	1,9	60 %	4702	6708	90	42 %	1,6 %	11,89	12,07	100 %	
Keskihajonta		183	0	0	600	7 %	53	0,6	36 %	545	816	53	13 %	1,3 %	5,91	1,35	0 %	
Muuta huomioitavaa	Oletetaan että pintapuussa käsittelyn tunkeuma 100% (lämpökäsittely + vesilasi kyllästy)																	

MITTAUSPYÖTÄKIRJA

7/13

Palvaanjärven majoitusrakennus																		
Testauskohde	Terassi																	
Testattava tuote	Männyn pintapuu, mäntyöljykylästys																	
Koodinumerot	M221T...M240T	Dimensio (mm)	28*95	Prosessitiedot	Ruping-prosessi, lämpötila 100 astetta, jälkikäsitteily 12h+12h 100 astetta	Liuosväkevyyys (%)	100 %	Ainetiedot	Sylvablend, rasvahappoja 63%, hartsihappoja 29% ja neutraalaineita 8%.	Raaka-aineen alkuperä/valmistaja	KyAMK/KyAMK							
Tutkittavat ominaisuudet ennen käsittelyä									Tutkittavat ominaisuudet käsittelyn jälkeen									
Yksilötiedot	Käyttöläpe (1=pinta, 2=sydän)	Pituus (mm)	Paksuus (mm)	Leveys (mm)	Paino ennen kylästystä (g)	Kosteus koepalasta (%)	Kuivatiheys koepalasta (kg/m3)	vr-väli koepalasta (mm)	Kuivapaino (g)	Pintapuuosuus koepalan poikkileikkaus pinta-alasta (%)	Paino (g)	Kuiva-ainetta (g)	Kosteus (%)	Käsittelyn vaikutus kuivapainoon (%)	Jäämä pintapuussa punnitusten perusteella (kg/m3)	Jäämä pintapuussa laboratorioanalyysien perusteella (kg/m3)	Tunkeuma poikkileikkaus pinta-alasta (%)	
M221T	2	4090	28	95	4880	11 %	446	1,0	4755	55 %	5905	1025	11 %	23 %	171	90,1	100 %	
M222T	1	4095	28	95	6137	11 %	525	1,0	5606	98 %	7014	877	11 %	16 %	82	90,1	100 %	
M223T	1	4085	28	95	7154	12 %	624	1,1	6647	100 %	7883	729	12 %	11 %	67	90,1	100 %	
M224T	3	4090	28	95	5829	11 %	546	1,1	5826	0 %	6221	392	11 %	7 %		90,1	100 %	
M225T	1	4070	28	95	5331	10 %	468	1,1	4960	55 %	5915	584	10 %	12 %	98	90,1	100 %	
M226T	2	4030	28	95	5423	12 %	462	1,7	4858	100 %	6341	918	12 %	19 %	86	90,1	100 %	
M227T	1	4050	28	95	6119	13 %	508	1,2	5359	80 %	6562	443	13 %	8 %	51	90,1	100 %	
M228T	2	3530	28	95	5007	11 %	492	1,3	4530	95 %	5789	782	11 %	17 %	88	90,1	100 %	
M229T	2	4100	28	95	6184	12 %	524	1,7	5604	60 %	6785	601	12 %	11 %	92	90,1	100 %	
M230T	1	4040	28	95	5984	12 %	518	1,2	5458	65 %	6534	550	12 %	10 %	79	90,1	100 %	
M231T	2	4055	28	95	5228	11 %	433	1,2	4574	60 %	6077	849	11 %	18 %	131	90,1	100 %	
M232T	1	3965	28	95	5736	12 %	525	1,3	5426	60 %	6371	635	12 %	12 %	100	90,1	100 %	
M233T	1	4100	28	95	5524	11 %	462	1,8	4937	85 %	6410	886	11 %	18 %	96	90,1	100 %	
M234T	1	4070	28	95	5543	12 %	473	1,3	5018	98 %	6439	896	12 %	18 %	84	90,1	100 %	
M235T	1	4100	28	95	6053	11 %	498	1,7	5318	75 %	6626	573	11 %	11 %	70	90,1	100 %	
M236T	1	3995	28	95	5121	10 %	434	1,9	4524	60 %	5675	554	10 %	12 %	87	90,1	100 %	
M237T	1	4095	28	95	5231	10 %	428	1,7	4564	55 %	6018	787	10 %	17 %	131	90,1	100 %	
M238T	2	4085	28	95	4990	10 %	423	2,3	4500	85 %	5842	852	10 %	19 %	92	90,1	100 %	
M239T	1	4050	28	95	5847	11 %	519	1,4	5481	25 %	5270		11 %			90,1	100 %	
M240T	2	4075	28	95	5442	11 %	463	2,2	4920	75 %	6433	991	11 %	20 %	122	90,1	100 %	
Keskisarvo		4039	28	95	5638	11 %	489	1,5	5143	69 %	6306	733	11 %	0,1	96	90,1	100 %	
Keskihajonta		125	0	0	545	1 %	50	0,4	549	26 %	557	187	1 %	0,0	28	0	0 %	
Muuta huomioitavaa																		

MITTAUSPYÖTÄKIRJA

Palvaanjärven majoitusrakennus																			
Testauskohde	Terassi																		
Testattava tuote	Männyn pintapuu, vesilasikyllästys, ei kuivausta																		
			Dimensio (mm)	Prosessitiedot			Liuosväkevyyys (%)	Ainetiedot	Raaka-aineen alkuperä/valmistaja	Laboratorioanalyysi Na ₂ O + SiO ₂ (g/kg)									
Koodinumerot	M241T...M260T		28*95	Höyrytys 115 astetta, bethell-prosessi, painaika 4h			10,80 %	Vesilasi Zeopol 33	KyAMK/KyAMK	46,19									
Tutkittavat ominaisuudet ennen käsittelyä										Tutkittavat ominaisuudet käsittelyn jälkeen									
Yksilötiedot	Käyttölape (1=pinta, 2=sydän)	Pituus (mm)	Paksuus (mm)	Leveys (mm)	Paino ennen kyllästystä (g)	Pikakuivaus paino (g)	Tasaannutus paino (g)	Kosteus koepalasta (%)	Kuivatthesus koepalasta (kg/m ³)	vr-väli koepalasta (mm)	Pintapuuosuus koepalan poikkileikkaus pinta-alasta (%)	Kuivapaino (g)	Paino (g)	Kuiva-ainetta (g)	Kosteus (%)	Käsittelyn vaikutus kuivapainoon (%)	Jäämä pintapuussa punitusten perusteella (kg/m ³)	Jäämä pintapuussa laboratorioanalyysien perusteella (kg/m ³)	Tunkeuma poikkileikkaus pinta-alasta (%)
M241T	1	3906	28	95	6907	6991	6126	31 %	458	1,7	10 %	4519	7521	151	63 %	3 %	145	21	100 %
M242T	2	4096	28	95	7936	6802	5517	26 %	543	2,6	100 %	5616	11753	673	97 %	12 %	62	25	100 %
M243T	2	3823	28	95	6716	6068	5062	41 %	462	2,3	50 %	4462	9457	475	101 %	11 %	93	21	100 %
M244T	2	3833	28	95	6709	6278	4937	31 %	527	2,0	70 %	5102	7639	292	44 %	6 %	41	24	100 %
M245T	2	3568	28	95	6524	6094	5078	30 %	465	1,0	80 %	4189	9473	475	115 %	11 %	63	21	100 %
M246T	1	3965	28	95	7342	7335	6727	81 %	459	1,0	0 %	4599	7228	54	56 %	1 %		21	100 %
M247T	2	3590	28	95	7236	6512	5017	61 %	432	1,6	95 %	3923	9293	462	125 %	12 %	51	20	100 %
M248T	2	4070	28	95	7282	6580	5509	46 %	436	1,7	100 %	4480	10768	568	128 %	13 %	52	20	100 %
M249T	1	4023	28	95	6231	6025	5153	31 %	567	2,8	45 %	5767	8990	414	49 %	7 %	86	26	100 %
M250T	1	3985	28	95	8124	7980	7044	57 %	402	1,2	10 %	4051	8787	188	112 %	5 %	178	19	100 %
M251T	2	3755	28	95	7649	6691	5706	26 %	445	1,6	95 %	4222	10996	571	147 %	14 %	60	21	100 %
M252T	2	3955	28	95	7262	6855	5667	39 %	418	1,7	50 %	4180	8165	270	89 %	6 %	51	19	100 %
M253T	1	3985	28	95	7626	7331	6356	36 %	520	1,4	95 %	5234	11980	607	117 %	12 %	60	24	100 %
M254T	1	3793	28	95	7399	6832	5740	42 %	485	1,9	80 %	4649	9247	379	91 %	8 %	47	22	100 %
M255T	2	4023	28	95	9131	8402	6910	33 %	442	0,7	100 %	4491	12242	576	160 %	13 %	54	20	100 %
M256T	2	4094	28	95	8228	7119	5658	55 %	470	1,5	100 %	4863	12193	706	136 %	15 %	65	22	100 %
M257T	1	4012	28	95	8948	7938	6410	47 %	445	1,1	100 %	4512	12257	631	158 %	14 %	59	21	100 %
M258T	1	4078	28	95	8516	7779	6522	61 %	434	1,2	50 %	4476	11402	527	143 %	12 %	97	20	100 %
M259T	1	4049	28	95	7209	7027	6026	65 %	501	1,0	45 %	5123	8854	305	67 %	6 %	63	23	100 %
M260T	1	4048	28	95	7312	7093	6228	26 %	435	1,0	50 %	4450	8711	268	90 %	6 %	50	20	100 %
Keskiarvo keskihajonta	3933	28	95	7514	6987	5870	43 %	467	1,5	66 %	4645	9848	430	104 %	9,3 %	72	22	1	
	158	0	0	775	665	655	15 %		44	0,6	33 %	497	1700	185	36 %	3,9 %	35	2	0

Muuta huomioitavaa Oletetaan, että käsittelyn tunkeuma pintapuussa on 100%, (lämpökäsittely + vesilasikyllästys)

Palvaanjärven majoitusrakennus																		
Testauskohde	Terassi																	
Testattava tuote	Männyn pintapuu, AB-luokan kylälästy, Tanalith																	
			Dimensio (mm)	Prosessitiedot	Liuosväkevyyys (%)	Ainetiesot	Raaka-aiheen alkuperä/valmistaja											
Koodinumerot	M261T...M280T		28*95	bethell-prosessi	1,32 %	Tanalith E 3492, vaatimus 8 kg/m3	KyAMK/livari Mononen Oy, Joensuu											
Tutkittavat ominaisuudet ennen käsittelyä									Tutkittavat ominaisuudet käsittelyn jälkeen									
Yksilötiedot	Käyttölape (1=pinta, 2=sydän)	Pituus (mm)	Paksuus (mm)	Leveys (mm)	Paino ennen kylälästyä (g)	Kosteus koepalasta (%)	Kuivatiheys koepalasta (kg/m3)	vr-väli koepalasta (mm)	Pintapuusus koepalan poikkileikkaus pinta-alasta (%)	Kuivapaino (g)	Paino (g)	Kuiva-ainetta (g)	Kosteus koepalasta (%)	Käsittelyn vaikutus kuivapainoon (%)	Jäämä pintapuussa punnitusten perusteella (kg/m3)	Jäämä pintapuussa laboratorioanalyysien perusteella (kg/m3)	Tunkeuma poikkileikkaus pinta-alasta (%)	
M261T	2	3930	28	95	5315	11 %	466	1,5	95 %	4771	10535	69	135 %	1 %	6,9	6,16	100 %	
M262T	2	4020	28	95	5685	10 %	484	2,5	100 %	5072	12521	90	137 %	2 %	8,9	6,16	95 %	
M263T	2	4000	28	95	6105	11 %	589	1,5	45 %	6141	11108	66	55 %	1 %	16,8	6,16	82 %	
M264T	2	4020	28	95	5876	10 %	528	1,8	80 %	5533	8631	36	103 %	1 %	4,3	6,16	100 %	
M265T	1	4010	28	95	5321	10 %	444	2,5	80 %	4638	11019	75	152 %	2 %	8,8	6,16	100 %	
M266T	2	4040	28	95	5736	10 %	490	2,2	80 %	5163	11667	78	138 %	1 %	11,8	6,16	77 %	
M267T	1	4050	28	95	4730	10 %	400	3,5	50 %	4221	7779	40	85 %	1 %	7,5	6,16	100 %	
M268T	2	4035	28	95	5476	10 %	461	2,0	80 %	4853	11979	86	125 %	2 %	10,0	6,16	100 %	
M269T	2	4050	28	95	5990	11 %	572	2,0	100 %	6040	12248	83	129 %	2 %	7,7	6,16	100 %	
M270T	2	4165	28	95	6346	11 %	518	1,6	95 %	5625	9725	45	49 %	1 %	4,2	6,16	100 %	
M271T	1	4070	28	95	5639	10 %	486	1,5	55 %	5154	9123	46	57 %	1 %	10,7	6,16	72 %	
M272T	1	4080	28	95	4676	10 %	408	2,1	65 %	4335	8675	53	80 %	1 %	8,2	6,16	91 %	
M273T	1	4175	28	95	5306	10 %	443	1,7	100 %	4819	11580	83	142 %	2 %	7,5	6,16	100 %	
M274T	2	3980	28	95	5339	10 %	516	2,1	45 %	5351	9263	52	132 %	1 %	12,6	6,16	86 %	
M275T	1	4070	28	95	4600	10 %	397	2,8	50 %	4208	7881	43	163 %	1 %	8,0	6,16	100 %	
M276T	2	4035	28	95	4723	10 %	408	2,0	100 %	4288	11218	86	155 %	2 %	8,0	6,16	100 %	
M277T	2	4195	28	95	5341	10 %	447	1,7	90 %	4893	11646	83	151 %	2 %	11,8	6,16	70 %	
M278T	1	4010	28	95	6585	10 %	575	1,8	60 %	6011	11059	59	118 %	1 %	9,2	6,16	100 %	
M279T	1	4000	28	95	6129	10 %	501	0,8	45 %	5229	7120	13	36 %	0 %	2,7	6,16	100 %	
M280T	2	4145	28	95	5463	10 %	480	1,3	100 %	5189	11480	79	132 %	2 %	8,3	6,16	87 %	
Keskisarvo		4054	28	95	5519	10 %	481	1,9	76 %	5077	10313	63	114 %	1,3 %	8,7	6,2	93 %	
Keskihajonta		69	0	0	561	0 %	58	0,6	22 %	592	1645	21	39 %	0,4 %	3,2	0,0	10 %	
Muuta huomioitavaa																		

MITTAUSPYÖTÄKIRJA

Palvaanjärven majoitusrakennus																	
Testauskohde	Terassi																
Testattava tuote	Männyn pintapuu, A-luokan kylästys, AC800																
			Dimensio (mm)	Prosessitiedot	Liuosväkevyyys (%)	Ainetiedot	Raaka-aineen alkuperä/valmistaja										
Koodinumero	M281T...M300T		28*95	bethell-prosessi	3,93 %	Celcure AC800, Vaatimus A-luokka 36	KyAMK/Versowood, Kerava										
Tutkittavat ominaisuudet ennen käsittelyä																	
Yksilötiedot	Käyttölape (1=pinta, 2=sydän)	Pituus (mm)	Paksuus (mm)	Leveys (mm)	Paino ennen kylästystä (g)	Kosteus koepalasta (%)	Kuivatiheys koepalasta (kg/m3)	vr-väli koepalasta (mm)	Pintapuusus koepalan poikkileikkaus pinta-alasta (%)	Kuivapaino (g)	Paino (g)	Kuiva-ainetta (g)	Kosteus (%)	Käsittelyn vaikutus kuivapainoon (%)	Jäämä pintapuussa punnitusten perusteella (kg/m3)	Jäämä pintapuussa laboratorioanalyysien perusteella (kg/m3)	Tunkeuma poikkileikkaus pinta-alasta (%)
M281T	1	3970	28	95	4558	11 %	376	2,4	50 %	3888	7012	96	78 %	2 %	18,8	35,1	97 %
M282T	2	3255	28	95	5524	12 %	583	1,6	100 %	4946	6554	40	32 %	1 %	4,7	35,1	100 %
M283T	1	4075	28	95	5041	11 %	431	2,6	25 %	4580	9008	156	93 %	3 %	57,5	35,1	100 %
M284T	1	4045	28	95	6163	11 %	587	1,4	75 %	6186	10064	153	60 %	2 %	19,0	35,1	100 %
M285T	2	3730	28	95	4748	12 %	452	1,8	100 %	4391	10915	242	143 %	6 %	24,4	35,1	100 %
M286T	2	4080	28	95	6226	11 %	526	2,1	45 %	5597	9353	123	65 %	2 %	27,1	35,1	93 %
M287T	1	4060	28	95	4883	11 %	407	2,4	55 %	4305	8598	146	96 %	3 %	24,6	35,1	100 %
M288T	1	4075	28	95	5012	11 %	425	2,1	15 %	4510	6499	58	43 %	1 %	35,9	35,1	100 %
M289T	2	3620	28	95	4941	11 %	483	1,1	100 %	4557	10625	223	128 %	5 %	23,2	35,1	100 %
M290T	2	4030	28	95	5868	11 %	531	1,5	80 %	5581	11454	220	101 %	4 %	25,6	35,1	100 %
M291T	2	3605	28	95	4612	11 %	420	1,8	60 %	3946	9246	182	130 %	5 %	31,7	35,1	100 %
M292T	1	4020	28	95	4750	11 %	396	1,9	40 %	4153	7613	113	81 %	3 %	26,3	35,1	100 %
M293T	1	4005	28	95	5494	11 %	459	2,3	50 %	4794	8901	134	83 %	3 %	25,1	35,1	100 %
M294T	1	4035	28	95	5502	10 %	483	2,0	20 %	5080	7404	75	44 %	1 %	34,8	35,1	100 %
M295T	1	4035	28	95	6049	11 %	549	1,8	98 %	5773	11961	232	103 %	4 %	22,1	35,1	100 %
M296T	1	4020	28	95	5828	10 %	498	1,3	55 %	5218	10377	179	95 %	3 %	30,4	35,1	100 %
M297T	1	4055	28	95	6688	11 %	559	1,2	55 %	5914	8771	82	47 %	1 %	17,9	35,1	77 %
M298T	1	4100	28	95	4994	11 %	413	2,9	55 %	4416	9487	177	111 %	4 %	29,4	35,1	100 %
M299T	1	3645	28	95	5622	11 %	533	1,6	100 %	5061	9133	138	78 %	3 %	14,2	35,1	100 %
M300T	1	4280	28	95	5048	11 %	422	1,7	75 %	4703	7494	96	57 %	2 %	11,3	35,1	100 %
Keskiarvo		3937	28	95	5378	11 %	477	1,9	63 %	4880	9023	143	83 %	3,0 %	25,2	35,1	98 %
Keskihajonta		240	0	0	609	0 %	66	0,5	27 %	661	1585	59	31 %	1,3 %	10,8	0,0	5 %
Muuta huomioitavaa																	

