

# HIOMATTOMAN JA HIOTUN LASTULEVYN MELAMIINIPINNOITUS

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Puutekniikan koulutusohjelma  
Puutuotetekniikka sv  
Opinnäytetyö  
Kevät 2006  
Saario Juha-Matti

## Alkusanat

Haluan kiittää Metso Panelboardin Nastolan koelaboratorion henkilökuntaa ja erityisesti Markku Erämajaa, joka toimi opinnäytetyön ohjaajana ja Lahden Ammattikorkeakoulun Ilkka Markkasta, joka toimi opinnäytetyön valvojana ja ohjaavana opettajana. Kaikkein eniten haluan kiittää isää, äitiä ja sisaruksiani saamastani tuesta ja avusta opiskelun saralla.

Saario Juha-Matti

Lahden ammattikorkeakoulu  
Tekniikan laitos

SAARIO, JUHA-MATTI Hiomattoman ja hiotun lastulevyn melamiinipinnoitus

Puutekniikan opinnäytetyö 62 sivua, 51 liitettä

Kevät 2006

---

## TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia hiomattoman ja hiotun levyn pinnoitettavuutta erilaisten pinnoitetestien avulla. Pinnoitteita on neljää eri väriä: musta, ruskea, vaalea ja valkoinen. Testissä käytettävät lastulevyt ovat Swedspanin hiottu, Swedspanin ei hiottu ja Lesnan hiottu. Pinnoitettujen lastulevyjen määrä on 11 erilaista levy- pinnoiteyhdistelmää, koska Lesnan levyjä on pinnoitettu vain mustalla, ruskealla ja valkoisella pinnoitteella. Opinnäytetyö tehdään Metso Panelboardille Nastolaan.

Opinnäytetyöhön kuuluu kymmenen erilaista testiä, jotka ovat naarmutus-, pinnanrepäisy-, pinta-absorptio-, säröytymis-, kuulan isku-, vesihöyryn kesto-, pintavirhe-, työstö- ja reunasahaus ja värjäytymistesti ja levyn tiheysprofiilinmittaus. Kaikki muut testit, paitsi pinta-absorptiotesti suoritetaan kaikille pinnoitetuille lastulevyille. Työssä testataan myös pinnoittamattomia lastulevyjä. Pinnoittamattomille levyille tehdään vain pinnanrepäisytesti ja pinta-absorptiotesti. Testit suoritetaan Lahden ammattikorkeakoulun puulaboratoriossa ja Metso panelboardin koelaboratoriossa Nastolassa.

Tuloksien on ylitettävä EN 438-2, EN 14322 ja EN 14323 -standardien vaatimien rajat, jotta testattavat lastulevyt kelpaavat kaupalliseen tuotantoon. Tuloksista näkee, että hiotuilla ja hiomattomilla lastulevyillä ei ole suurta eroa. Kaikki testattavat lastulevy- pinnoiteyhdistelmät ylittävät standardien vaatimat arvot, joten kaikki ovat tuotantoon sopivia.

Avainsanat: Melamiinipinnoitettu lastulevy, Pinnoitetestit, EN 438-2, EN 14322 ja EN 14323.

Lahti University of Applied Sciences  
Faculty of Technology

SAARIO, JUHA-MATTI

Un-sanded and sanded particleboard of melamine surfacing

Bachelor's thesis in Wood Technology, 62 pages, 51 appendices

Spring 2006

---

## ABSTRACT

The objective of this study was to examine melamine faced boards and investigate melamine surfaces in four different colours: black, brown, light brown and white. Overlaid boards were sanded Swedspan and Lesna and un-sanded Swedspan. Overlaid boards were totally 11 different combinations. The study was commissioned by Metso Panelboard, and is part of their ongoing development work.

The investigation included ten different tests and 11 different surfacing boards. Surface tests are scratching, surface soundness, determination of surface absorption, cracking, impact of large diameter steel ball, dry heat resistance, surface defects, edge damage and staining tests and measuring of density profile. All mentioned tests were made on each surfaces. The actual testings were made in the wood laboratory of Lahti University of Applied Sciences and Metso Panelboard laboratory.

The results indicate that all surfaces match EN 438-2, EN 14322 and EN 14323 standards. Due to that all tested melamine faced boards can be admitted to manufacture. Test showed that there were not big differences between sanded and un-sanded boards.

Keywords: Melamine faced boards, scratching, surface soundness, determination of surface absorption, cracking, impact of large diameter steel ball, dry heat resistance, surface defects, edge damage and staining tests and measuring of density, EN 438-2, EN 14322 and EN 14323 standards

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
	1.2 Opinnäytetyön tavoitteet	2
2	Lastulevyn jalostustuotteet ja niiden käyttö	2
3	PINNOITUKSEN TAVOITTEET JA VAATIMUKSET	2
	3.1 Lastulevyn pinnankäsittelyn tavoitteet	2
	3.2 Pinnoittamisen onnistumisen edellytykset	3
4	PINNOITUS NESTEMÄISILLÄ PINNOITTEINEILLA	5
	4.1 Silotettu lastulevy	5
	4.2 Maalattu lastulevy	7
5	PINNOITUS LIIMAUTUVILLA PINNOITTEILLA	10
	5.1 Paperin impregnointi	10
	5.2 Maalausohjapaperi	12
	5.3 Melamiinimuovikalvo	13
	5.3.1 Melamiinimuovikalvon pintakuvioidin muodostuminen	13
	5.3.2 Melamiinimuovikalvon pinnoitus	13
6	PINNOITUS LIIMATTAVILLA PINNOITTEILLA	15
	6.1 Muovilaminaatti	16
	6.1.1 Muovilaminaatin rakenne ja valmistus	16
	6.1.2 Muovilaminaatin pinnoittaminen	18
	6.2 PVC- kalvo	19
	6.2.1 PVC- kalvon käyttö	19
	6.2.2 PVC- kalvolla pinnoittaminen	20
	6.3 Puuviilu	21
	6.3.1 Puuviilun valmistus	21
	6.3.2 Puuviilulla pinnoittaminen	21
7	TUTKIMUSMATERIAALI	22
8	MELAMIINIPINNOITETUN LASTULEVYN PINNOITETESTIT	23
	8.1 Standardit	23
9	PINTAVIRHETESTI	24
	9.1 Pintavirhetestin periaate ja tarvittavat laitteet	24

9.2	Testin suorittaminen	24
9.3	Tulokset	24
10	NAARMUTUSTESTI	26
10.1	Naarmutustestin periaate ja tarvittavat laitteet	26
10.2	Testin suorittaminen	26
10.3	Tulokset	28
11	VESIHÖYRYN KESTOTESTI	29
11.1	Vesihöyryn kestotestin periaate ja tarvittavat laitteet	29
11.2	Testin suorittaminen	29
11.3	Tulokset	31
12	TYÖSTÖ- JA REUNASAHAUSTESTI	33
12.1	Työstö- ja reunasahaustestin periaate ja tarvittavat laitteet	33
12.2	Testin suorittaminen	34
12.3	Tulokset	37
13	VÄRJÄYTYMISTESTI	39
13.1	Värjäytymistestin periaate ja tarvittavat laitteet	39
13.2	Testin suorittaminen	40
13.3	Tulokset	41
14	REPÄISYTESTI	42
14.1	Repäisytestin periaate ja tarvittavat laitteet	42
14.2	Testin suorittaminen	42
14.3	Tulokset	46
15	ISKUTESTI	47
15.1	Iskutestin periaate ja tarvittavat laitteet	47
15.2	Testin suorittaminen	48
15.3	Tulokset	49
16	SÄRÖYTYMISTESTI	51
16.1	Säröytymistestin periaate ja tarvittavat laitteet	51
16.2	Testin suorittaminen	53
16.3	Tulokset	54
17	TOLUEENITESTI	54
17.1	Tolueenitestin periaate ja tarvittavat laitteet	54