MITTAUSPYÖTÄKIRJA

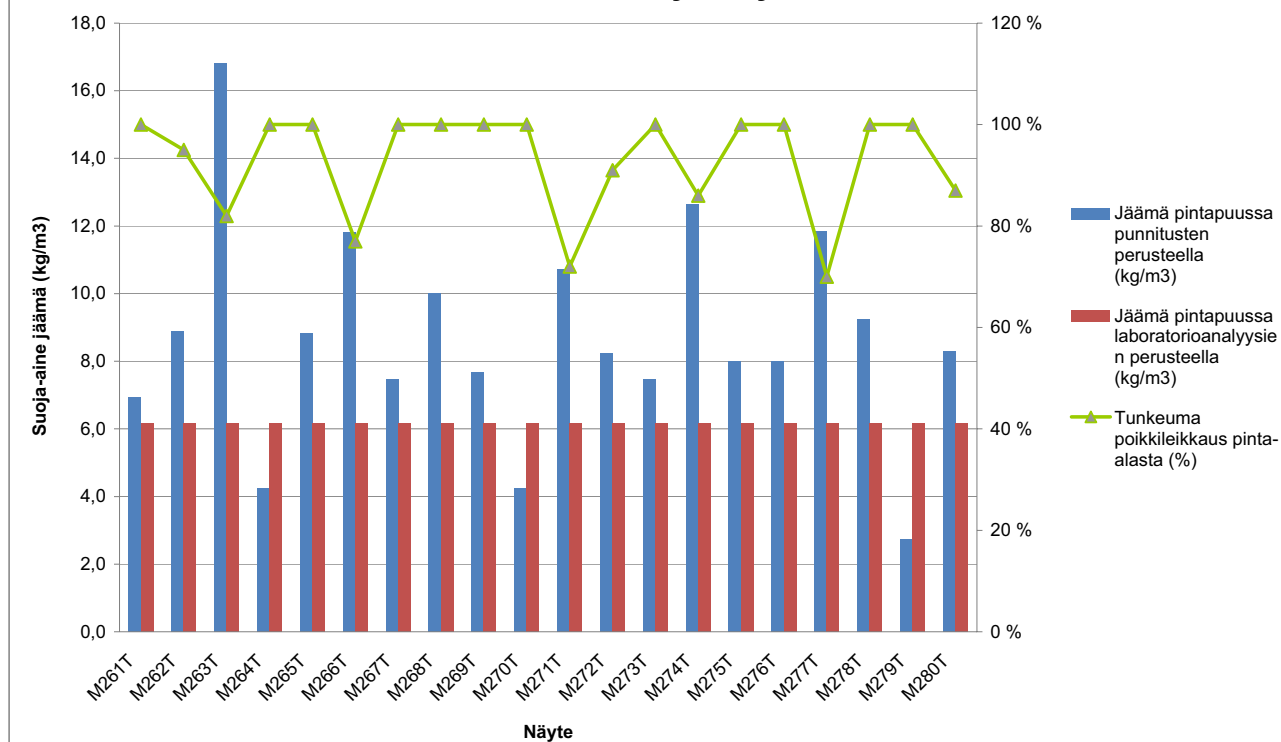
Palvaanjärven majoitusrakennus																		
Testauskohde		Terassi																
Testattava tuote	Männyn pintapuu, AB-luokan kyllästys, Wolmanit cx-8																	
			Dimensio (mm)	Prosessitiedot	Liuosväkevyy (%)	Ainetiedot	Raaka-aineen alkuperä/valmistaja											
Koodinumerot	M301T...M320T		28*95	bethell-prosessi	1,64 %	Wolmanit cx-8, vaatimus 11 kg/m3	KyAMK/Vapo, Hankasalmi											
Tutkittavat ominaisuudet ennen käsittelyä									Tutkittavat ominaisuudet käsittelyn jälkeen									
Yksilötiedot	Käyttölape (1=pinta, 2=sydän)	Pituus (mm)	Paksuus (mm)	Leveys (mm)	Paino ennen kyllästystä (g)	Kosteus koepalasta (%)	Kuivatiheys koepalasta (kg/m3)	vr-väli koepalasta (mm)	Pintapuuosuus koepalan poikkileikkaus pinta-alasta (%)	Kuivapaino (g)	Paino (g)	Kuiva-ainetta (g)	Kosteus koepalasta (%)	Käsittelyn vaikutus kuivapainoon (%)	Jäämä pintapuussa punnitusten perusteella (kg/m3)	Jäämä pintapuussa laboratorioanalyysien perusteella (kg/m3)	Tunkeuma poikkileikkaus pinta-alasta (%)	
M301T	1	4025	28	95	5076	10 %	451	2,3	100 %	4731	12357	119	156 %	3 %	11,2	10,2	100 %	
M302T	1	4045	28	95	5496	10 %	465	1,5	10 %	4904	8842	55	83 %	1 %	51,0	10,2	100 %	
M303T	1	4040	28	95	5783	10 %	523	2,0	100 %	5513	7914	35	85 %	1 %	3,3	10,2	100 %	
M304T	2	4185	28	95	5226	10 %	411	1,5	0 %	4480	12343	117	162 %	3 %		10,2	100 %	
M305T	2	4165	28	95	5418	10 %	455	1,7	100 %	4937	13111	126	129 %	3 %	11,4	10,2	100 %	
M306T	2	4030	28	95	5873	10 %	493	2,3	20 %	5175	8550	44	66 %	1 %	20,5	10,2	100 %	
M307T	1	4030	28	95	5398	10 %	466	2,3	90 %	4893	11028	92	130 %	2 %	9,6	10,2	100 %	
M308T	1	4000	28	95	5952	10 %	474	2,5	95 %	4947	11890	97	144 %	2 %	9,6	10,2	100 %	
M309T	1	4050	28	95	5287	10 %	461	1,0	45 %	4867	9543	70	83 %	1 %	14,4	10,2	100 %	
M310T	1	4005	28	95	6477	10 %	554	2,0	75 %	5779	11950	90	83 %	2 %	11,2	10,2	100 %	
M311T	2	4080	28	95	5426	10 %	478	1,8	45 %	5089	7488	34	34 %	1 %	6,9	10,2	100 %	
M312T	1	4025	28	95	4660	10 %	400	3,0	100 %	4197	12385	127	182 %	3 %	11,8	10,2	100 %	
M313T	1	4025	28	95	5947	10 %	508	2,1	95 %	5326	12142	102	132 %	2 %	10,0	10,2	100 %	
M314T	2	4225	28	95	5629	11 %	479	2,3	30 %	5277	9718	67	51 %	1 %	19,9	10,2	100 %	
M315T	2	4005	28	95	6506	10 %	583	1,5	55 %	6086	11643	84	99 %	1 %	14,4	10,2	100 %	
M316T	1	4150	28	95	5527	10 %	474	3,0	60 %	5129	9612	67	61 %	1 %	10,1	10,2	100 %	
M317T	2	4000	28	95	4877	10 %	428	1,0	80 %	4462	8886	66	83 %	1 %	7,7	10,2	100 %	
M318T	2	4030	28	95	6545	11 %	651	1,0	15 %	6837	11534	82	37 %	1 %	50,9	10,2	100 %	
M319T	2	4060	28	95	5577	10 %	478	2,0	75 %	5055	9811	69	123 %	1 %	8,6	10,2	100 %	
M320T	2	4000	28	95	5099	10 %	473	1,6	100 %	4931	11903	112	148 %	2 %	10,5	10,2	100 %	
Keskiarvo		4059	28	95	5589	10 %	485	1,9	65 %	5131	10633	83	104 %	2 %	15,4	10,2	100 %	
Keskihajonta		67	0	0	519	0 %	58	0,6	35 %	592	1716	29	43 %	1 %	13,1	0,0	0 %	
Muuta huomioitavaa																		

MITTAUSPYÖTÄKIRJA

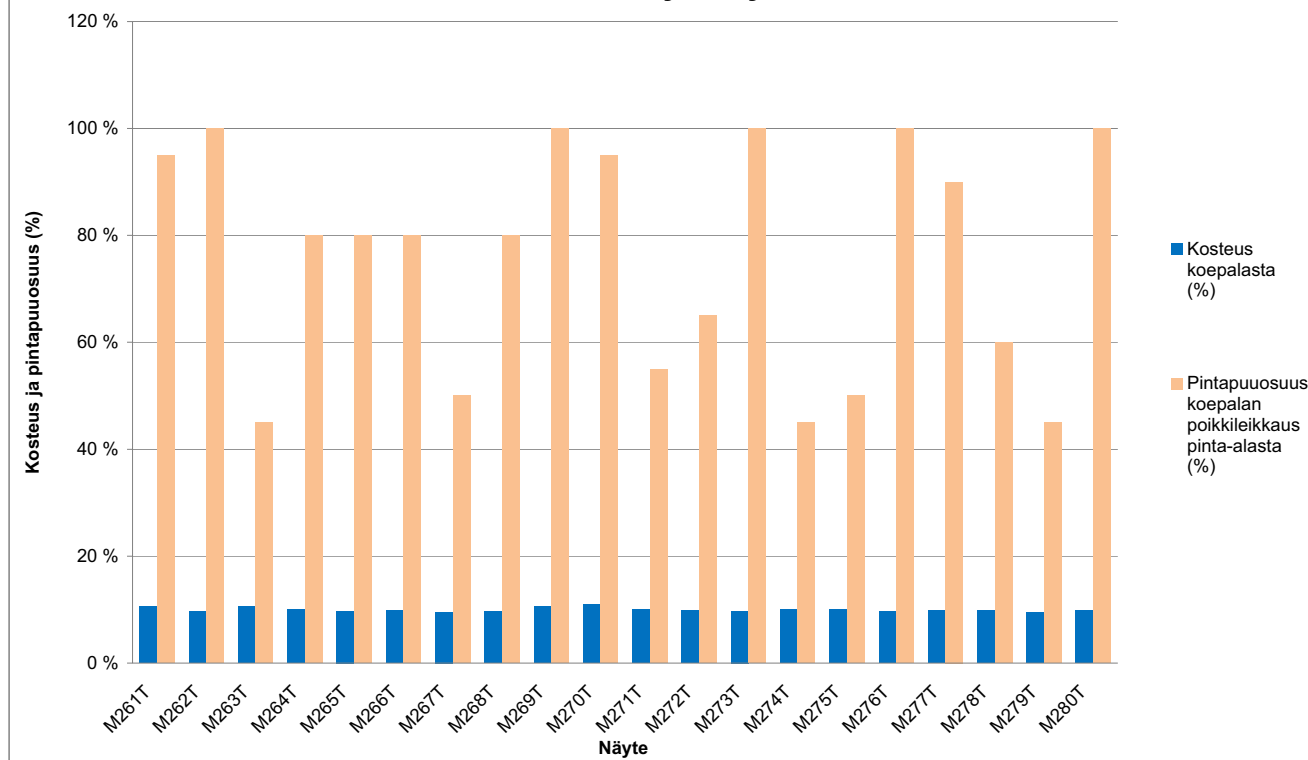
Palvaanjärven majoitusrakennus																				
Testauskohde	Terassi																			
Testattava tuote	Männyn pintapuu, AB-luokan kylästy, Tanalith																			
	Dimensio (mm)	Prosessitiedot	Luosväkevyyys (%)	Ainetiedot	Raaka-aineen alkuperä/valmistaja															
Koodinumero	M361T...M380T	28*95	bethell-prosessi	1,39 %	Tanalith E 3492, vaatimus 8 kg/m ³	KyAMK/livari Mononen Oy, Joensuu														
Tutkittavat ominaisuudet ennen käsittelyä										Tutkittavat ominaisuudet käsittelyn jälkeen										
Yksilölliedot	Käyttölape (1=pinta, 2=sydän)	Pituus (mm)	Paksuus (mm)	Leveys (mm)	Paino ennen kylästyä (g)	Kosteus koepalasta (%)	Kuivatiheys koepalasta (kg/m ³)	vuosiluston paksuus koepalasta (mm)	Kuivapaino (g)	Pintapuusuosuus koepalan poikkileikkaus pinta-alasta (%)	Paino (g)	Kosteus (%)	Kuiva-ainetta (g)	Käsittelyn vaikutus kuivapainoon (%)	Jäämä pintapuussa punnitusten perusteella (kg/m ³)	Jäämä pintapuussa laboratorioanalyysien perusteella (kg/m ³)	Tunkeuma poikkileikkaus pinta-alasta (%)			
M361T	2	3490	28	95	4457	9 %	453	1,6	3998	35 %	7269	81 %	39	1 %	12,0	10,8	100 %			
M362T	1	3720	28	95	4972	8 %	466	2,0	4381	55 %	8147	85 %	44	1 %	8,1	10,8	100 %			
M363T	1	3640	28	95	5083	8 %	478	1,3	4401	45 %	7849	77 %	38	1 %	10,9	10,8	81 %			
M364T	1	3935	28	95	5111	8 %	437	1,9	4342	30 %	6752	55 %	23	1 %	7,3	10,8	100 %			
M365T	1	3885	28	95	4926	9 %	435	1,5	4272	35 %	7497	75 %	36	1 %	10,7	10,8	92 %			
M366T	1	3910	28	95	5022	8 %	448	1,5	4429	35 %	6941	56 %	27	1 %	7,3	10,8	100 %			
M367T	2	3925	28	95	4811	8 %	421	1,2	4177	98 %	11030	162 %	86	2 %	8,4	10,8	100 %			
M368T	1	3940	28	95	5429	8 %	492	0,9	4902	35 %	8194	66 %	38	1 %	10,5	10,8	100 %			
M369T	2	3935	28	95	4767	8 %	428	1,7	4255	75 %	10053	135 %	73	2 %	10,9	10,8	86 %			
M370T	2	3890	28	95	5540	9 %	502	1,1	4937	40 %	7861	55 %	29	1 %	7,1	10,8	100 %			
M371T	2	4115	28	95	5134	9 %	425	1,7	4417	40 %	8446	90 %	46	1 %	10,5	10,8	100 %			
M372T	2	4515	28	95	5837	8 %	449	1,7	5120	55 %	12140	135 %	88	2 %	13,3	10,8	100 %			
M373T	2	4515	28	95	5874	8 %	450	1,6	5137	50 %	11503	122 %	78	2 %	13,0	10,8	100 %			
M374T	1	4475	28	95	5489	8 %	423	1,4	4784	60 %	11378	136 %	82	2 %	11,5	10,8	100 %			
M375T	2	5050	28	95	5572	8 %	367	2,1	4685	55 %	10698	127 %	71	2 %	10,4	10,8	93 %			
M376T	2	5075	28	95	5752	8 %	378	3,1	4946	80 %	13576	178 %	109	2 %	10,1	10,8	100 %			
M377T	2	5110	28	95	7853	8 %	575	1,3	7420	75 %	14739	97 %	96	1 %	14,2	10,8	66 %			
M378T	1	5055	28	95	7628	9 %	562	0,9	7174	55 %	10500	46 %	40	1 %	6,7	10,8	80 %			
M379T	2	5080	28	95	6791	8 %	464	2,9	5953	100 %	14930	149 %	113	2 %	12,1	10,8	69 %			
M380T	1	5055	28	95	7252	8 %	508	1,2	6483	45 %	11050	70 %	53	1 %	9,7	10,8	90 %			
Keskiarvo		4316	28	95	5665	8 %	458	1,6	5006	55 %	10018	100 %	61	1,2 %	10,2	10,8	93 %			
Keskihajonta		570	0	0	973	0 %	52	0,6	987	21 %	2555	40 %	28	0,5 %	2,2	0,0	11 %			
Muuta huomioitavaa																				

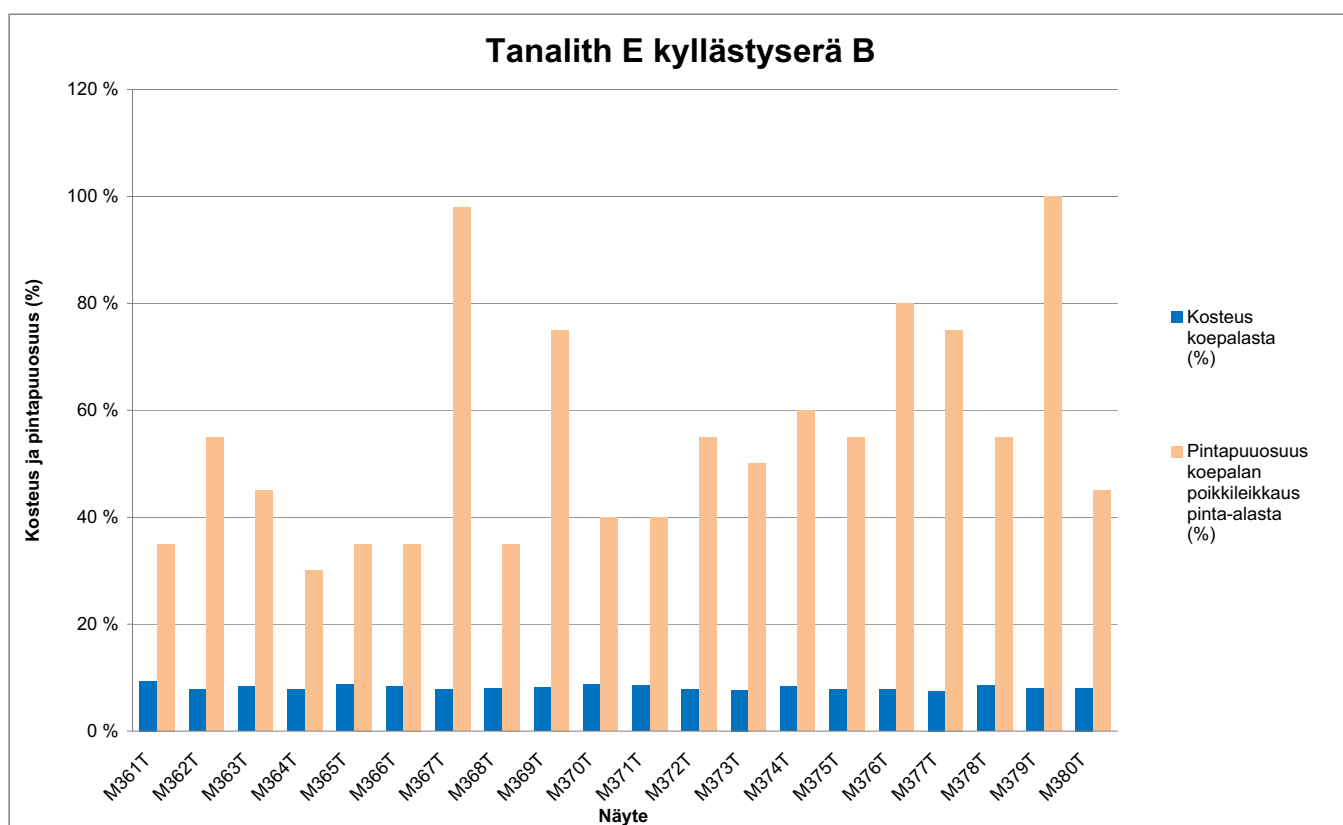
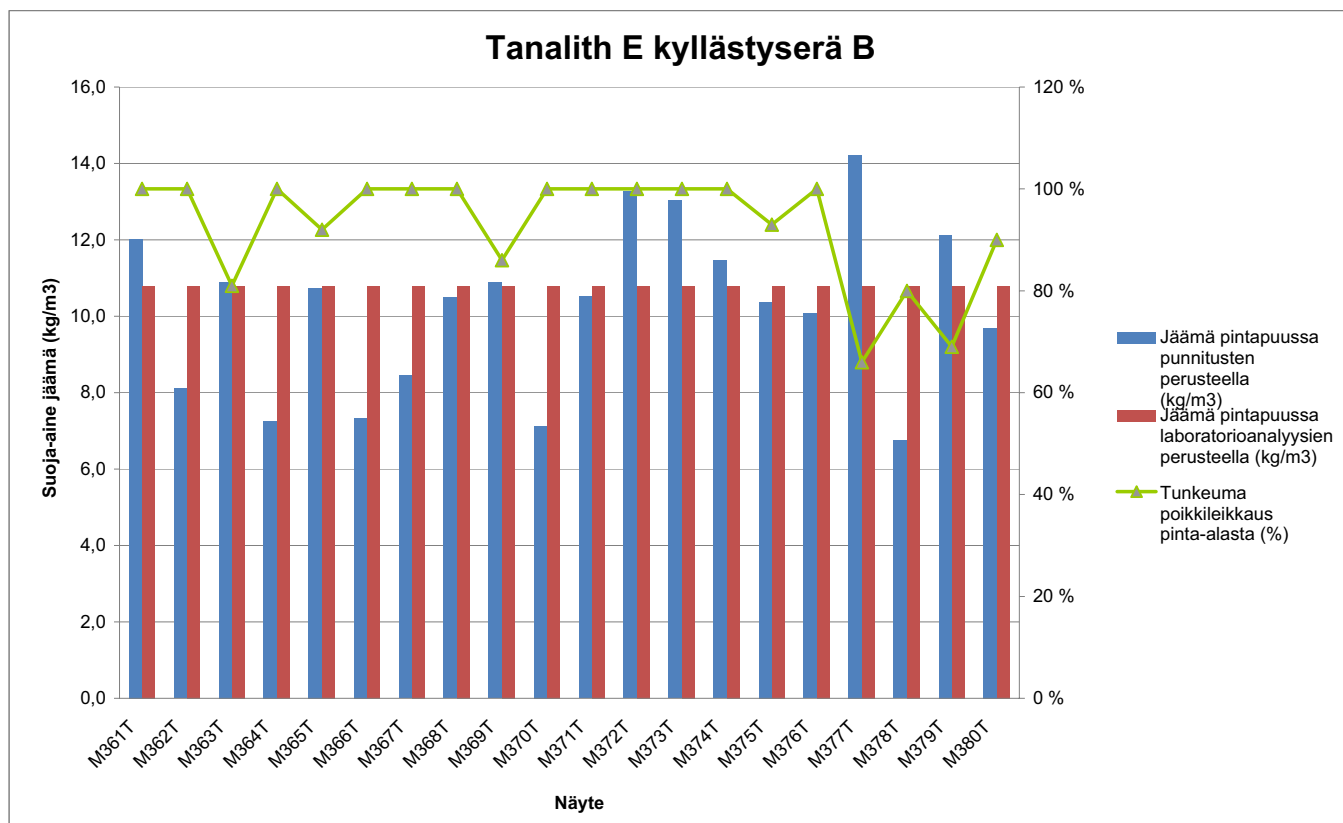
Testauskohde	Terassi															
Testattava tuote	Männyn pintapuu vesilasikyllästys															
Koodinumero	M381T...M401T	Dimensio (mm)	Prosessitiedot	Liuosväkevyyss (%)	Ainetiedot	Raaka-aineen alkuperä/valmistaja										
		28*95	bethelli-prosessi paine aika 4h kuivaus 150 astetta 2h+höyläys	10,8 %	Vesilasi Zeopol 33	KyAMK/KyAMK										
		Tutkittavat ominaisuudet ennen käsittelyä										Tutkittavat ominaisuudet käsittelyn jälkeen				
Yksilötiedot	Käyttölape (1=pinta, 2=sydän)	Pituus (mm)	Paksuus (mm)	Leveys (mm)	Paino ennen kyllästystä (g)	Kosteus koepalasta (%)	Kuivatheys koepalasta (kg/m3)	vuosiluston paksuus koepalasta (mm)	Kuivapaino (g)	Pintapuusuosuus koepalan poikkeikkaus pinta-alasta (%)	Paino (g)	Kosteus (%)	Kuiva-ainetta pintapuussa (g)	Käsittelyn vaikutus kuivapainoon (%)	Jäämä pintapuussa punnitusten perusteella (kg/m3)	Tunkeuma poikkeikkaus pinta-alasta (%)
M381T	1	3040	101	33	5350	15 %	440	1,6	4237	25 %	6750	56 %	151	4 %	92	65 %
M382T	1	3430	101	34	6950	12 %	509	1,4	5699	50 %	9050	55 %	227	4 %	51	75 %
M383T	1	3650	101	33	7400	14 %	486	1,8	5615	35 %	9850	71 %	265	5 %	62	100 %
M384T	1	1985	100	34	3300	13 %	417	1,4	2671	75 %	4250	55 %	103	4 %	135	15 %
M385T	1	3585	102	30	6000	13 %	424	1,5	4423	35 %	8750	91 %	297	7 %	77	100 %
M386T	1	2530	103	33	4300	13 %	410	1,2	3348	45 %	5900	71 %	173	5 %	45	100 %
M387T	1	3205	103	34	6800	14 %	475	1,3	5063	50 %	8800	70 %	216	4 %	43	90 %
M388T	1	2690	103	34	6400	18 %	588	0,8	5262	95 %	8400	56 %	216	4 %	48	50 %
M389T	1	2550	102	34	5050	15 %	488	1,4	4097	90 %	7150	69 %	227	6 %	32	90 %
M390T	1	3510	101	33	6000	10 %	436	0,9	4850	50 %	8450	69 %	265	5 %	50	90 %
M391T	1	2735	101	33	5050	15 %	431	0,9	3730	55 %	6150	62 %	119	3 %	47	50 %
M392T	1	3665	101	33	7200	11 %	505	1,0	5861	25 %	8200	38 %	108	2 %	35	100 %
M393T	1	3295	101	34	6100	13 %	477	1,5	5127	30 %	7400	42 %	140	3 %	85	75 %
M394T	1	3485	102	34	7850	12 %	568	1,0	6518	35 %	10100	51 %	243	4 %	68	85 %
M395T	1	3095	103	30	5900	15 %	521	1,2	4734	55 %	6900	43 %	108	2 %	51	40 %
M396T	1	3590	102	34	7800	12 %	551	0,9	6511	50 %	9650	45 %	200	3 %	92	35 %
M397T	1	3235	101	34	6400	16 %	460	1,5	4852	50 %	8750	75 %	254	5 %	48	95 %
M398T	1	3235	101	34	6200	16 %	519	1,0	5477	25 %	8150	45 %	211	4 %	76	100 %
M399T	1	2745	101	28	5850	16 %	581	1,7	4288	35 %	7100	62 %	135	3 %	66	75 %
M400T	1	2660	101	30	5050	15 %	467	1,7	3573	45 %	6550	79 %	162	5 %	50	90 %
M401T	1	2915	100	25	4300	15 %	389	1,4	2693	45 %	6250	124 %	211	8 %	80	80 %
Keskiarvo		3087	101	32	5964	14 %	483	1,3	4697	48 %	7740	63 %	192	4 %	62,1	76 %
Keskihajonta		455	1	2	1187	2 %	57	0,3	1097	19 %	1486	20 %	59	1 %	23,9	25 %
Muuta huomioitavaa																

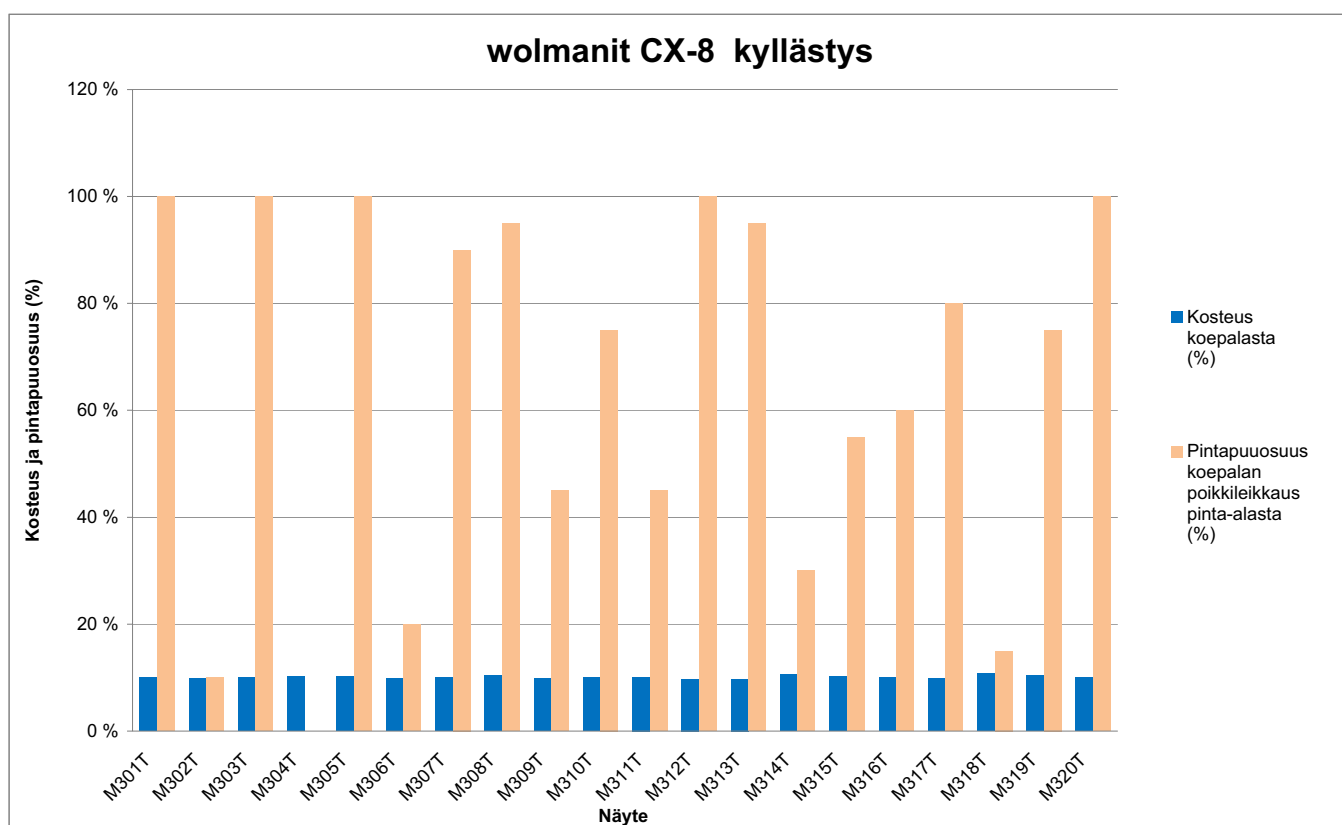
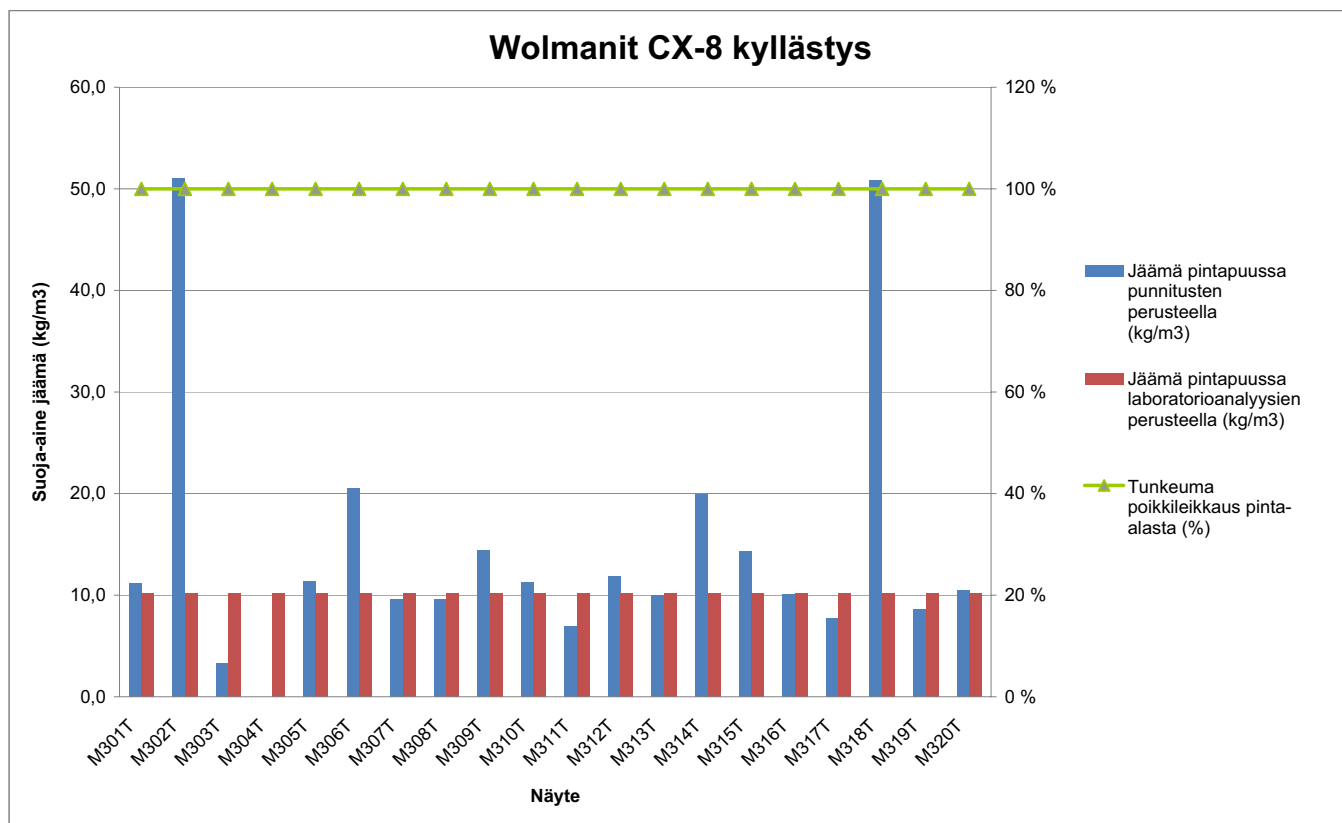
Tanalith E kyllästyserä A

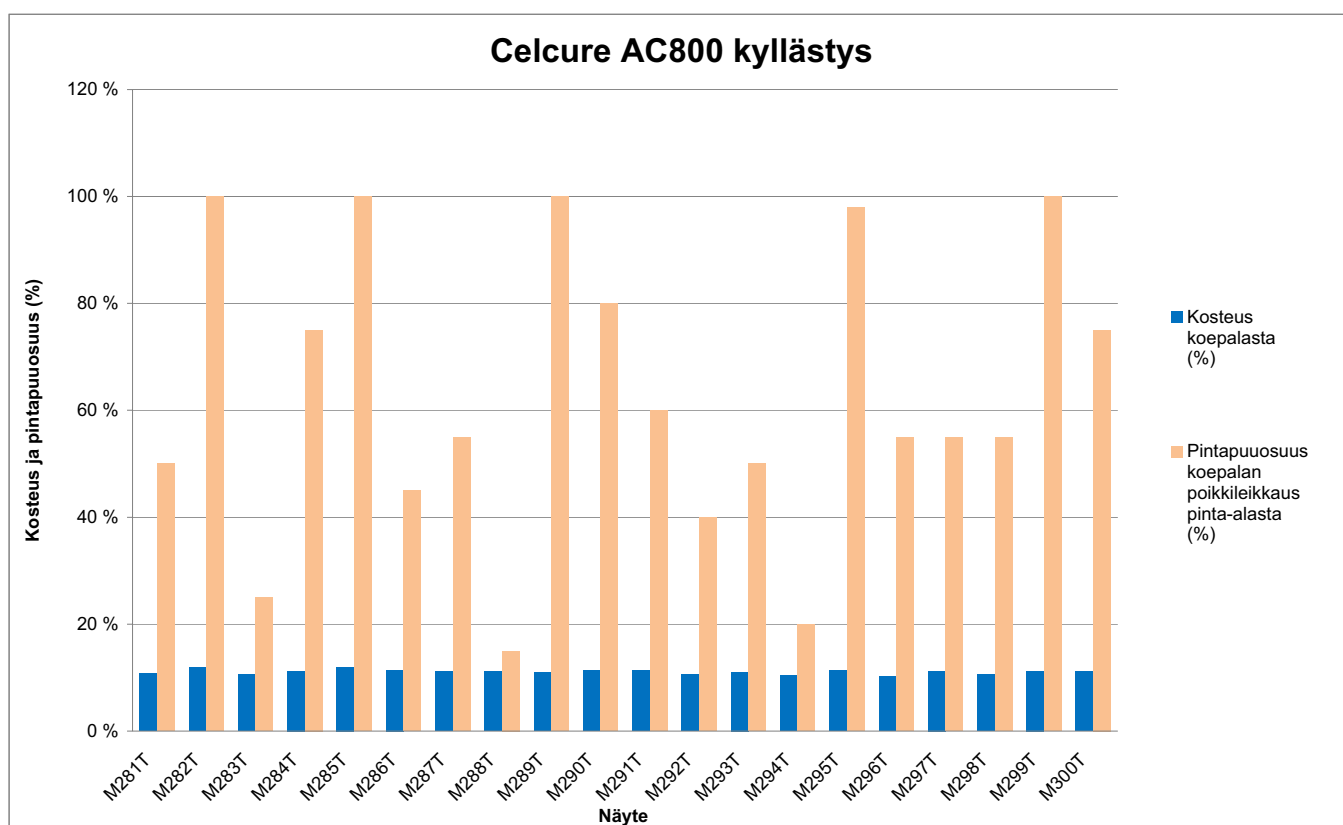
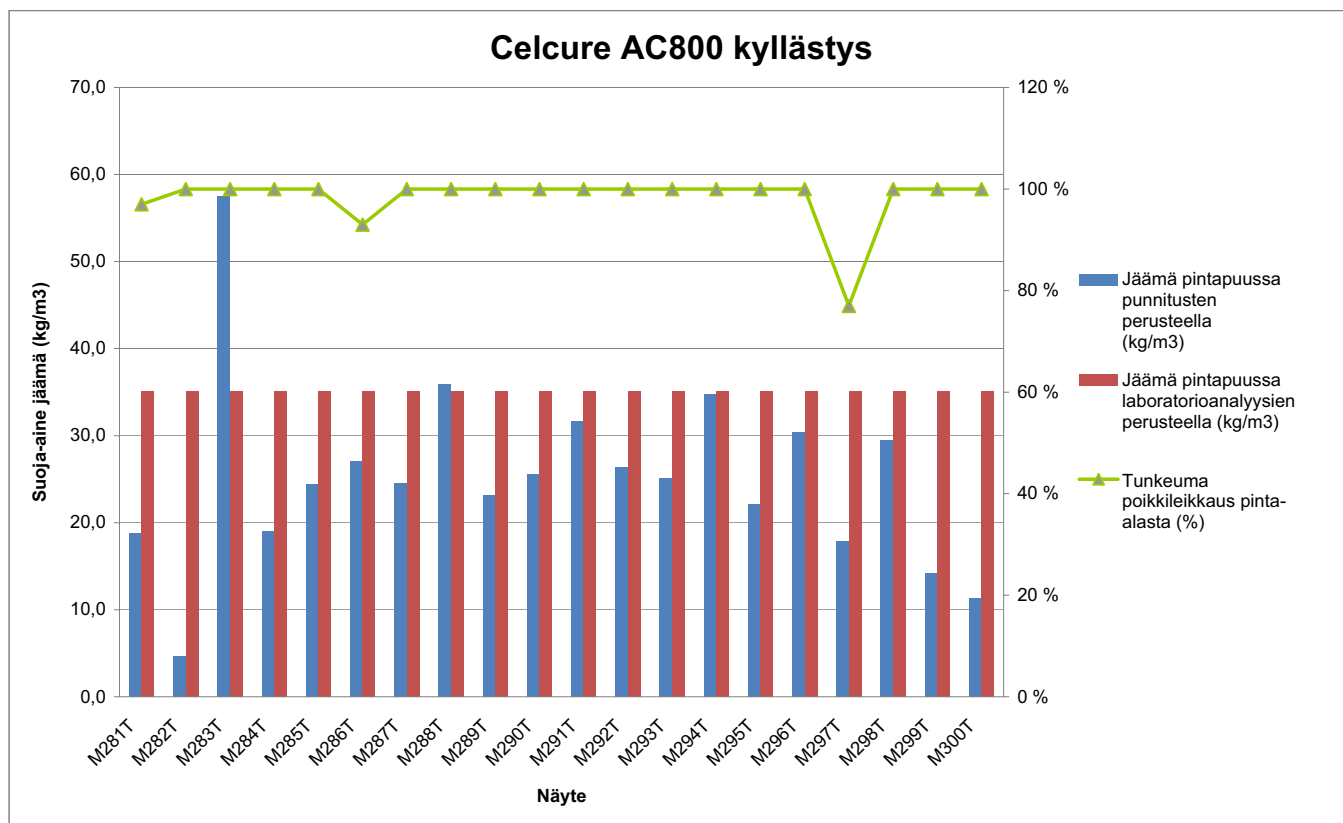