17.2	Testin suorittaminen	55
17.3	tulokset	56
18	TIHEYSPROFILIMITTAUS	57
18.1	Tiheydenmittauksen tulokset	58
19	YHTEENVETO TULOKSISTA	60
	LÄHTEET	62
	LIITTEET	63

# 1 JOHDANTO

Metso Panelboard on johtava levyteollisuuden laitteiden ja jälkimarkkinapalveluiden toimittaja. Metso Panelboard on yksi maailman johtavista suunnittelu-, teknologia- ja huoltopalveluiden toimittajista puupohjaiselle levyteollisuudelle (MDF, lastulevy ja OSB). Yrityksellä on vankka kokemus asiakaslähtöisten ja modulaaristen ratkaisujen tuottamisesta uusiin tuotantolinjoihin sekä uudelleenrakennus- ja modernisaatio-projekteihin. Metso Panelboardin toimintakonsepti perustuu asiakkaiden tarvetta vastaavien, luotettavien ja laadukkaiden tuotteiden toimittamiseen. Yrityksen tavoite on jatkuvan suorituskyvyn varmistaminen levyntuotannossa sekä kannattavien parannushankkeiden läpivienti nopealla investoinnin takaisinmaksuajalla.

Metso Panelboard toimii itsenäisenä yksikkönä Metso Ventures -liiketoiminta-alueella, joka on yksi Metso-konsernin neljästä liiketoiminta-alueesta. Metso Panelboard tuotedivisioonien toimistot sijaitsevat Sundsvallissa Ruotsissa (kuitulevydivisioona), Hannoverissa Saksassa (puristin- ja energiadivisioona) ja Nastolassa Suomessa (lastulevy- ja OSB-divisioona). Metso Panelboardin johto sijaitsee Helsingissä. Yrityksellä on laaja tutkimus-, teknologia- ja tuotekehitystoiminto, joka painottuu ympäristöystävällisten prosessien ja tuotteiden kehitystyöhön. Metso Panelboardin koelaboratoriot Ruotsissa ja Suomessa tarjoavat asiakkaille investointipäätöksien tueksi tarvittavaa tietoa.

Metso Panelboard on kokenut lastulevyteollisuuden kokonaisten tuotantolinjojen ja yksittäiskoneiden toimittaja. Tuotevalikoima käsittää laitteet puhdistukseen, seuloon, kuivaukseen, liimaukseen, sirotteluun, puristukseen, levynkäsittelyyn, energiantuotantoon sekä prosessiautomaation sovellukset. Metson tuotemerkkejä lastulevyissä ovat mm. ClassiCleaner™, ClassiScreen™, ClassiFormer™, Contipress™ ja Lukki™. (Metso Panelboard 2006)



## **1.2 Opinnäytetyön tavoitteet**

Opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia melamiinimuovikalvolla pinnoitettua lastulevyä. Tutkimuksessa tarkastellaan melamiinipinnoitteen mekaanista ja kemiallista kestävyyttä erilaisilla testeillä, jotka ovat ennalta määrättyjä. Työn tavoitteena on saada selville, voidaanko hionta jättää pois puristuksen ja pinnoittamisen välistä eli voidaanko yksi vaihe poistaa tuotannosta. Tutkimuksessa vertaillaan hiomattomien ja hiottujen levyjen tuloksia keskenään ja selvitetään täyttävätkö ne pinnoitetuille lastulevyille asetetut vaatimukset.

## **2 LASTULEVYN JALOSTUSTUOTTEET JA NIIDEN KÄYTTÖ**

Lastulevyn jalostamisessa on kyse lastulevytuotteiden käyttömahdollisuuksien lisäämisestä ja tuotteen ominaisuuksien parantamisesta. Jalostettuja tuotteita ovat silotettu eli spaklattu, maalattu, maalauspohjakalvo, melamiinimuovikalvolla, muovilaminaatilla, PVC-kalvolla ja puuviilulla pinnoitetut lastulevyt. Pinnoitettua lastulevyä käytetään pääasiassa rakennuspuusepänteollisuudessa ja huonekaluteollisuudessa. Yleisimmät pinnoitetun lastulevyn käyttökohteet ovat huonekalujen osat, kuten pöytälevyt, kaappien ovet, hyllystöjen tasopinnat, verhoiltujen huonekalujen rungot ja keittiökalusteet. Pinnoitettua lastulevyä voidaan käyttää myös tilapäisissä rakenteissa, kuten näyttely- ja messutilojen rakentamisessa.

## **3 PINNOITUKSEN TAVOITTEET JA VAATIMUKSET**

### **3.1 Lastulevyn pinnankäsittelyn tavoitteet**

Pinnoittaminen lisää lastulevyyn kohdistuvaa fyysisten rasituksen ja kemiallisten aineiden kulutuksen kestoa ja näin ollen pidentää lastulevyn käyttöikää. Pinnoittamaton lastulevy on erittäin arka kaikenlaiselle likaantumiselle, kulutukselle ja mikro-organismien aiheuttamille vahingoille etenkin kosteissa tiloissa.

Pinnoitetun lastulevyn pinnoite taas suojaa mekaaniselta kulutukselta, auringon UV-säteilyltä, likaantumiselta, naarmutukselta, kosteudelta ja kemiallisilta aineilta. Pinnoittaminen mahdollistaa myös lastulevyn käytön pintamateriaalina. Lastulevyn jalosteista ovat tärkeimmät täyteaineilla silotetut eli spaklatut lastulevyt ja melamiinikalvolla esim. puuimitaatiolla pinnoitetut lastulevyt. (Koponen 2002, 148.)

### **3.2 Pinnoittamisen onnistumisen edellytykset**

Pinnoittamisen onnistuminen edellyttää pinnoitteen kiinnittymisen lastulevyyn. Tarttuminen tapahtuu levyyn adheesiovoiman avulla, joka vallitsee pinnoitteen ja puuaineksen välillä. Jos adheesiovoima ei ole tarpeeksi suuri, ei tarttumista tapahdu. Jotta saadaan kestävä pinnoite, on sen toimittava oikein pinnoitettaessa ja täytettävä seuraavat edellytykset. Pinnoiteaineen on kostutettava lastulevyn pintaa, jolloin aine imeytyy tasaisesti puuaineeseen ja näin ollen mahdollistaa kiinnittymisen. Pinnoitteen sisäisen lujuuden eli koheesion tulee olla riittävä. Kun pinnoite on kuivunut ja kiinnittynyt puuaineeseen, voi sen tilavuus pienentyä ja aiheuttaa vetojännityksiä lastulevyyn. Vetojännitykset voivat aiheuttaa pinnoitteen rikkoontumista ja levyyn muodonmuutoksia ja näin ollen sen on oltava kovettuneena riittävän elastinen pystyäkseen seuraamaan rikkoutumatta lastulevyn kosteus- ja lämpömuutosten aiheuttamaa elämistä. Valmiin pinnan tulee kestää käytössä sille asetetut kestävyysvaatimukset. (Koponen 1988, 12 - 13.)

Lastulevyn pinnan lujuusominaisuuksiin vaikuttaa pinnan tiheys, lastun koko ja liimauksen laatu. Pinnan tiheys on tärkeimpiä ominaisuuksia, koska se vaikuttaa lastulevyn käyttöominaisuuksiin, pinnoitettavuuteen, maalattavuuteen, pinalujuuteen ja pinnan sileyteen. Yleensä pinnoitettavan levyn pinnan tiheys on  $850 - 1000 \text{ kg/m}^3$ . Pinnan tiheyden kasvaessa sen lujuus paranee. Lujuusominaisuuksiltaan pinnoitettavan lastulevyn pinnan kohtisuora vetolujuus on oltava vähintään  $1,0 \text{ N/mm}^2$ . Vetolujuuden ollessa liian alhainen, voi se aiheuttaa pinnoitteen halkeilua. Kalvopinnoitteilla pinnoitettaessa tulee käytettävien lastulevyjen olla pinnaltaan tavallista parempia.