Tanalit E kyllästyserä A

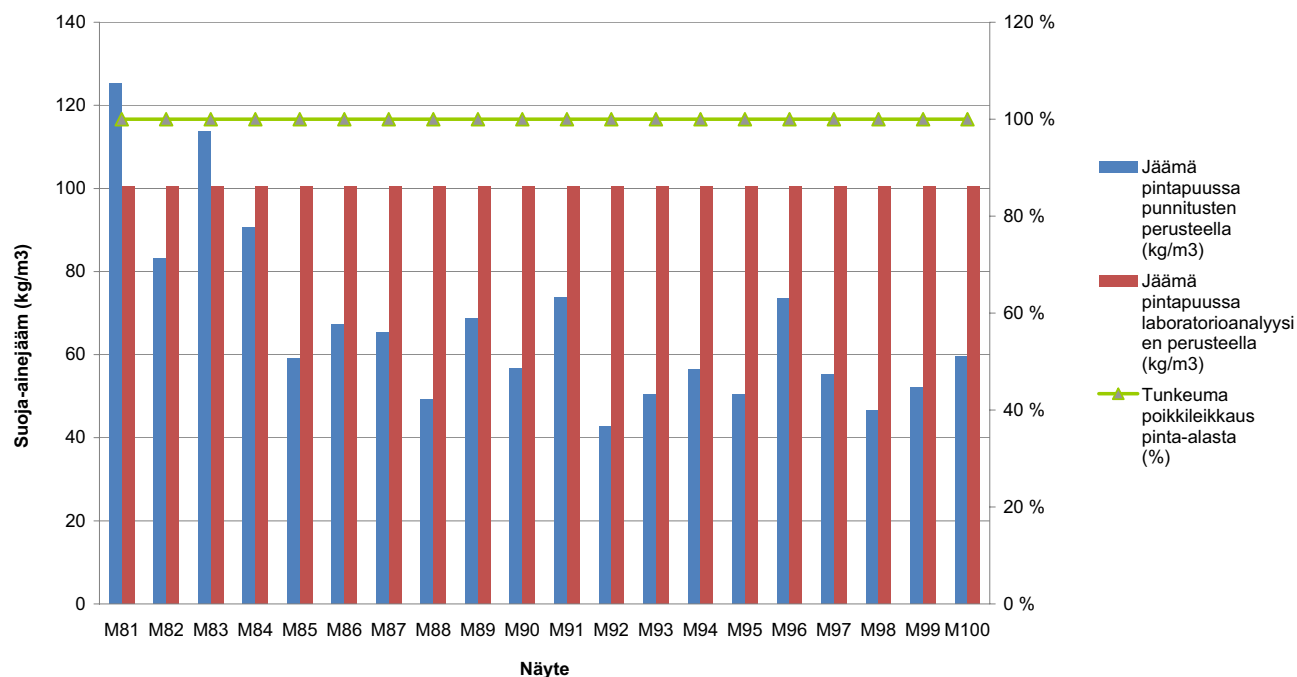




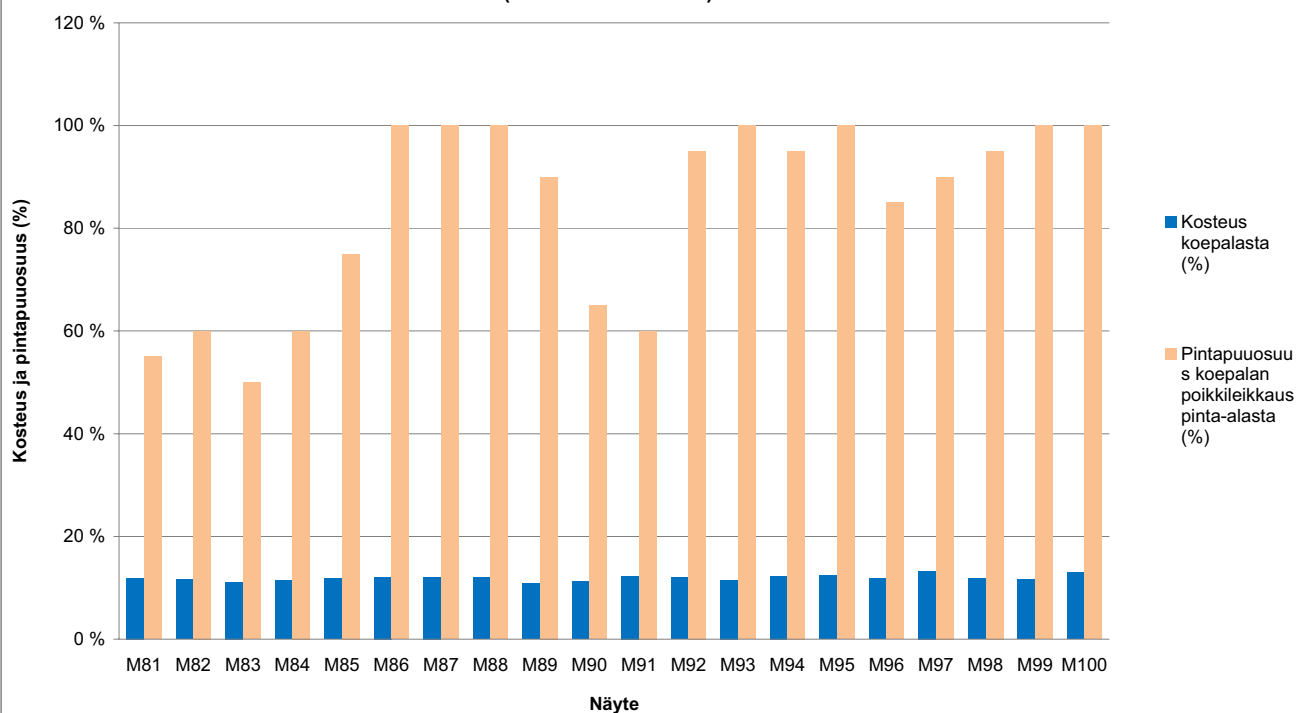


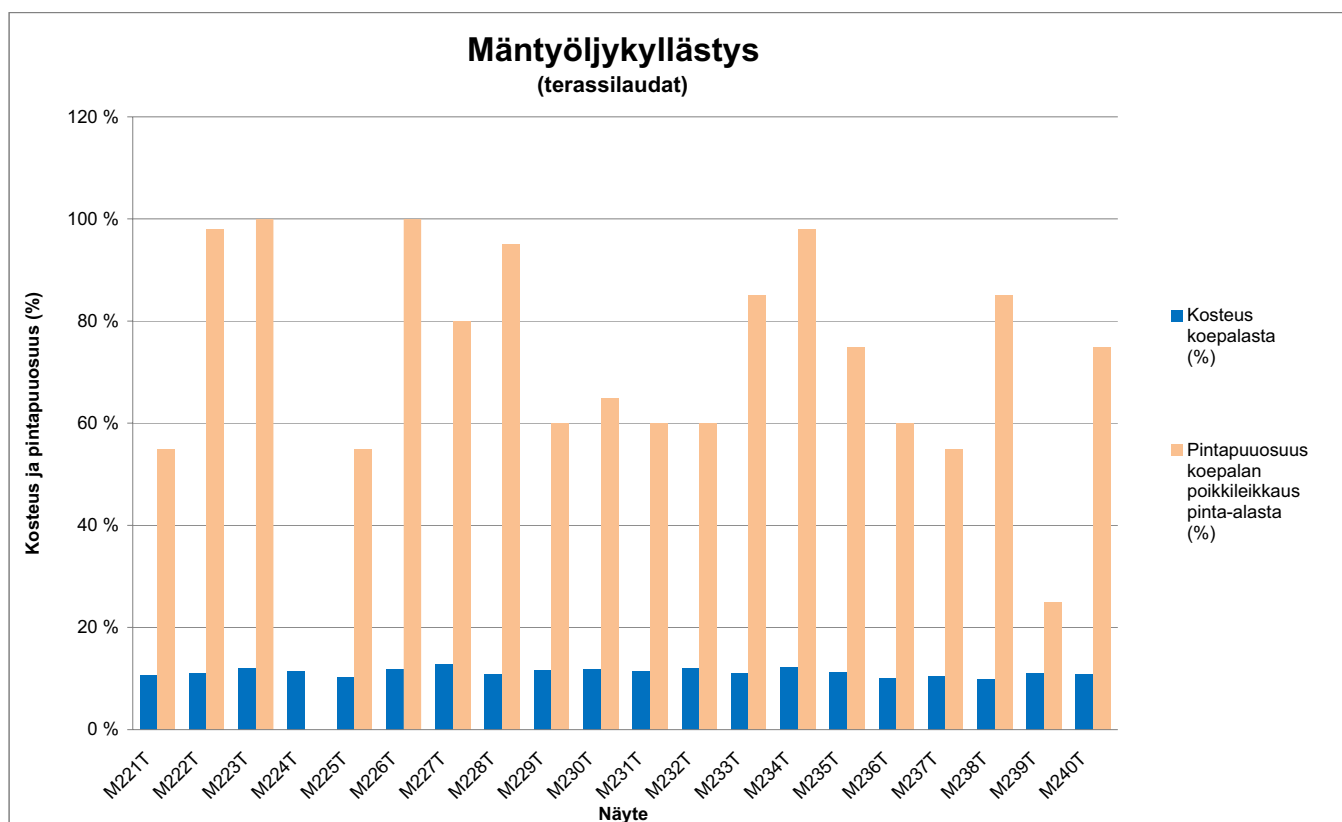
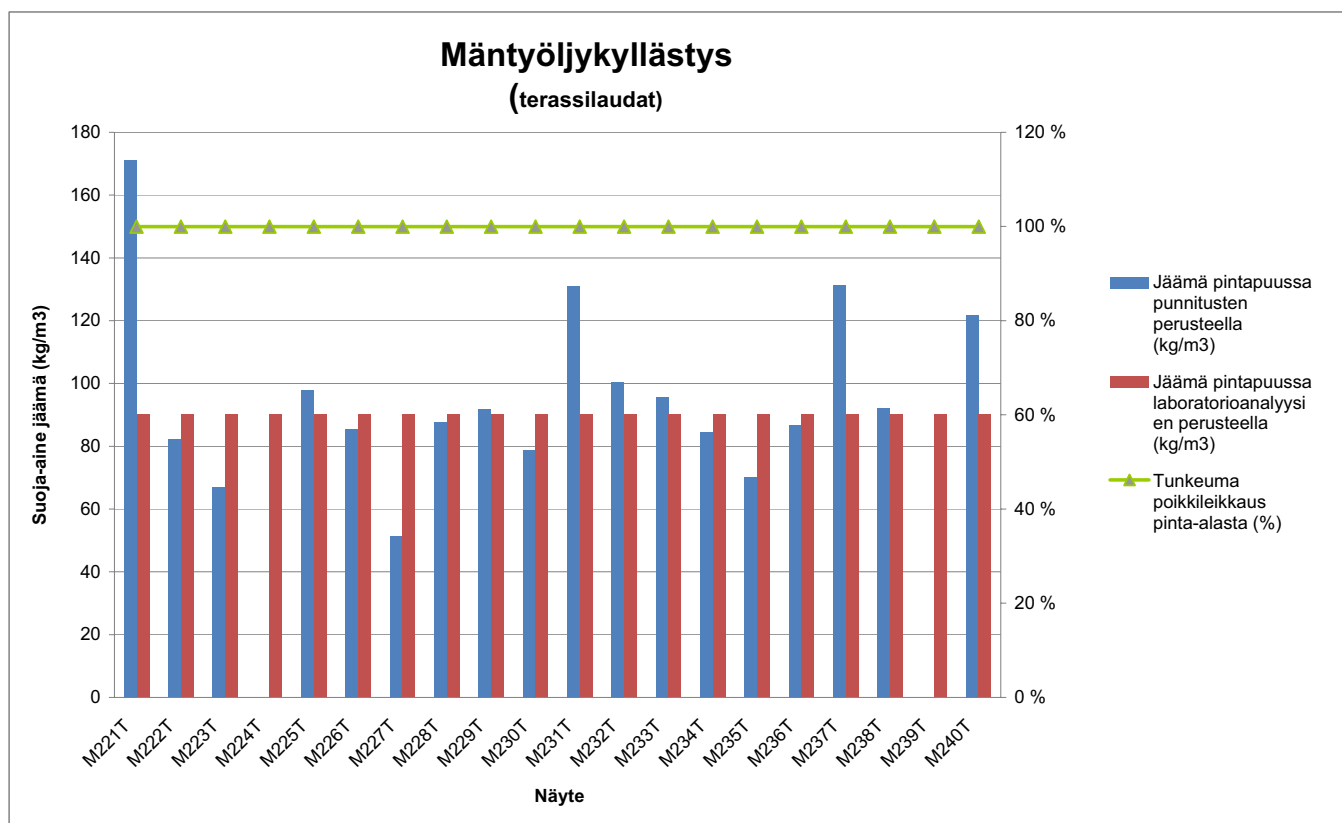


Mäntyöljykylästäys (ulkoverhouslaudat)

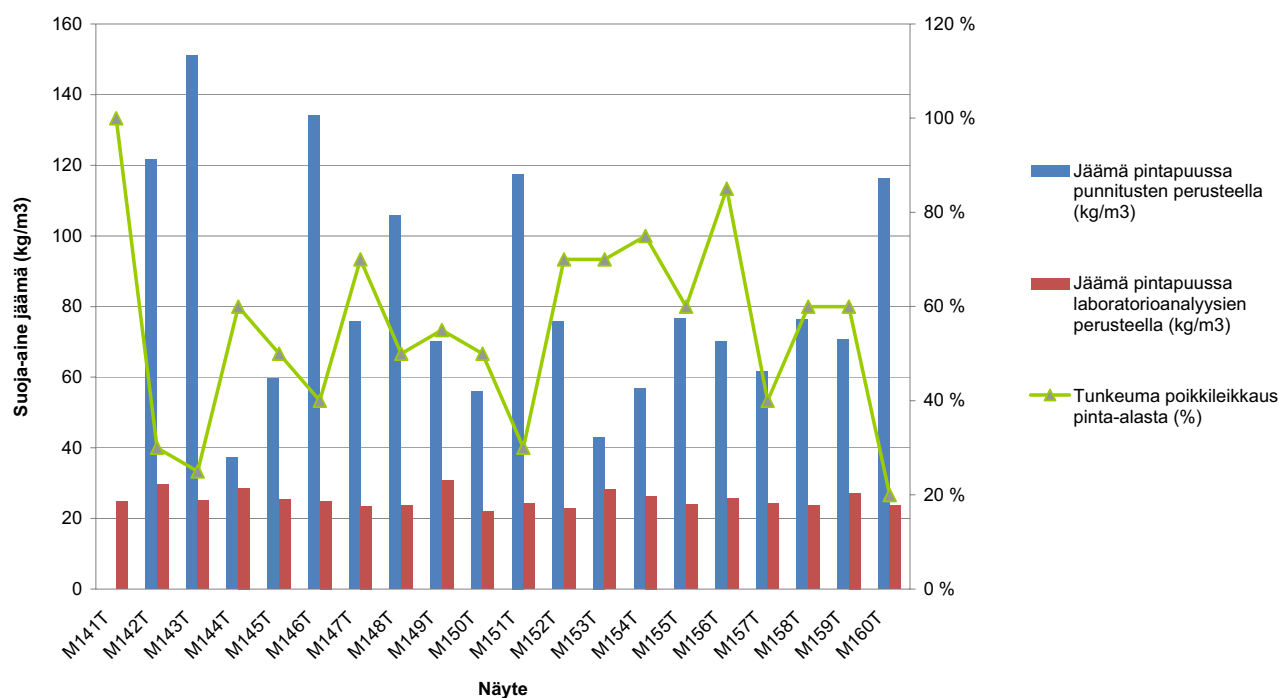


Mäntyöljykylästäys (ulkoverhouslaudat)

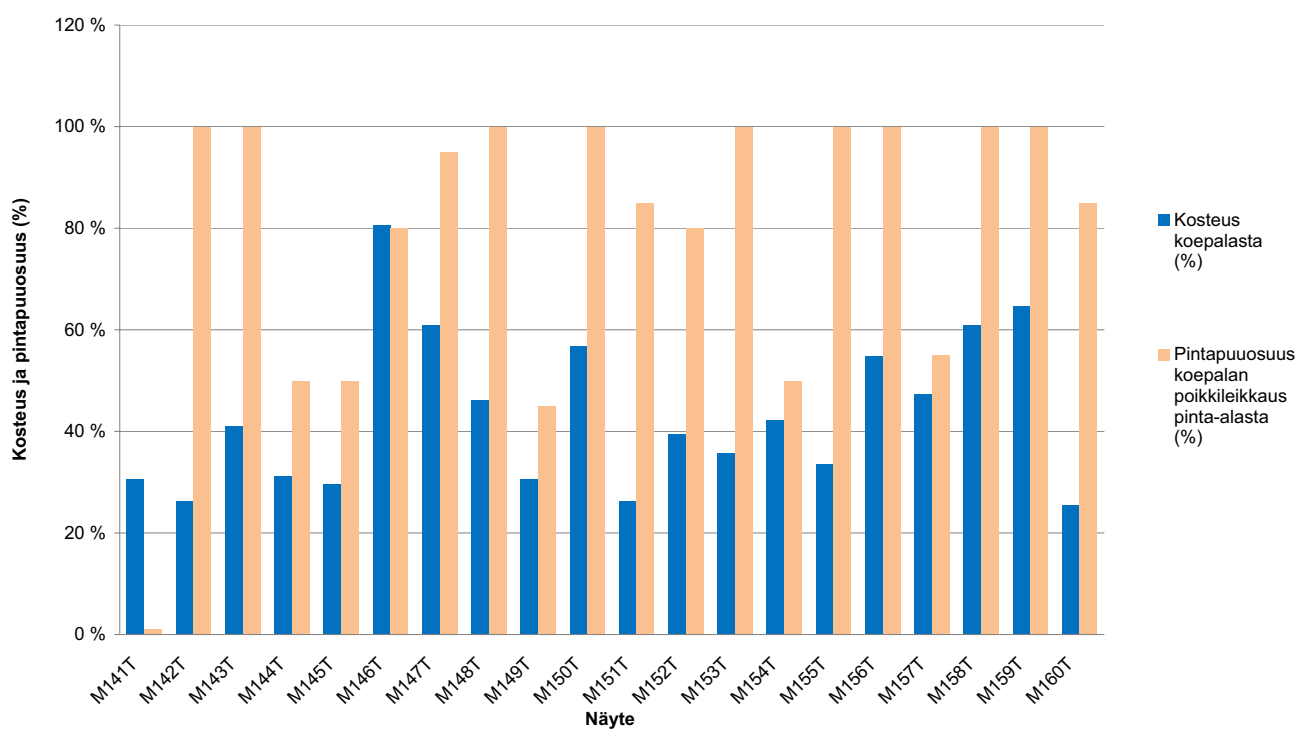


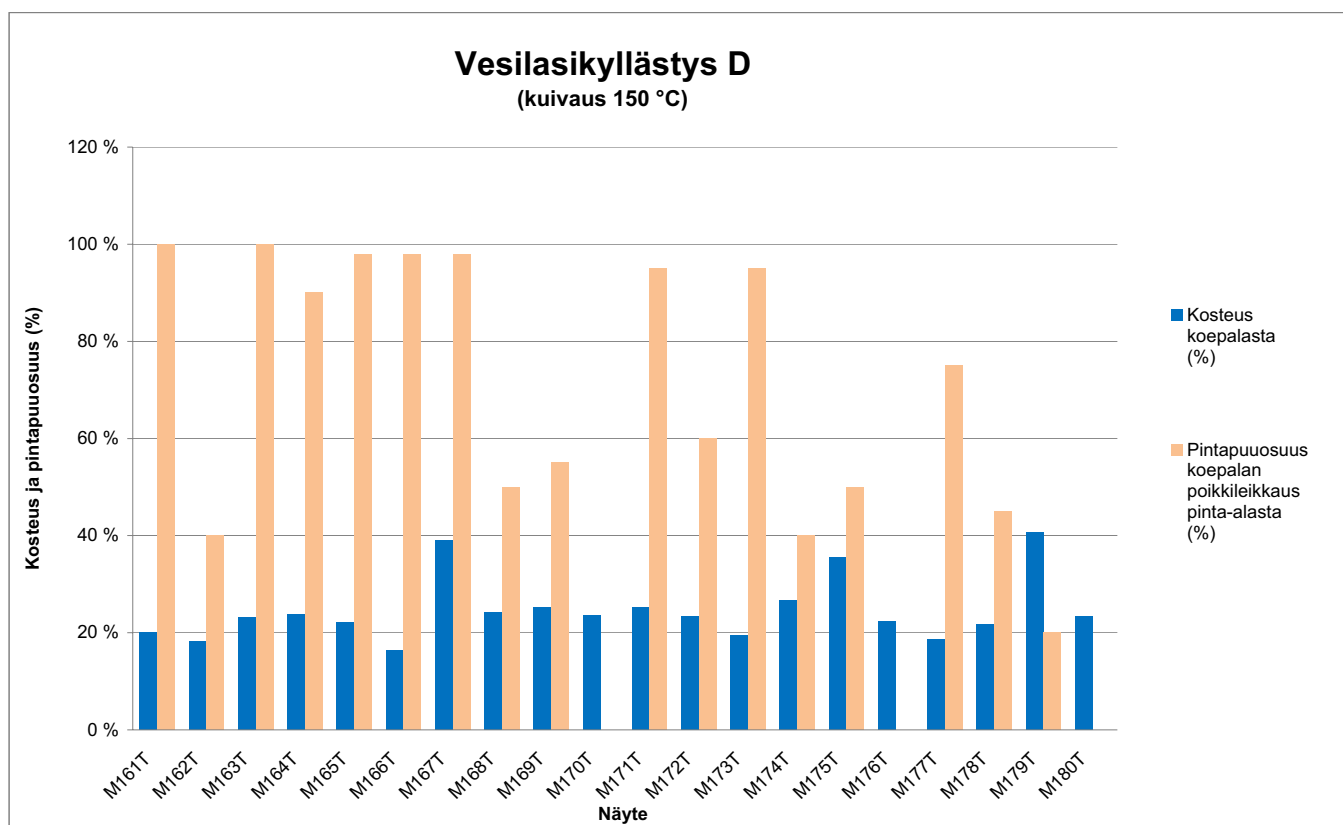
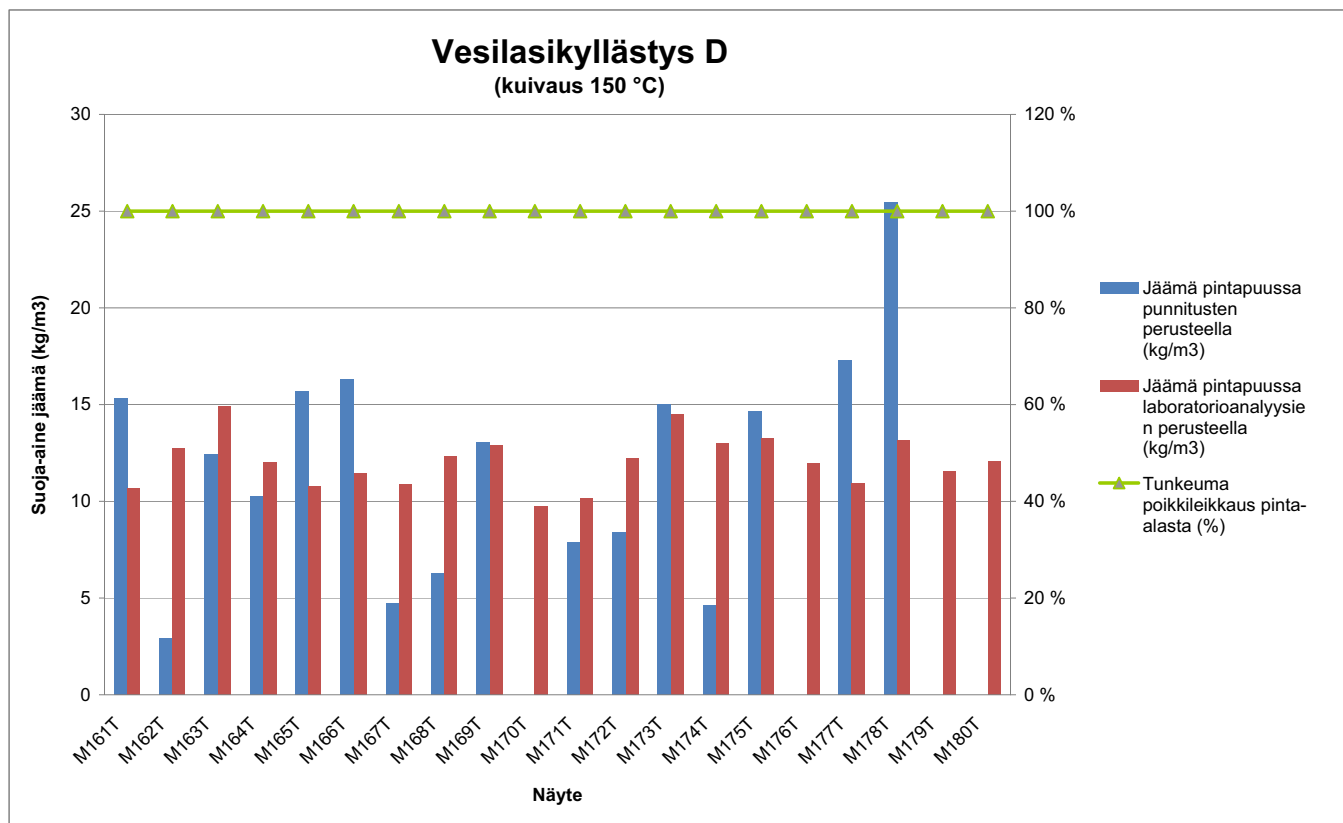


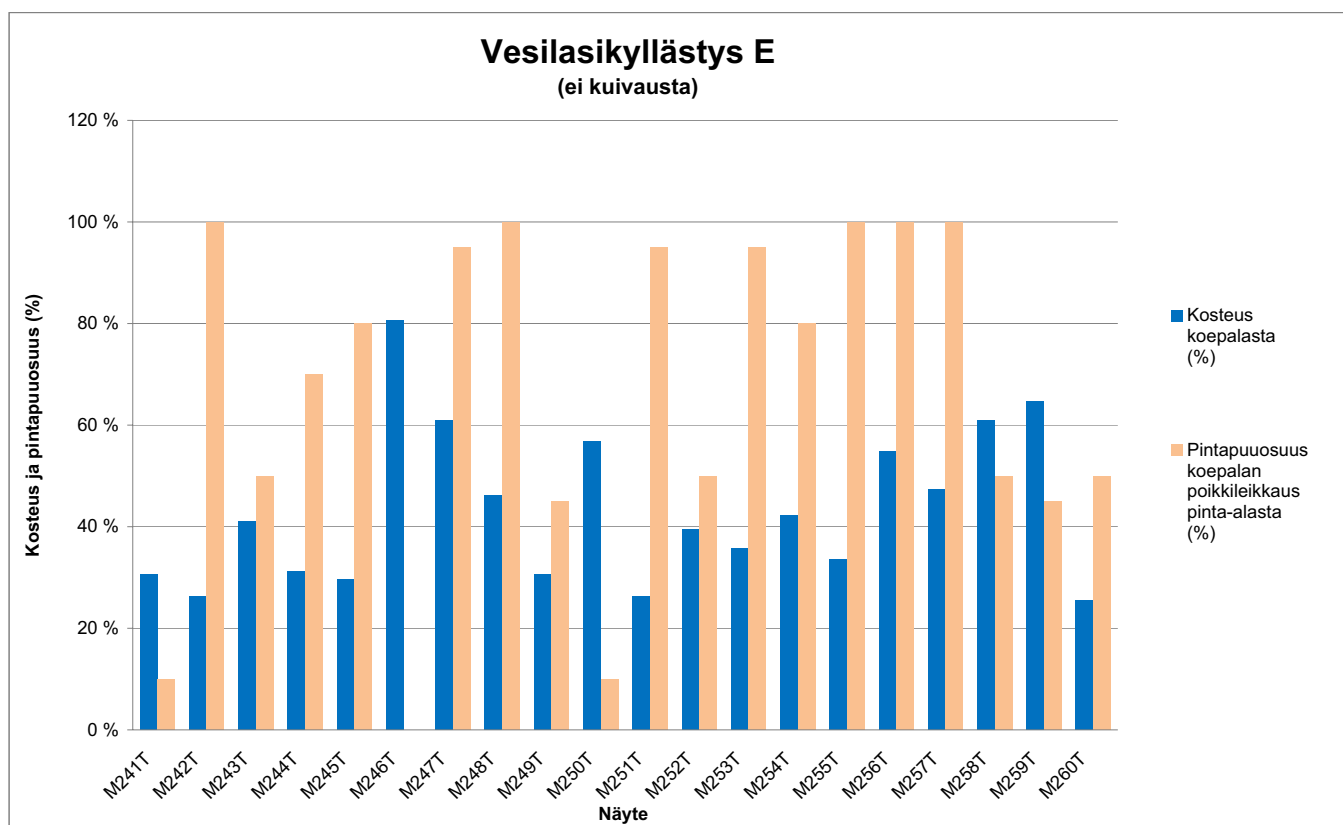
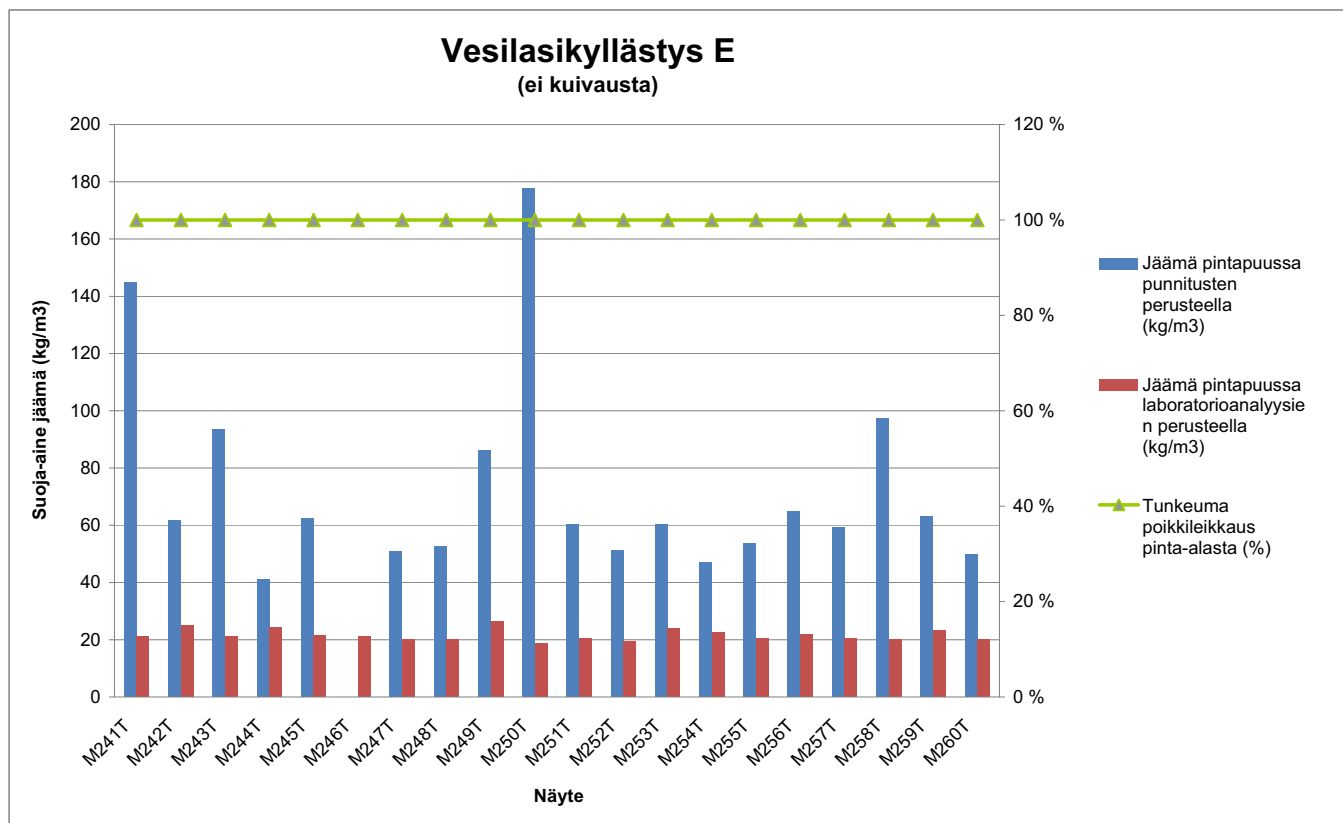
Vesilasikyllästys C (kuivaus 120 °C)

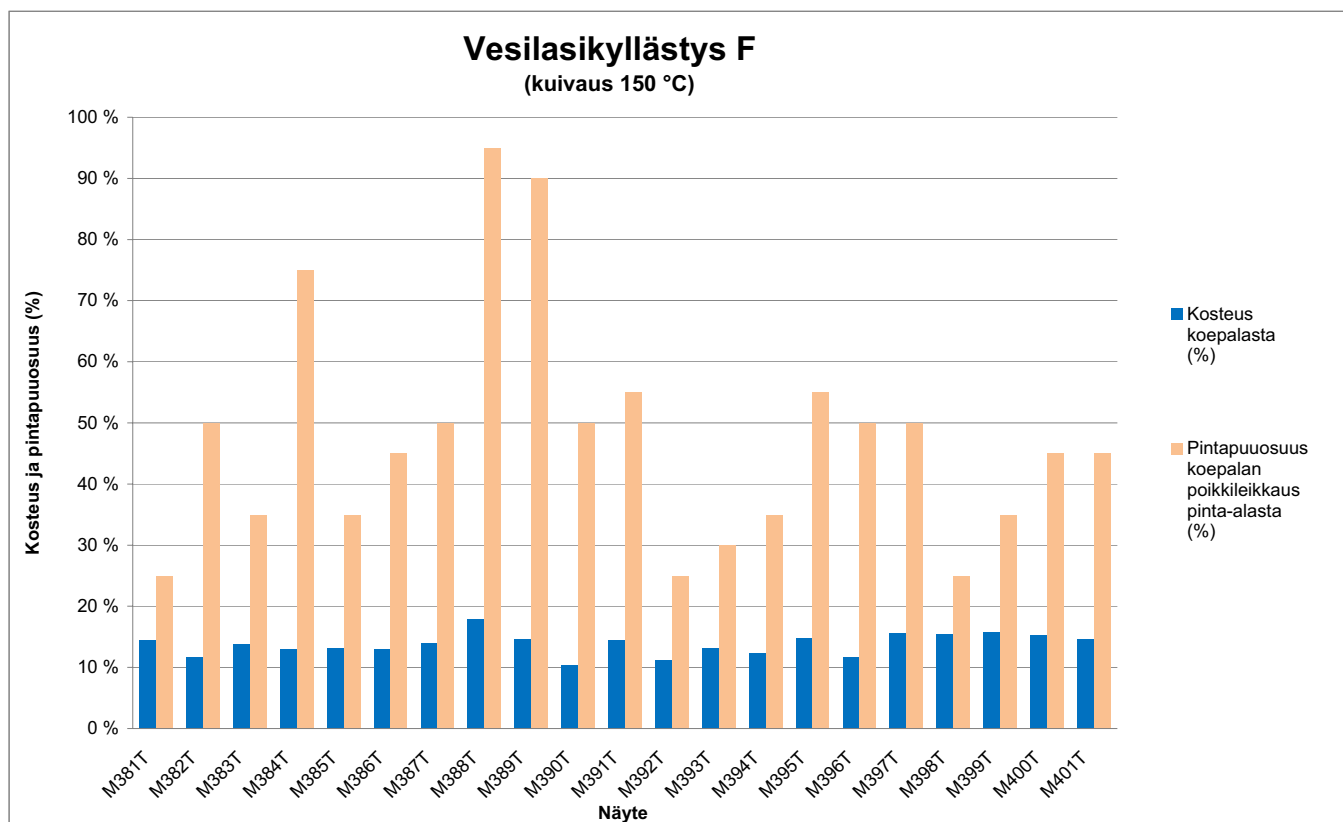
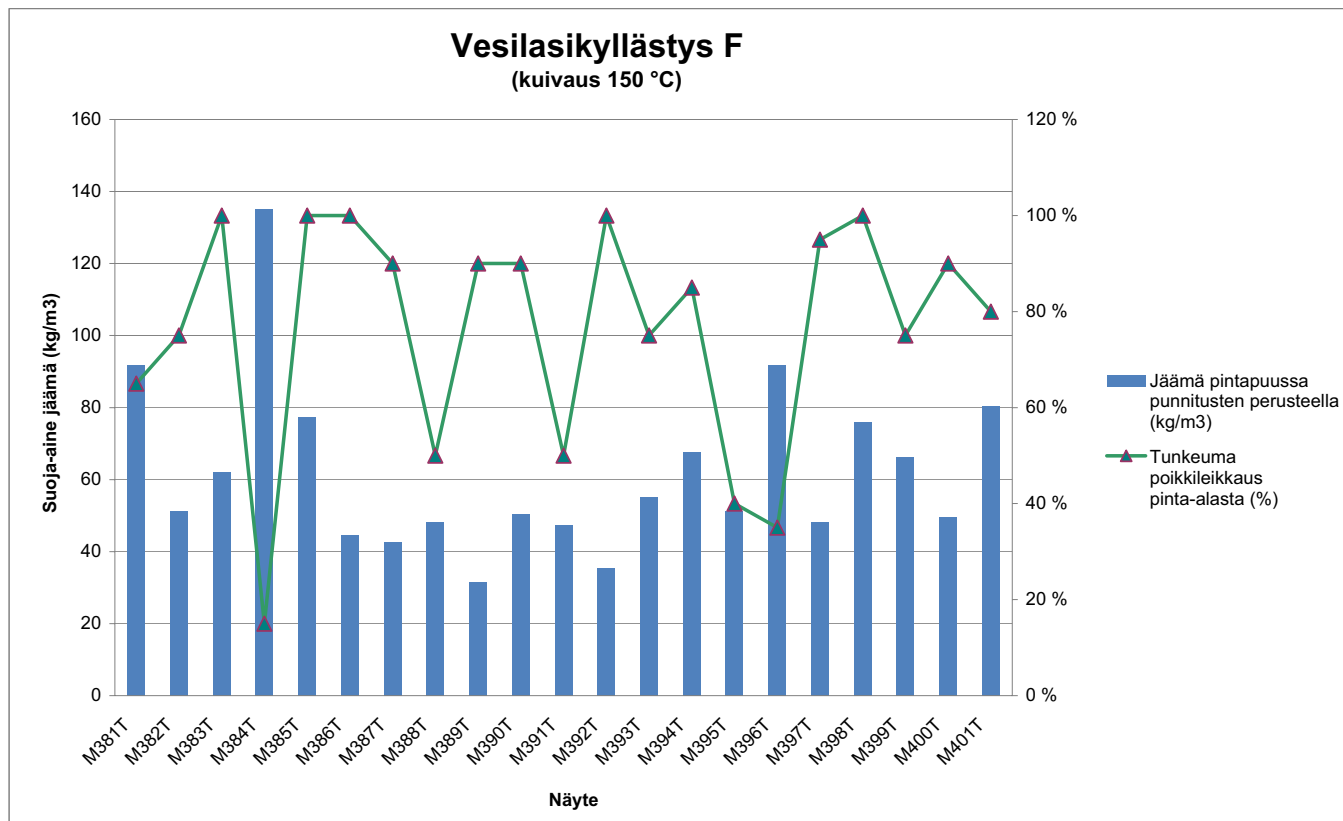


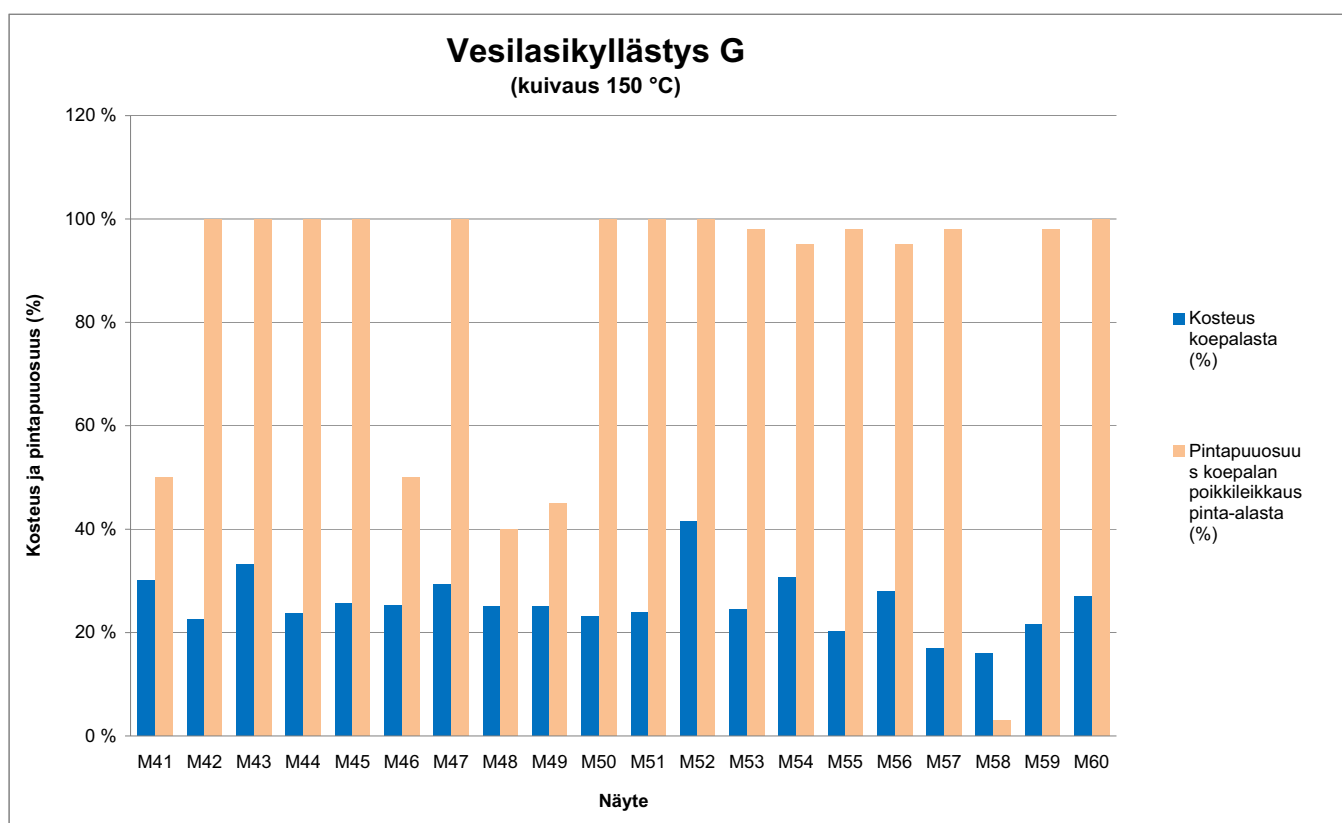
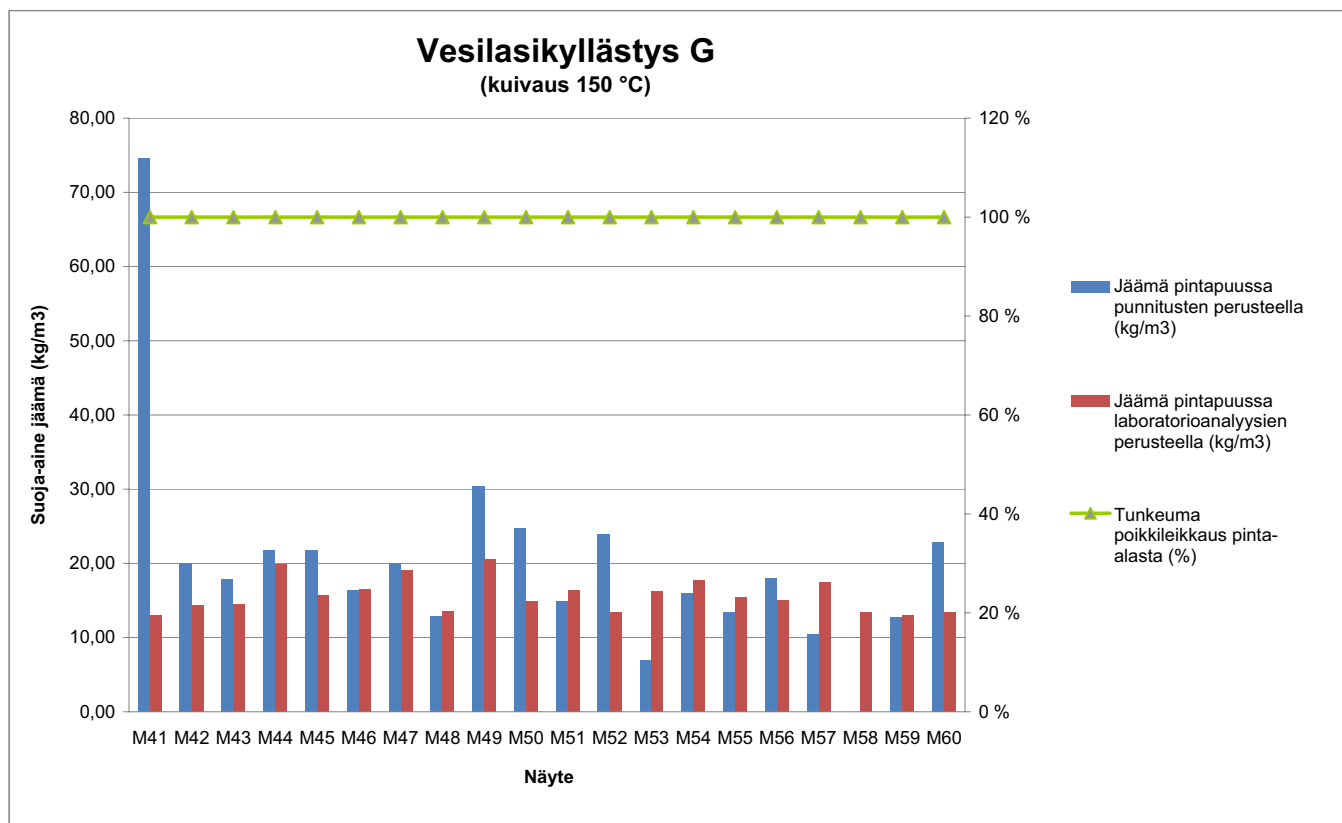
Vesilasikyllästys C (kuivaus 120 °C)