Lastulevyn pinnan tulee olla hienolastuista, homogeenista, väriltään tasaista ja koko levyn tiheyden on oltava vähintään  $650 \text{ kg/m}^3$ . (Juvonen & Pekkinen 1987, 169.)

Erittäin tärkeä asia onnistuneen pinnoittamisen kannalta on lastulevyn pinnan karkeus, joka määrää lopulta pinnoitteen lopullisen sileyden. Lastulevyn ala- ja yläpinnoilla käytetään pintalastua, joka on erittäin hienoa. Lastulevyn pinnan sileyden varmistamiseksi suurin osa lastulevyistä hiotaan leveänauhahiomakoneella tasaiseksi. Hionnan tarkoitus on saada lastulevyt haluttuun paksuuteen ja tasoittaa levyn pinta sileäksi mahdollisista paksuusvaihteluista. Paksuusvaihtelut voivat johtua sirottelusta, liiman ennenaikaisesta kovettumisesta tai kuumapuristimen vioittuneista puristuslevyistä. Levyjä hiottaessa lähtee pois  $0,6 - 1,5 \text{ mm}$ , joka vastaa koko levyyn käytettävästä raaka-aineesta noin  $6 - 12 \%$ . Hiomisessa syntyvää pölyä ei voida käyttää enää raaka-aineena, vaan käytetään energianlähteenä voimalaitoksissa. Nykyään olisi mahdollista jättää hiontavaihe kokonaan väliin, koska Metso Panelboard on kehitellyt jatkuvatoimista puristinta, jonka paksuustoleranssi on pieni. Tämä tarkoittaa sitä, että levy on tasapaksuista puristimesta tullessa. Näin ollen tämä mahdollistaa sen, että hiominen voitaisiin jättää väliin ja lastulevyt pinnoitettaisiin ilman hiontaa. (Juvonen & Pekkinen 1987, 32, 102; Erämaja 2005 ja 2006; Metso Panelboards 2005b.)



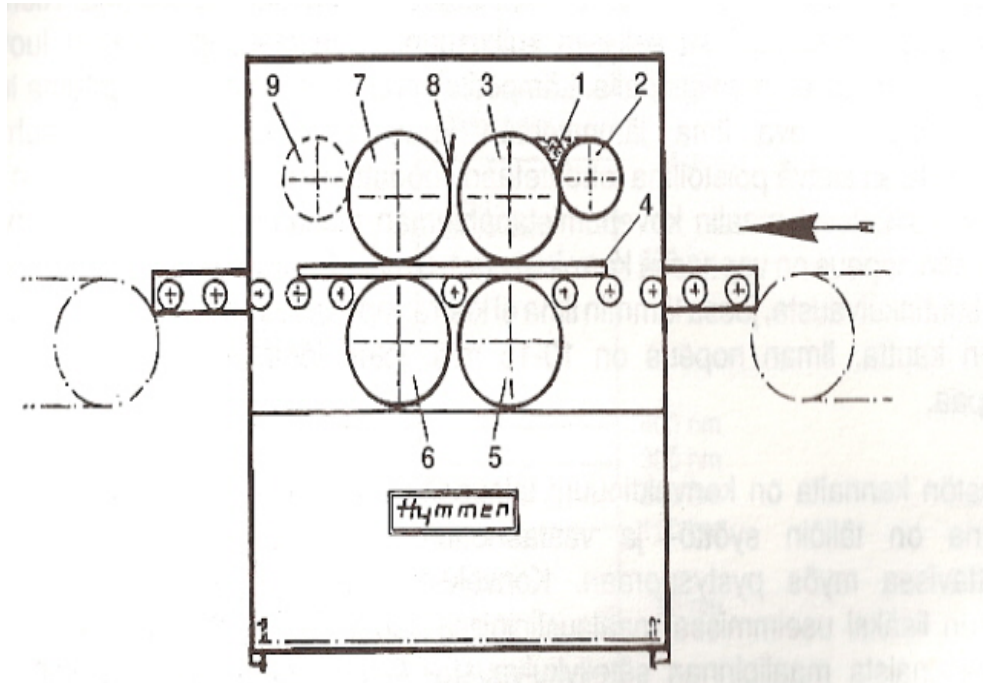
Kuvio 1. Metson Contipress<sup>TM</sup> – jatkuvatoiminen puristin. (Metso Panelboards 2005a.)