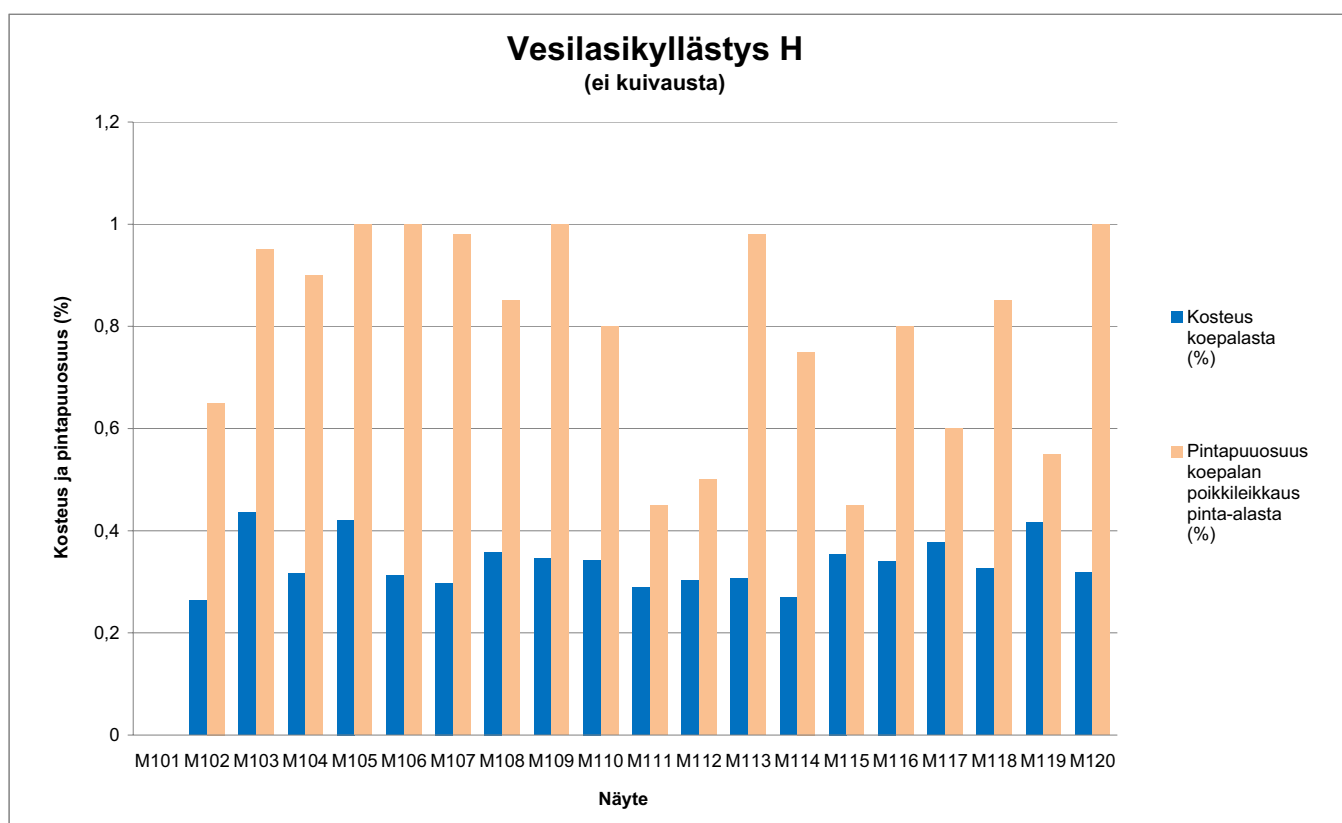
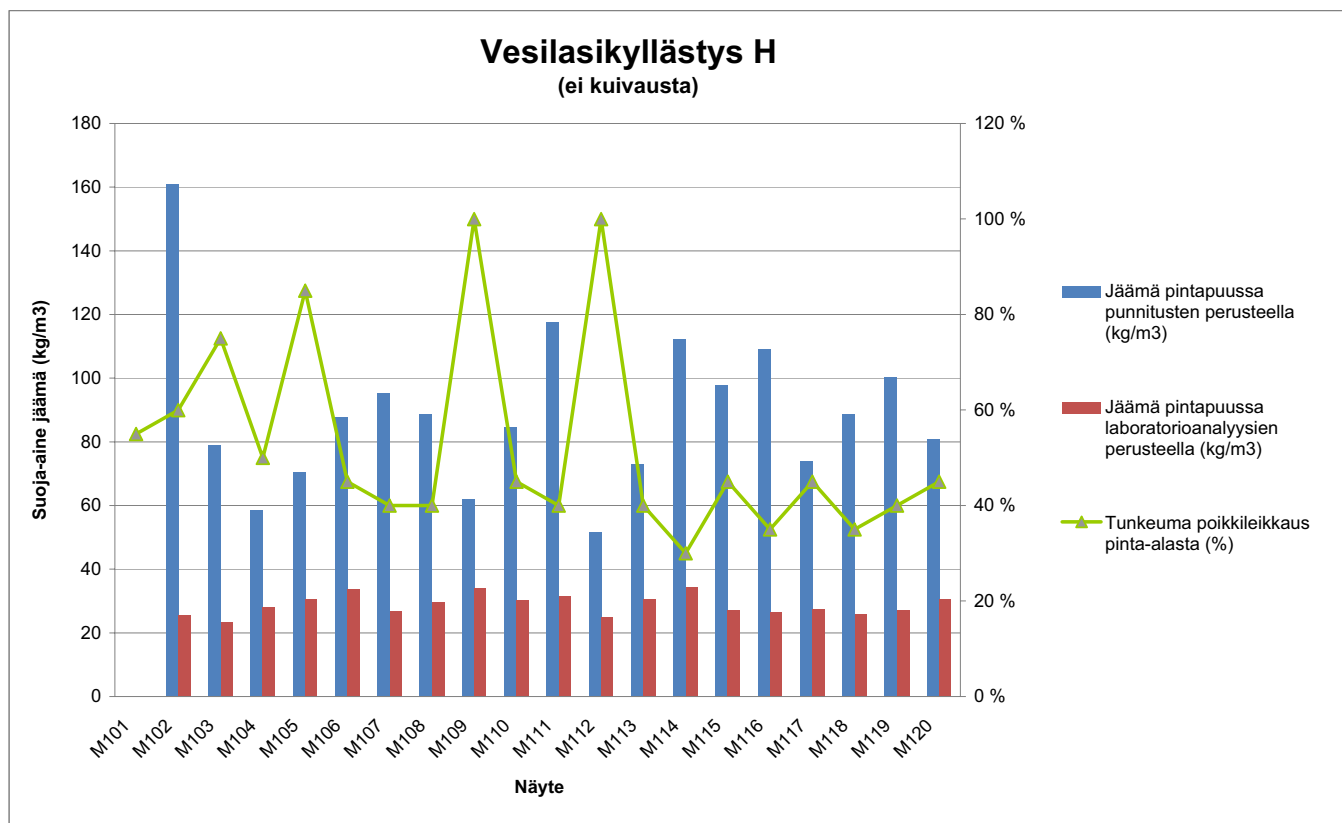


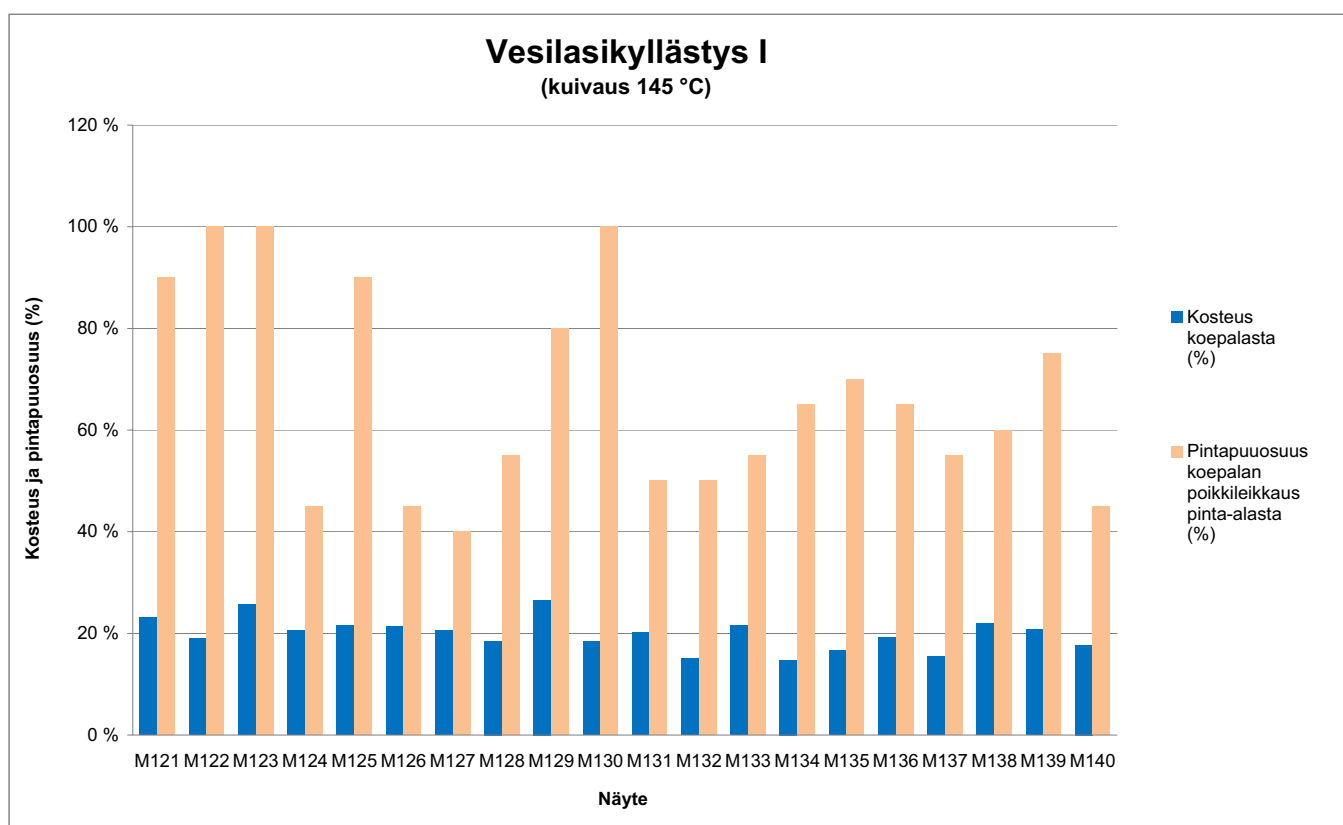
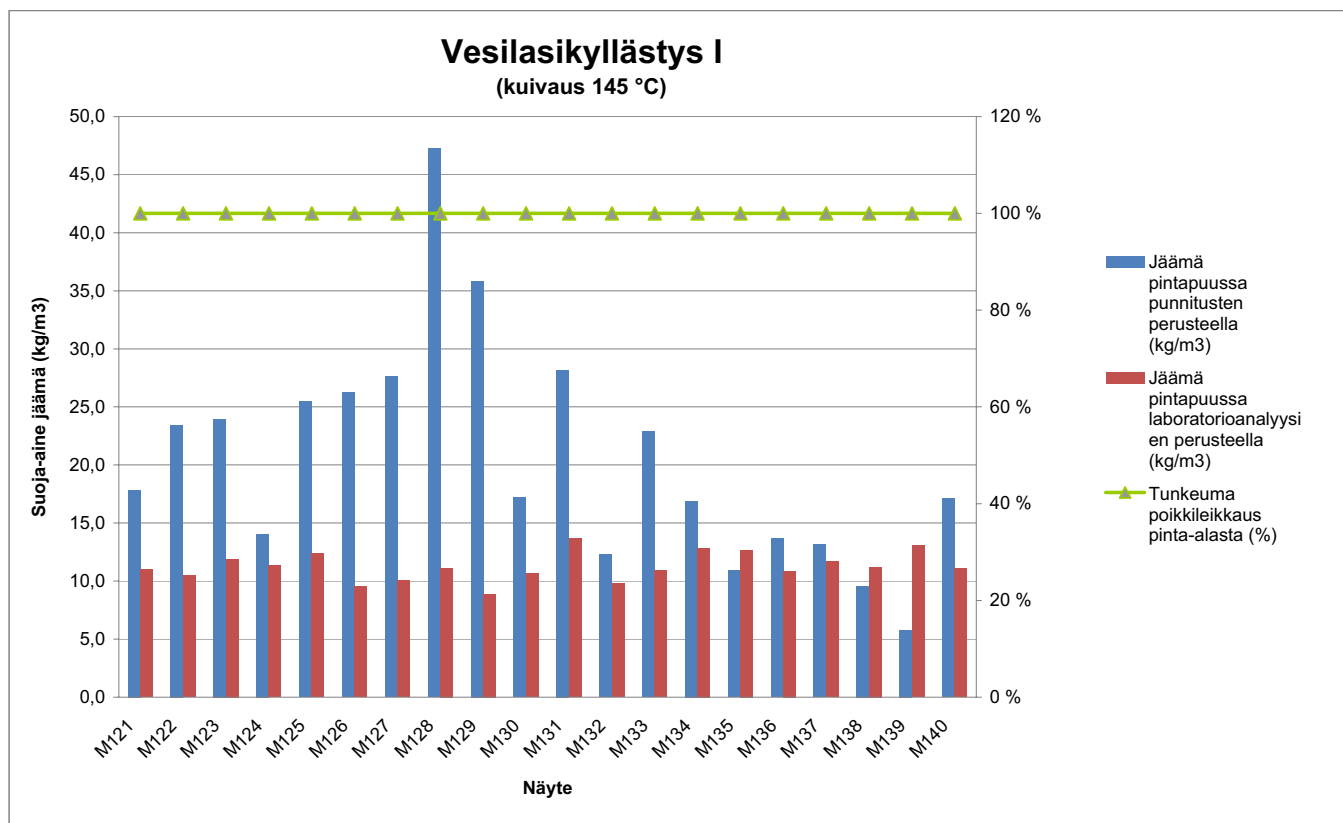












Painekyllästettyjen terassi- ja ulkooverhouslautojen biologisten ominaisuuksien, suoja-aine jäämän ja tunkeuman keskiarvot tuoteryhmittäin

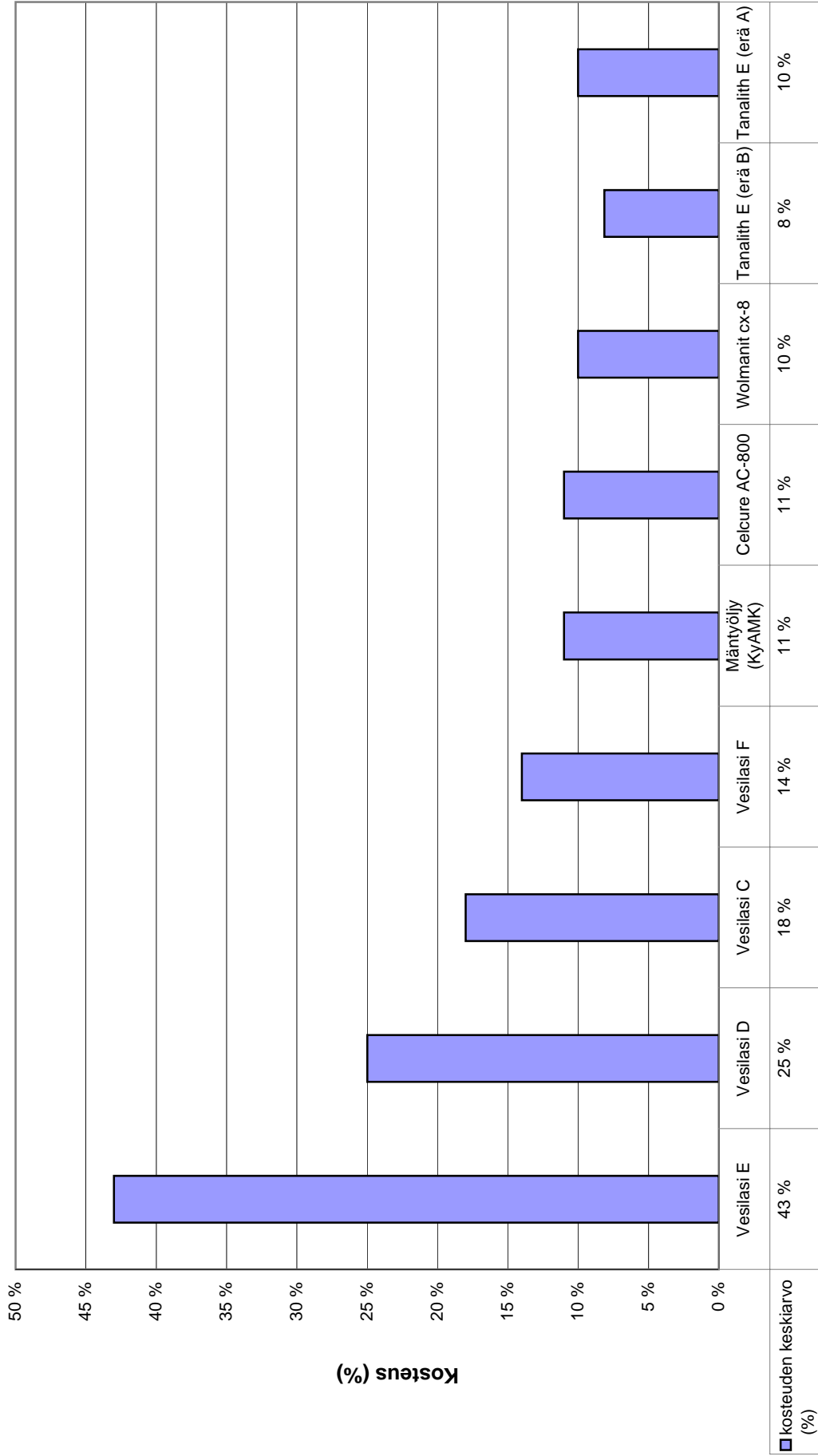
Terassilaudat

Tuote	Koodi	Puuaineen biologiset ominaisuuksien keskiarvot eri terassituotteilla ennen kylästystä			Suoja-aine tunkeuman ja jäämän keskiarvo männyn pintapuussa eri terassituotteilla		
		kosteuden keskiarvo (%)	kuivatiheyden keskiarvo (kg/m ³)	pintapuun määrän keskiarvo (%)	Jäämän keskiarvo pintapuussa punnitusten perusteella (kg/m ³)	Jäämän keskiarvo pintapuussa laboratorioanalyysien perusteella (kg/m ³)	Tunkeuman keskiarvo pintapuussa poikkileikkaus pinta-alasta (%)
Vesilasi E	M241T...M260T	43 %	467	66 %	72	22	100 %
Vesilasi D	M161T...M180T	25 %	471	60 %	11,89	12,07	100 %
Vesilasi C	M141T...M160T	18 %	467	79 %	110	25	55 %
Vesilasi F	M381T...M401T	14 %	483	48 %	62,1		76 %
Mäntyöljy (KYAMK)	M221T...M240T	11 %	489	89 %	96	90,1	100 %
Celcure AC-800	M281T...M300T	11 %	477	63 %	25,2	35,1	98 %
Wolmanit cx-8	M301T...M320T	10 %	485	65 %	15,4	10,2	100 %
Tanalith E (erä B)	M361T...M380T	8 %	458	55 %	10,2	10,8	93 %
Tanalith E (erä A)	M261T...M280T	10 %	481	76 %	8,7	6,2	93 %