## 4 PINNOITUS NESTEMÄISILLÄ PINNOITEAINEILLA

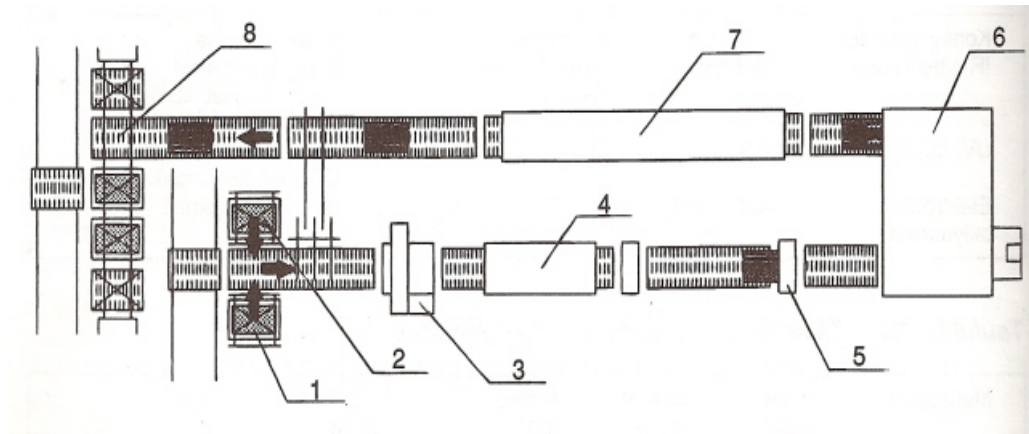
Pinnoittaminen nestemäisillä aineilla tarkoittaa lastulevyn pinnoittamista maaleilla ja silotteilla, jotka levityksen jälkeen kuivuvat tai kovettuvat kiinteäksi pintakerrokseksi. Nestemäisten pinnoiteaineiden pääkomponentit ovat sideaine, liuotin, pigmentti ja lisäaineet. Lisäaineet voivat olla erilaisia pehmittimiä, stabilisaattoreita, kostutusaineita, emulgointiaineita tai kuivatusaineita maalityypistä riippuen. Sideaineen tarkoitus pinnoittamisessa on muodostaa yhtenäinen kalvo pinnoiteaineista ja kiinnittyä koheesiovoiman avulla pinnoitettavan lastulevyn pintaan. Liuottimella säädellään pinnoiteaineen viskositeettiä ja pidetään sideaine nestemäisenä. Pigmenteillä saadaan pinnoitteille väri ja sen myötä peittävyys. Pinnoitettaessa nestemäisillä pinnoitteilla on pinnoitettavan pinnan oltava puhdas, jotta kovettumisreaktio ei häiriintyisi ja synnyttäisi pinnoitteen pinnalle värivirheitä. (Koponen 1991, 92 - 94.) (Koponen 1988, 33.)