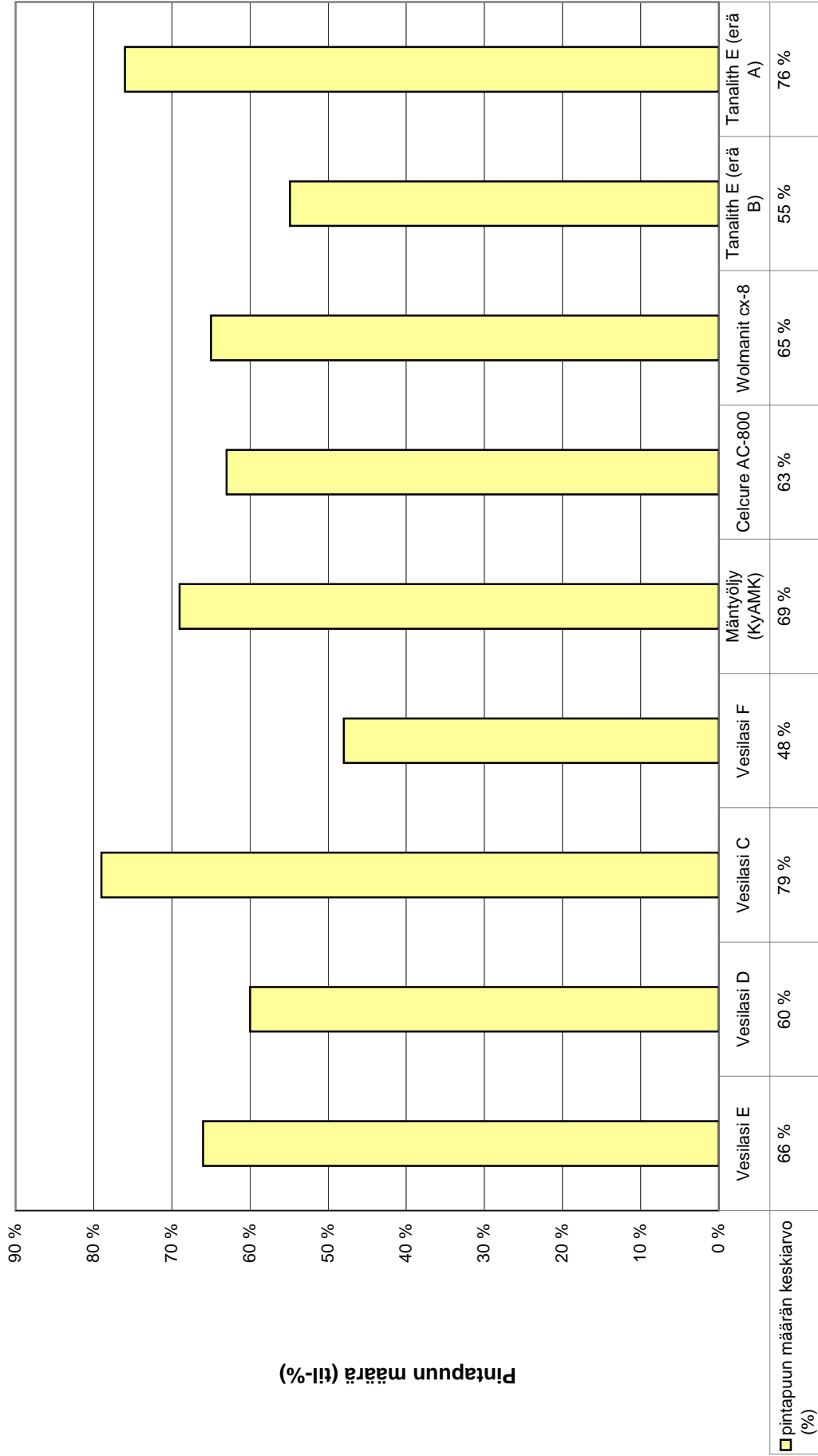
Ulkooverhouslaudat

Tuote	Koodi	Puuaineen biologiset ominaisuuksien keskiarvot eri ulkooverhousstuotteilla ennen kylästystä			Suoja-aine tunkeuman ja jäämän keskiarvo männyn pintapuussa eri ulkooverhousstuotteilla		
		kosteuden keskiarvo (%)	kuivatiheyden keskiarvo (kg/m ³)	pintapuun määrän keskiarvo (%)	Jäämän keskiarvo pintapuussa punnitusten perusteella (kg/m ³)	Jäämän keskiarvo pintapuussa laboratorioanalyysien perusteella (kg/m ³)	Tunkeuman keskiarvo pintapuussa poikkileikkaus pinta-alasta (%)
Vesilasi H	M101...M120	34 %	476	79 %	90	28,9	53 %
Vesilasi G	M41...M60	26 %	466	84 %	18,05	15,67	100 %
Vesilasi I	M121...M140	20 %	488	67 %	20,5	11,3	100 %
Mäntyöljy (KYAMK)	M81...M100	12 %	453	84 %	67	100,5	100 %

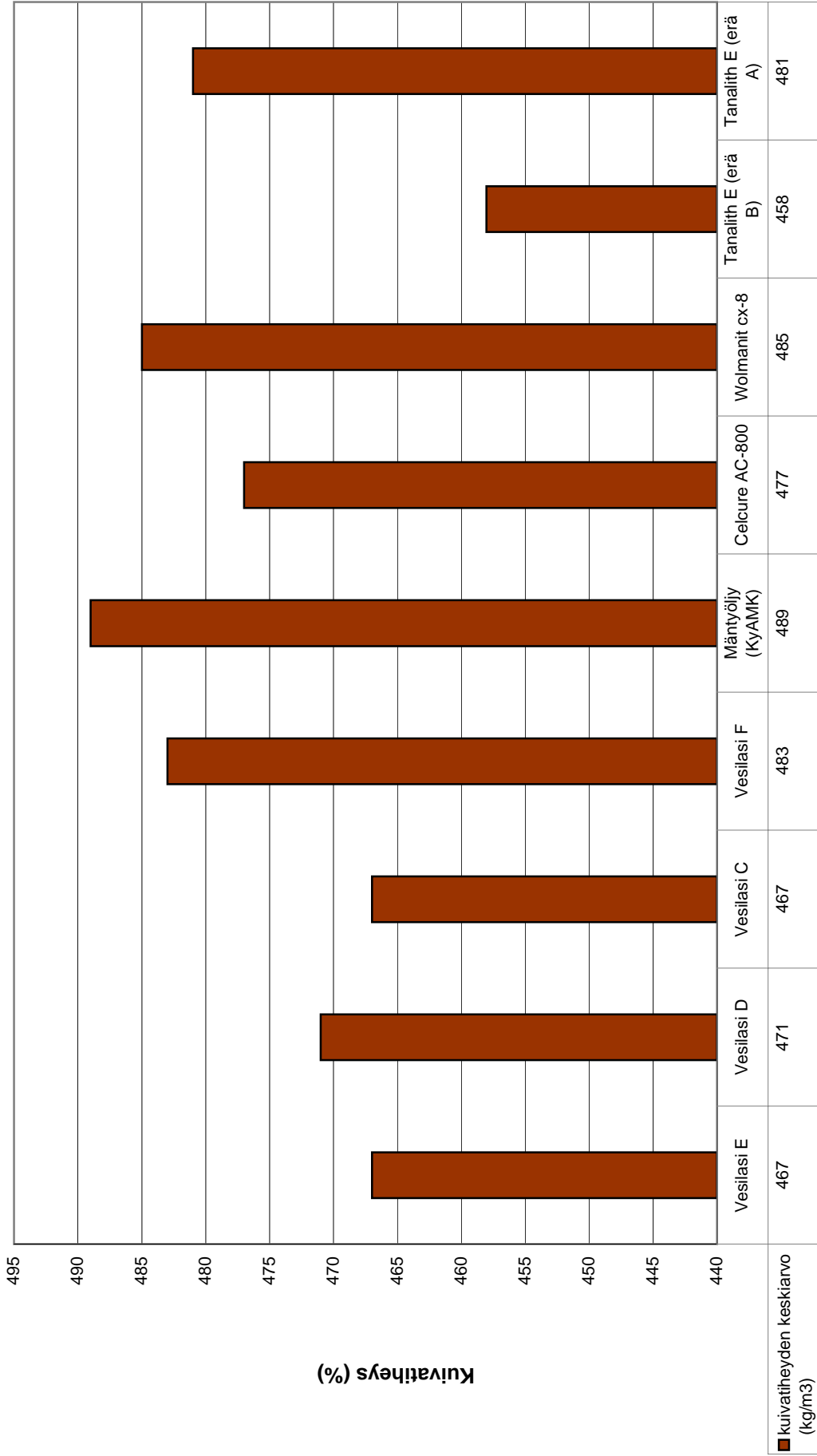
**Puuaineen kosteuden keskiarvo ennen painekyllästystä tuoteryhmittäin
(Terassilaudat)**



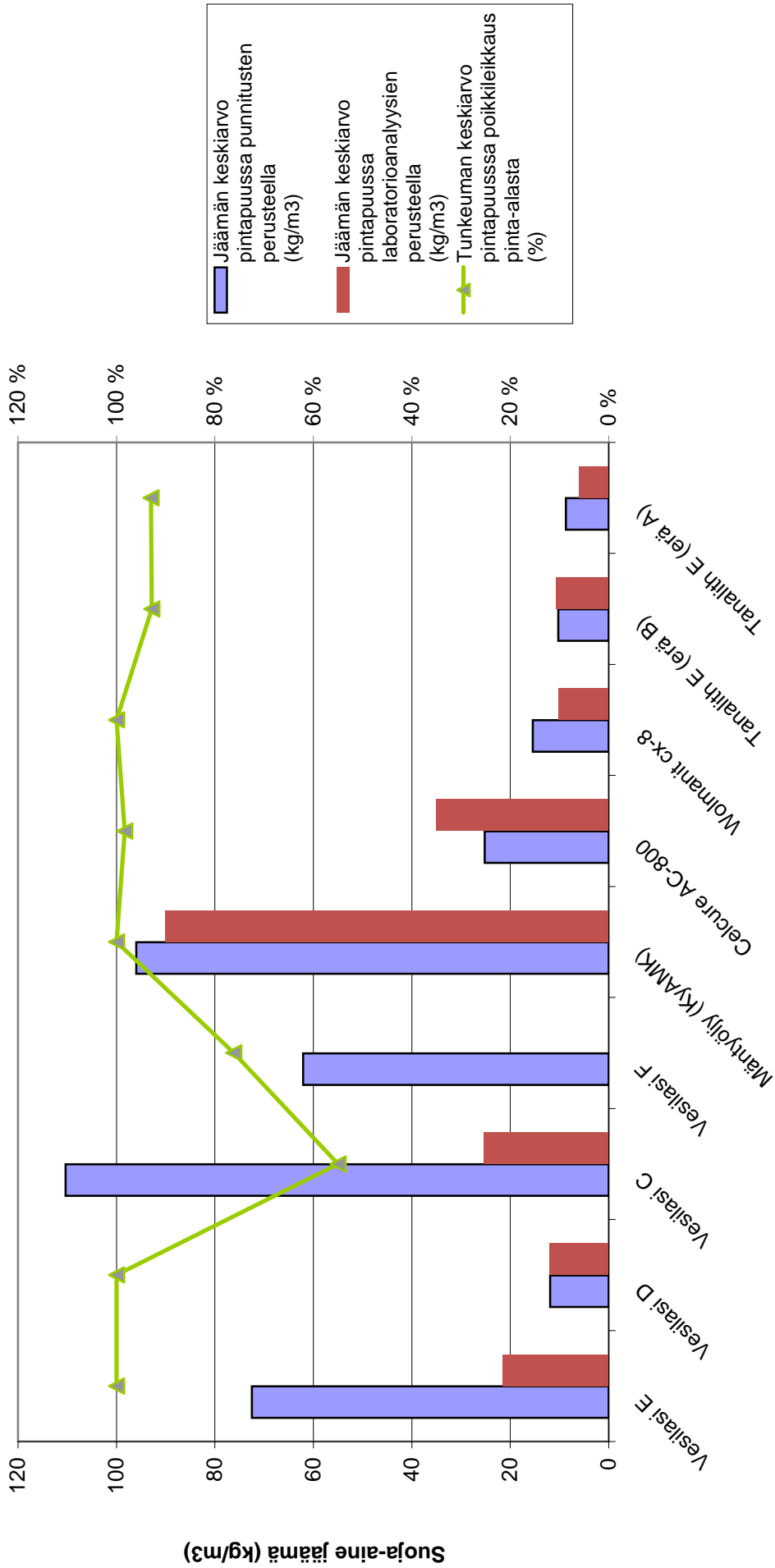
**Puuaineen pintapuun määrän keskiarvo ennen painekyllästystä tuoteryhmittäin
(Terassilaudat)**



Puuaineen kuivatiheyden keskiarvo ennen painekyllästystä tuoteryhmittäin
(Terassilaudat)

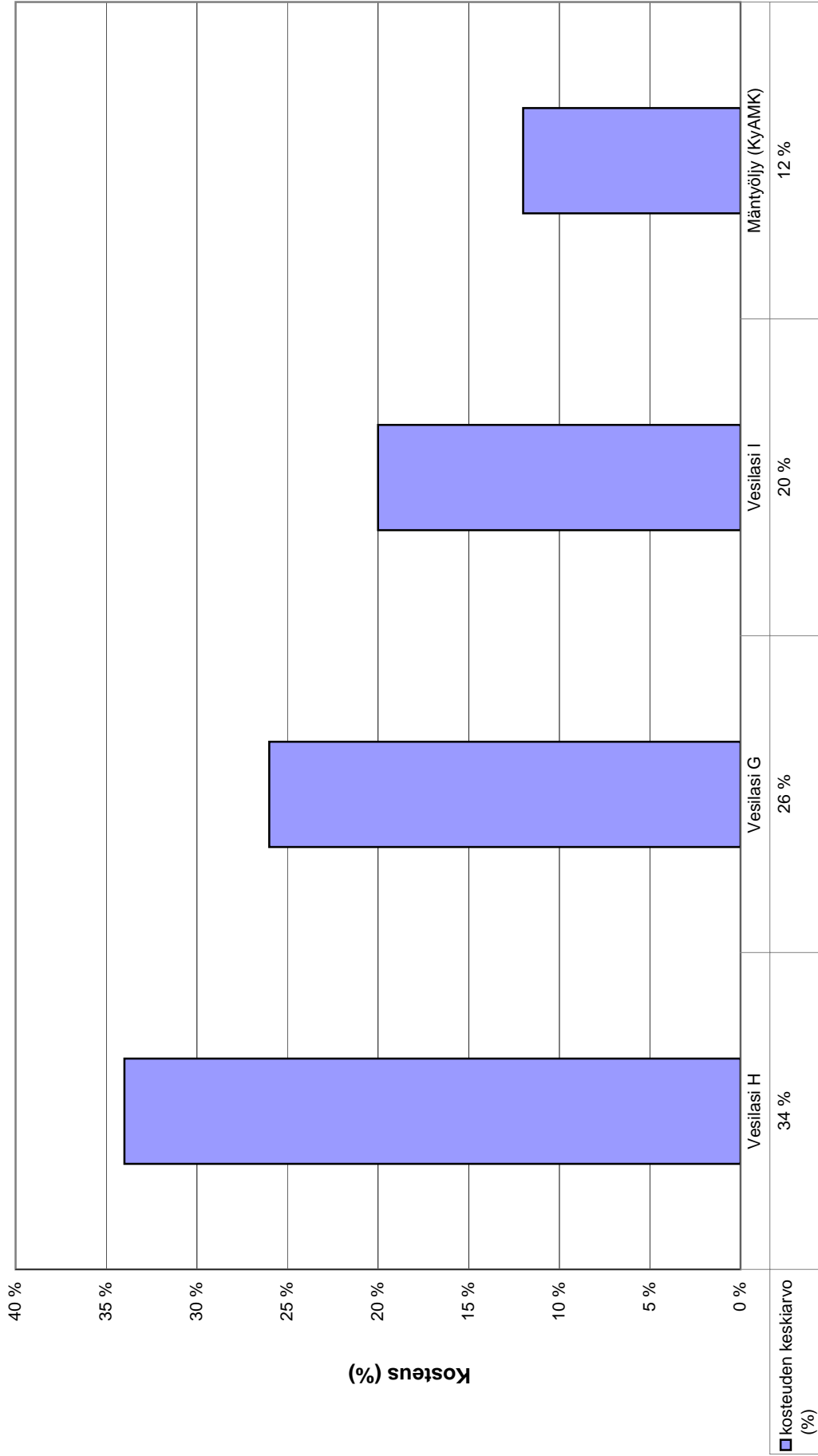


Suoja-aineen tunkeuman ja jäämän keskiarvo männyn pintapuussa punnituksen ja laboratorianalyysin perusteella (Terassilaudat)

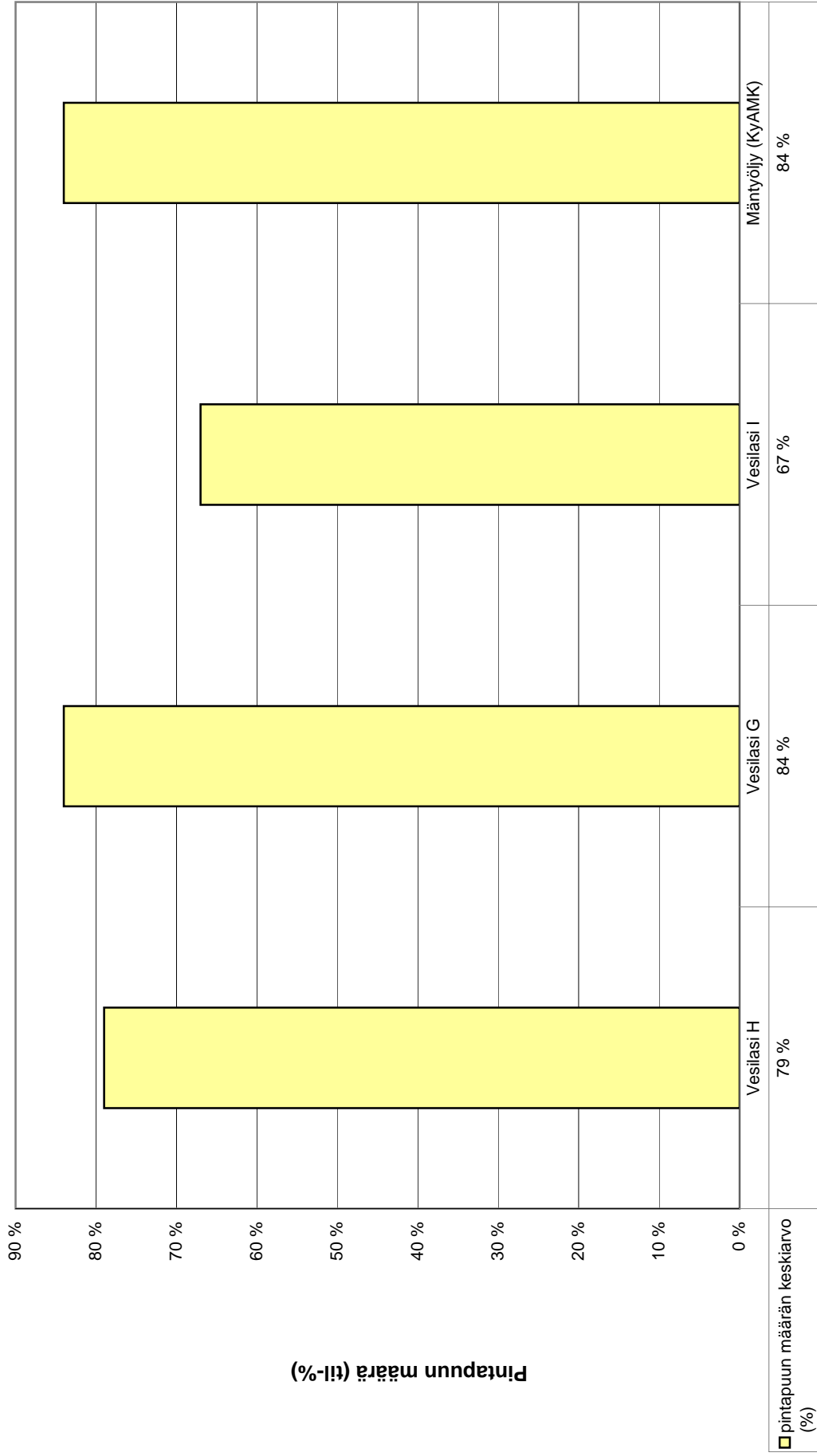


Tuoteryhmät

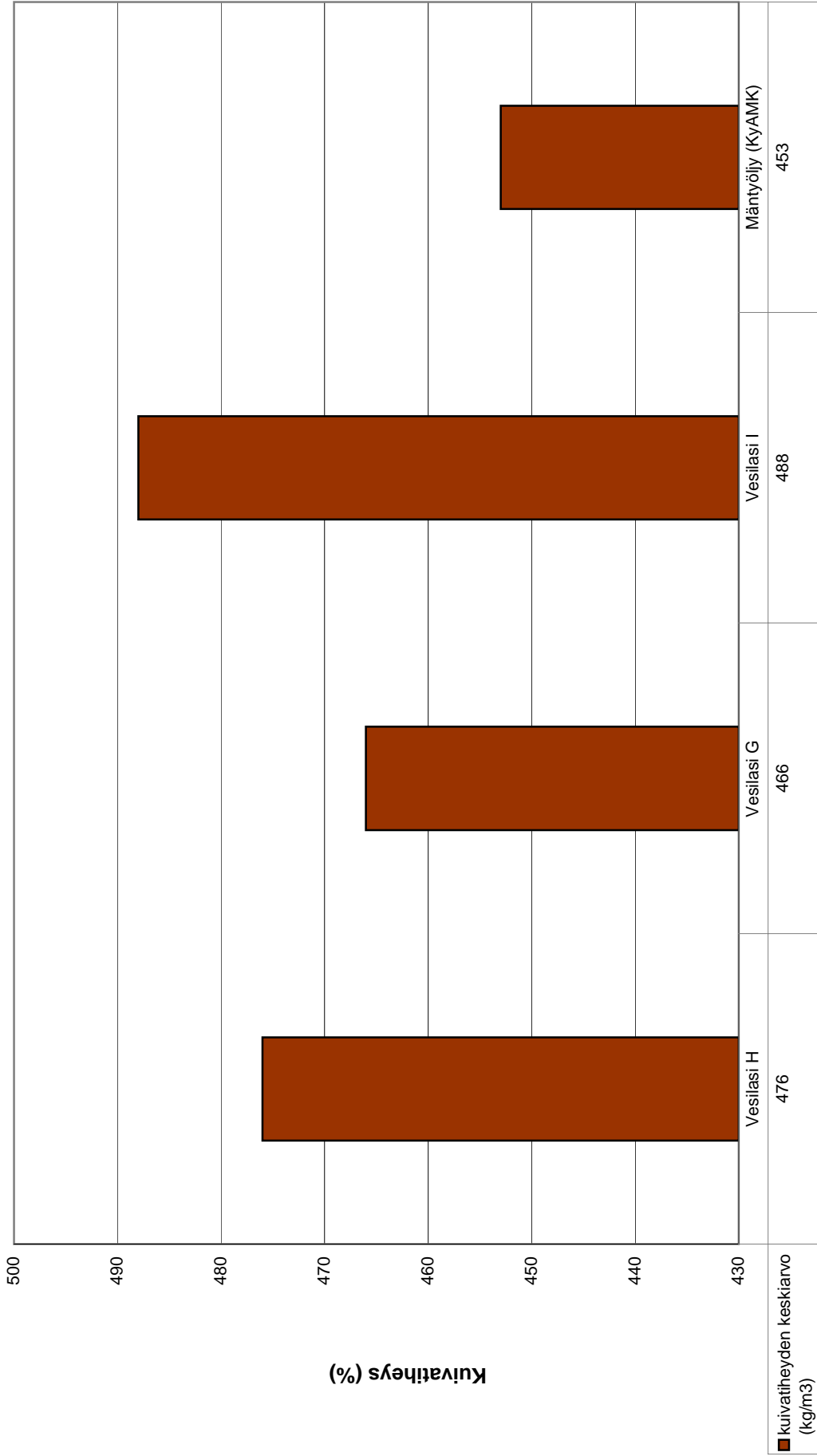
**Puuaineen kosteuden keskiarvo ennen painekyllästystä tuoteryhmittäin
(Ulkooverhouslaudat)**