### 4.1 Silotettu lastulevy

Lastulevyn silotukseen käytetään täyteaineita, joiden tarkoitus on parantaa lastulevyn pinnan ominaisuuksia. Silotuksella parannetaan lastulevyn maalattavuutta ja pinnoitettavuutta. Silotukseen käytetään erityisesti kehiteltyä telakonetta, jonka tuotantonopeus on varsin suuri nopeuden vaihdellessa 15 – 20 m/min. Täyteaineiden levitysmäärää säädellään annostelutelan ja levitystelan välistä rakoa muuttamalla. Täyteaineen saamiseksi lastulevyn pintaan käytetään kiillotustelaa, joka pyörii 2 – 4 m/min nopeudella levyn kulkusuuntaa vastaan. Tällöin saadaan täyteaine painettua lastulevyä vasten ja täytettyä huokoset, halkeamat tai muut pintaviat. Liiallinen täyteaine kaavitaan kaapimella kiillotustelalta, joka pitää myös telan puhtaana. (Koponen 1988, 56 - 58.)



Kuvio 2. Silotukseen käytettävä telakone 1) täyteaine 2) annostelutela 3) levitystela 4) silotettava levy 5) ja 6) kuljetustelat 7) kiillotustela 8) kaavin ja 9) kostutustela. (Koponen 1991, 107.)



Kuvio 3. Alkydisilotuslinja 1) syöttölaite 2) kääntölaite 3) hiomakone 4) etulämmitin 5) telalevityskoneet 6) kerroskuivausuuni 7) jäähdytys ja 8) lajittelu. (Koponen 1991, 112.)

Lastulevyn silotukseen käytetään pääasiassa alkyditäyteainetta, mutta pienissä määrin myös katalyyttitäyteainetta. Alkyditäyteaineen väriä antava pigmentti on yleensä titaanidioksidi, liuotteena toimii lakkabensiini ja täyttävinä aineina toimivat liitu, kalkki tai kaoliini. Alkyditäyteaineen levitysmäärät vaihtelevat 50 – 120 g/m<sup>2</sup>. Jos halutaan levitysmäärää suurentaa, voidaan telakoneita laittaa useampia peräkkäin. Tällöin levyille tehdään välihionta ennen uutta kerrosta täyteainetta. Kuivaukseen käytetään lyhyttä konvektiuunia, koska aine kovettuu nopeasti.

Silotetut lastulevyt jaotellaan Suomessa kolmeen ryhmään:

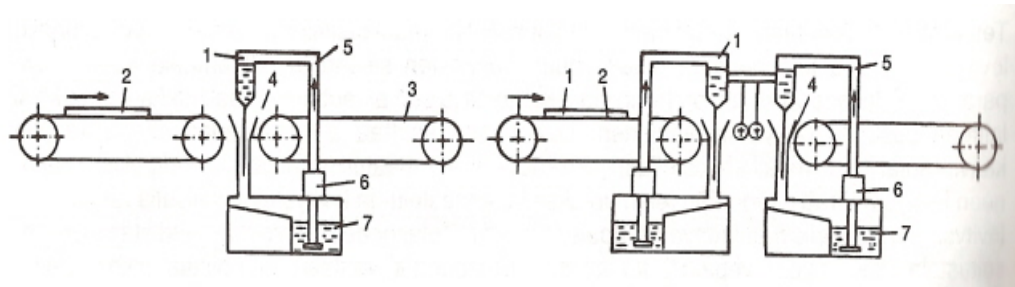
1. Täyteaineen määrä alle 80 g/m<sup>2</sup>, levy soveltuu kertamaalauksella sisustuslevyksi.
2. Täyteaineen määrä 80 – 120 g/m<sup>2</sup>, levy soveltuu käytettäväksi kertamaalauksella kalusteiden sivupintoihin.
3. Täyteaineen määrä yli 120 g/m<sup>2</sup>, tällöin on käytettävä kahta levityskertaa ja välihiontaa. Levy kelpaa tämän jälkeen kertamaalauksella vaativien huonekalujen tai kalusteiden pintoihin.