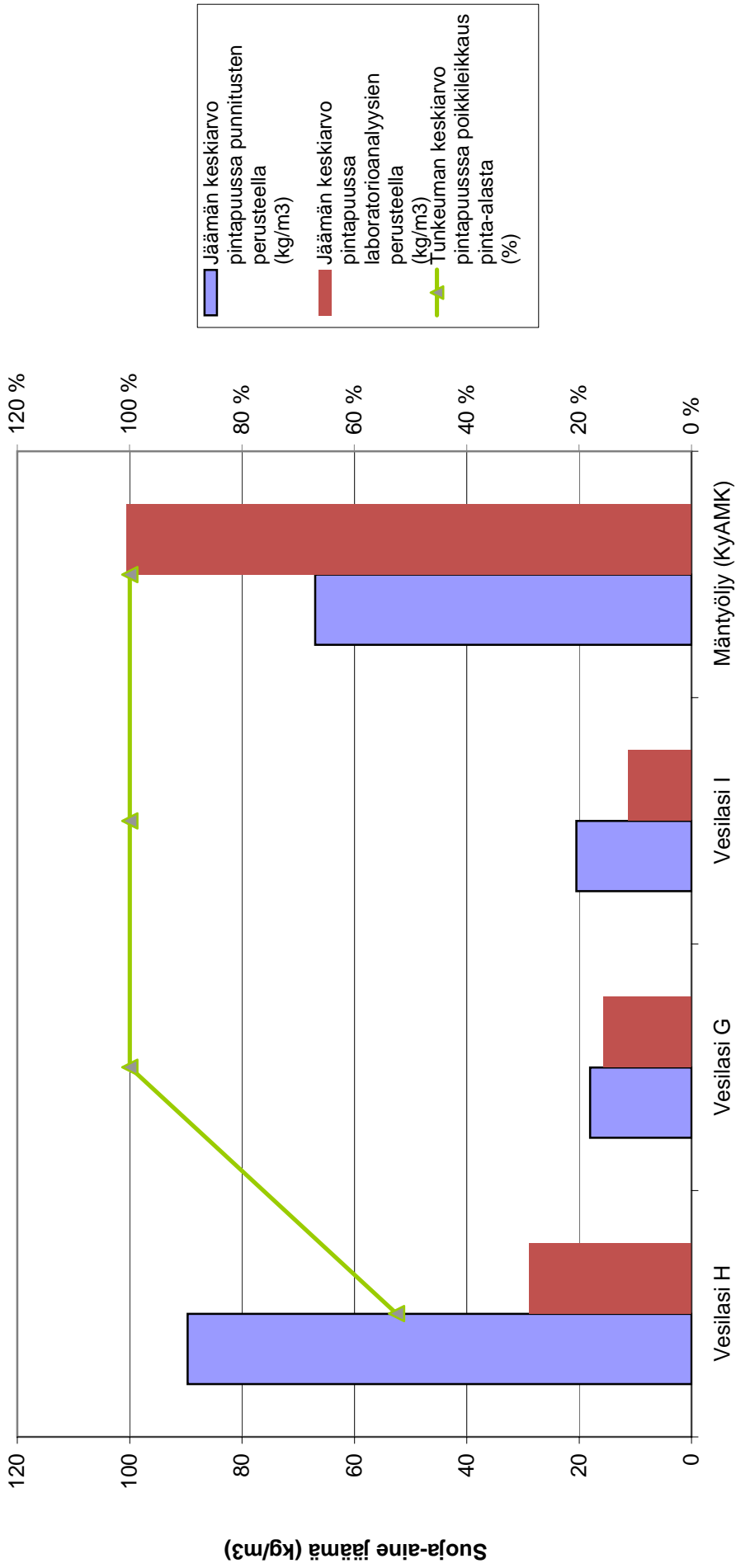
**Puuaineen pintapuun määrän keskiarvo ennen painekyllästystä tuoteryhmittäin
(Ulkooverhouslaudat)**



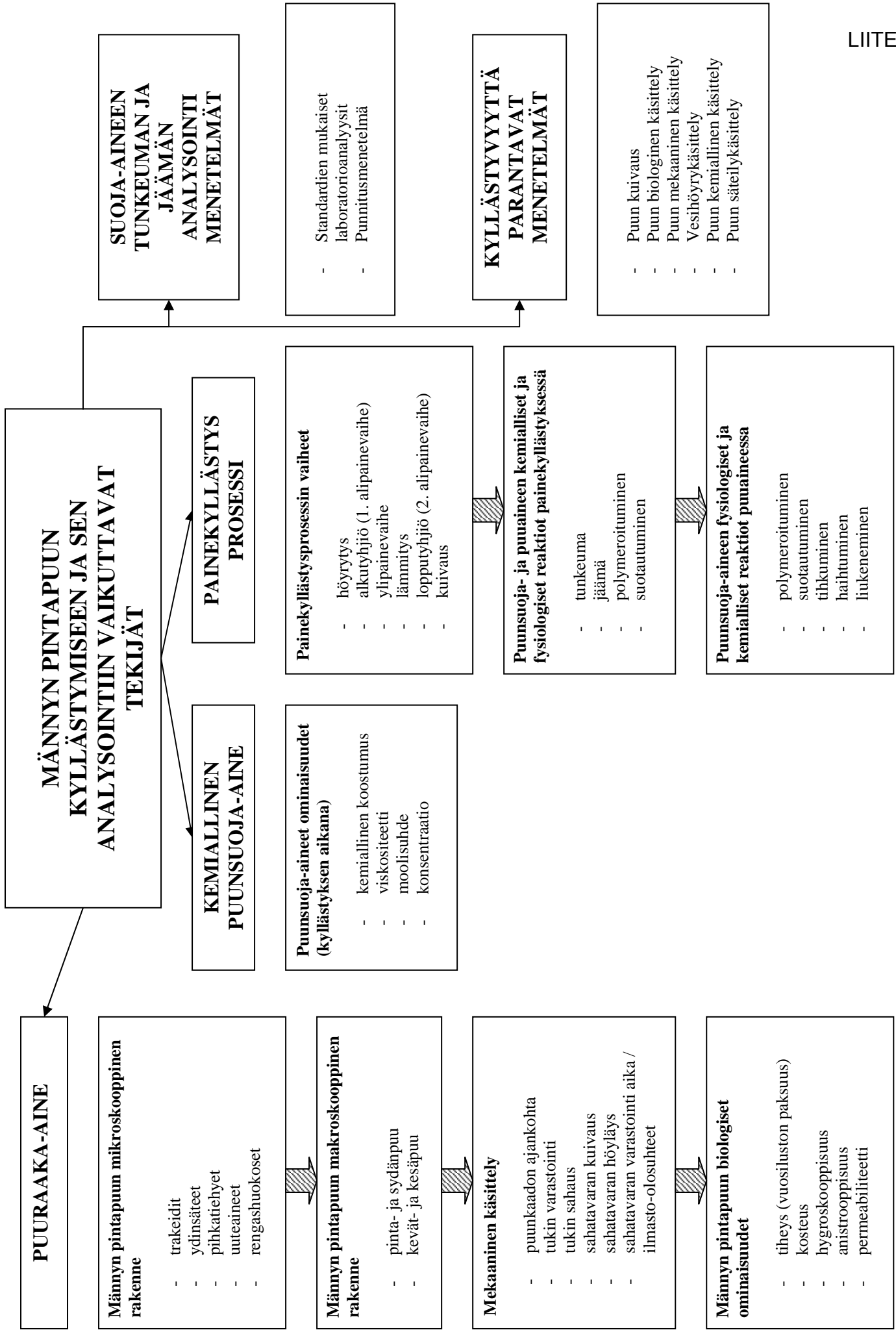
**Puuaineen kuivatiheyden keskiarvo ennen painekyllästystä tuoteryhmittäin
(Ulkoerohauslaudat)**



Suoja-aineen tunkeuman ja jäämän keskiarvo männyn pintapuussa punnituksen ja laboratorianalyysin perusteella (Ulkoverhouslaudat)



Tuoteryhmät



Pintapuumäärän, suoja-aineen tunkeuman ja puuaineen tiheyden virheel-lisen analysoinnin vaikutus laskennalliseen suoja-ainejäämän

Pintapuumäärän vaikutus suoja-ainejäämään

puutuote	paino ennen kyllästystä (kg)	paino kyläs- tyksen jälkeen (kg)	imeytyneen käyttö- luoksen määrä (kg)	käyttöliuoksen väkevyyys (%)	imeytyneen kuiva- aineen määrä (kg)	pintapuun määrä (%)	suoja-aineen tunkeuma (%)	puutuotteen tiilavuus (m ³)	suoja- ainejäämä (kg/m ³)
1	5	10	5	2 %	0,10	5 %	100 %	0,013	153,8
2	5	10	5	2 %	0,10	10 %	100 %	0,013	76,9
3	5	10	5	2 %	0,10	15 %	100 %	0,013	51,3
4	5	10	5	2 %	0,10	20 %	100 %	0,013	38,5
5	5	10	5	2 %	0,10	25 %	100 %	0,013	30,8
6	5	10	5	2 %	0,10	30 %	100 %	0,013	25,6
7	5	10	5	2 %	0,10	35 %	100 %	0,013	22,0
8	5	10	5	2 %	0,10	40 %	100 %	0,013	19,2
9	5	10	5	2 %	0,10	45 %	100 %	0,013	17,1
10	5	10	5	2 %	0,10	50 %	100 %	0,013	15,4
11	5	10	5	2 %	0,10	55 %	100 %	0,013	14,0
12	5	10	5	2 %	0,10	60 %	100 %	0,013	12,8
13	5	10	5	2 %	0,10	65 %	100 %	0,013	11,8
14	5	10	5	2 %	0,10	70 %	100 %	0,013	11,0
15	5	10	5	2 %	0,10	75 %	100 %	0,013	10,3
16	5	10	5	2 %	0,10	80 %	100 %	0,013	9,6
17	5	10	5	2 %	0,10	85 %	100 %	0,013	9,0
18	5	10	5	2 %	0,10	90 %	100 %	0,013	8,5
19	5	10	5	2 %	0,10	95 %	100 %	0,013	8,1
20	5	10	5	2 %	0,10	100 %	100 %	0,013	7,7

Suoja-ainetunkeuman vaikutus suoja-ainejäämään

puutuote	paino ennen kyllästystä (kg)	paino kyläs- tyksen jälkeen (kg)	imeytyneen käyttö- luoksen määrä (kg)	käyttöliuoksen väkevyyys (%)	imeytyneen kuiva- aineen määrä (kg)	pintapuun määrä (%)	suoja-aineen tunkeuma (%)	puutuotteen tiilavuus (m ³)	suoja- ainejäämä (kg/m ³)
1	5	10	5	2 %	0,10	100 %	5 %	0,013	153,8
2	5	10	5	2 %	0,10	100 %	10 %	0,013	76,9
3	5	10	5	2 %	0,10	100 %	15 %	0,013	51,3
4	5	10	5	2 %	0,10	100 %	20 %	0,013	38,5
5	5	10	5	2 %	0,10	100 %	25 %	0,013	30,8
6	5	10	5	2 %	0,10	100 %	30 %	0,013	25,6
7	5	10	5	2 %	0,10	100 %	35 %	0,013	22,0
8	5	10	5	2 %	0,10	100 %	40 %	0,013	19,2
9	5	10	5	2 %	0,10	100 %	45 %	0,013	17,1
10	5	10	5	2 %	0,10	100 %	50 %	0,013	15,4
11	5	10	5	2 %	0,10	100 %	55 %	0,013	14,0
12	5	10	5	2 %	0,10	100 %	60 %	0,013	12,8
13	5	10	5	2 %	0,10	100 %	65 %	0,013	11,8
14	5	10	5	2 %	0,10	100 %	70 %	0,013	11,0
15	5	10	5	2 %	0,10	100 %	75 %	0,013	10,3
16	5	10	5	2 %	0,10	100 %	80 %	0,013	9,6
17	5	10	5	2 %	0,10	100 %	85 %	0,013	9,0
18	5	10	5	2 %	0,10	100 %	90 %	0,013	8,5
19	5	10	5	2 %	0,10	100 %	95 %	0,013	8,1
20	5	10	5	2 %	0,10	100 %	100 %	0,013	7,7

Pintapuumäärän, suoja-aineen tunkeuman ja puuaineen tiheyden virheellisen analysoinnin vaikutus laskennalliseen suoja-ainejäämän

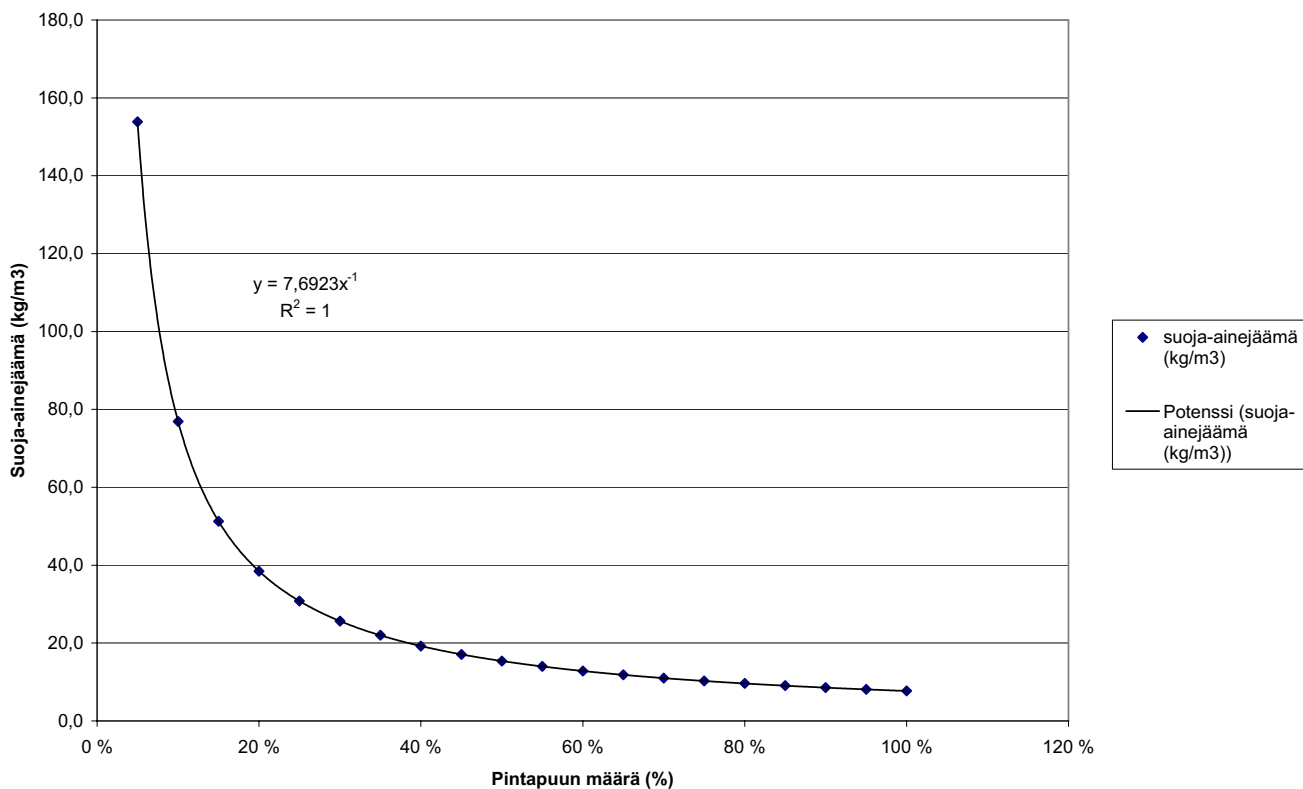
Esimerkki laskelma pintapuumäärän ja suoja-ainetunkeuman virheellisen analyysin yhteisvaikuksesta laskennalliseen suoja-ainejäämään

A = virheetön analyysi B = virheellinen analyysi, jossa virheet kumoavat toisensa

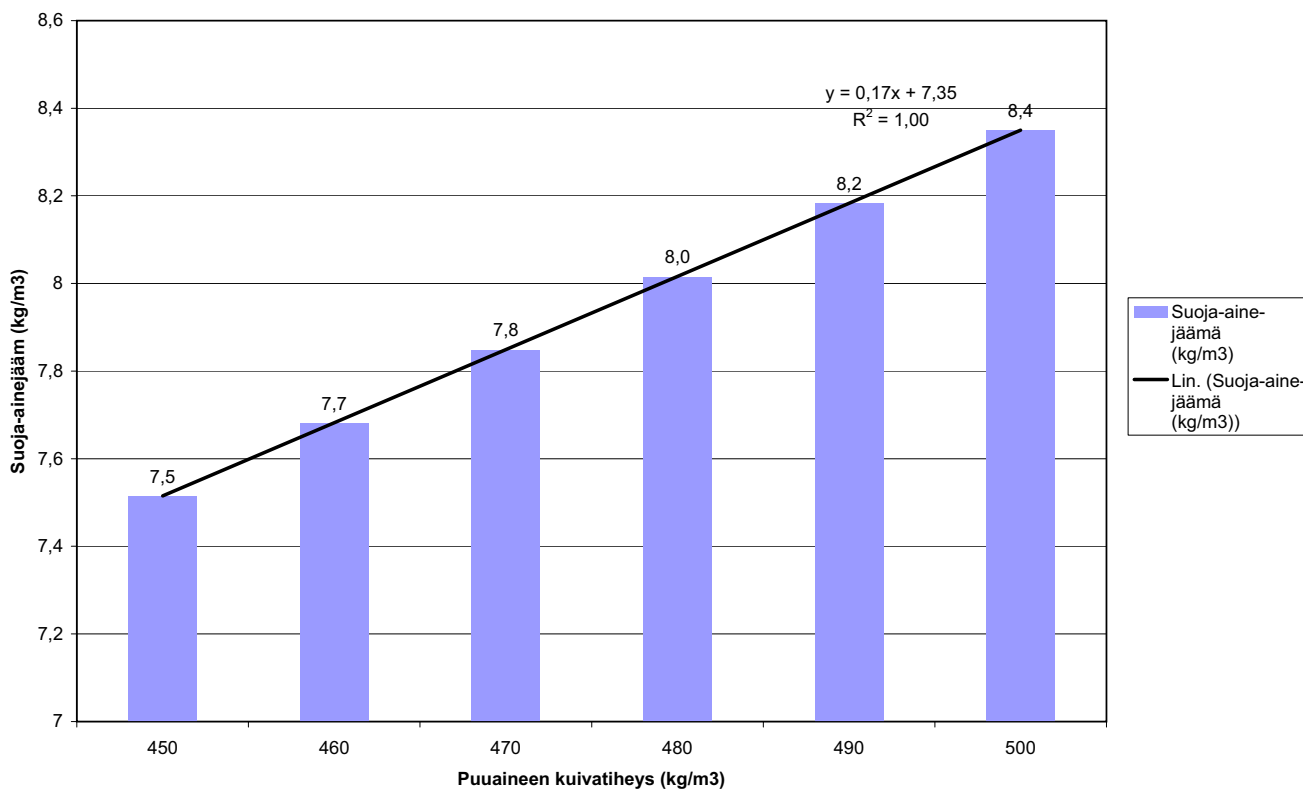
analyysi	paino ennen kylmistystä (kg)	paino kylmistyksen jälkeen (kg)	imeytyneen liuoksen määrä (kg)	imeytyneen käyttöliuoksen väkevyyden (%)	imeytyneen kuiva-aineen määrä (kg)	pintapuun määrä (%)	suoja-aineen tunkeuma (%)	puutuotteen tilavuus (m ³)	suoja-ainejäämä (kg/m ³)
A	5	10	5	2 %	0,10	80 %	80 %	0,013	12,0
B	5	10	5	2 %	0,10	91 %	71 %	0,013	11,9

Puuaineen kuivatiheyden vaikutus suoja-ainejäämään

puutuote	Puuaineen kuivatiheys (kg/m ³)	Suoja-ainejäämä (g/kg)	Suoja-ainejäämä (kg/m ³)
12	450	16,7	7,515
13	460	16,7	7,682
14	470	16,7	7,849
15	480	16,7	8,016
16	490	16,7	8,183
16	500	16,7	8,35



Kuva pintapuun määrän vaikutuksesta laskennalliseen suoja-ainejäämään



Kuva puuaineen kuivatiheyden vaikutuksesta laskennalliseen suoja-ainejäämään