Katalyyttitäyteaineita käytetään tapauksissa, joissa katalyyttipintamaali asettaa pohjustukselle korkeat vaatimukset. Katalyyttitäyteaineilla on erittäin hyvä täyttökyky ja hiottavuus. Katalyyttitäyteaine valmistetaan sekoittamalla kovete juuri ennen käyttöä, ja kuivamiseen suositellaan haihdutusvyöhykkeellä varustettua säteilykuivaajaa. (Koponen 1988, 56 - 58.)

## 4.2 Maalattu lastulevy

Lastulevyt voidaan maalata kaikilla puun pintakäsittelyyn tarkoitetuilla maaleilla. Korkealaatuisen maalipinnan saamiseksi on lastulevyt ensin maalattava pohjamaalilla tai käytettävä valmiiksi silotettua tai maalaus pohjapaperilla pinnoitettua levyä. Lastulevyn maalaaminen suoritetaan yleensä ruisku-, tela- tai valukoneella.

Kalusteteollisuudessa yleisin menetelmä on valukone, koska se soveltuu parhaiten laajojen ja tasaisten pintojen maalaukseen. Valukone on myös erittäin tehokas, koska maalausnopeus on 20 – 120 m/min. Levitysmäärää voidaan säätää 70 – 160 g/m<sup>2</sup> valupään rakoa tai maalattavan kappaleen nopeutta muuttamalla. (Koponen 1991, 108.)



Kuvio 4. 1- ja 2- päinen valukone 1) valupää 2) syöttökuljetin 3) vastaanottokuljetin 4) valuma-allas 5) kierrätysputki 6) maalipumppu ja 7) maaliastia (Koponen 1991, 108.)

Maalausprosessin työvaiheet:

1. Levyn pinnan käsittely
  - hionta tai silotus
2. Maalin annostelu
3. Maalin levitys levyn pinnalle
  - levitys valukoneella
  - levitys telakoneella
  - sähköstaattinen ruiskutus
  - ruiskutus korkeapaineella
  - ruiskutus matalapaineella
  - käsin levitys
4. Maalikerroksen kuivaus kovaksi ja käsittelyä kestäväksi
  - konvektiokuivaus
  - säteilykuivaus

Maalikerroksen kuivaaminen valitaan maalityypin perusteella. Liuottimen haihtumiseen perustuvien maalien kuivaaminen tapahtuu konvektioperiaatteella. Tällöin maalattu levy kuljetetaan kuivauskanavan läpi, jossa kiertävä lämmin ilma ohjataan levyn kulkusuuntaa vastaan, jolloin lämmin ilma luovuttaa lämpöä levyn maalipinnalle. Lämpötilan noustessa kuivuminen nopeutuu. Konvektiokuivauksessa lämpötila vaihtelee kovettumistapahtuman mukaan vyöhykkeittäin 50 – 120 °C ja ilman nopeuden vaihdellessa vapaassa kerroksessa 1 – 5 m/s. Kuivaustehon nostamiseksi voidaan käyttää myös suutinkuivausta, jossa lämmin ilma ei kierrä vapaasti vaan puhalletaan suoraan levyn pintaan. Suutinkuivauksessa ilman nopeus voi olla 10 – 15 m/s, jolloin lämmön siirtyminen on tehokkaampaa. (Koponen 1991, 108 - 110.)

Säteilykuivaus on tarkoitettu kemiallisten reaktioiden avulla kuivuville maaleille kuivaukseen. Siinä säteilylähteestä siirtyvä säteilyenergia imeytyy maalikerrokseen ja nopeuttaa kemiallista reaktiota, jolloin maalikerros kovettuu.

Tärkeimmät kemiallisella reaktiolla kuivuvat maalityypit ovat:

- alkydimaalit
- akryylimaalit
- epoksimaalit
- polyuretaanimaalit
- polyesterimaalit
- katalyyttimaalit

Säteilykuivaus käsittää infrapuna- ja ultraviolettisäteilykuivauksen. Infrapuna- ja ultraviolettisäteilykuivauksessa säteily tuotetaan elohopealampuilla. Elohopealamput ovat sauvamaisia ja varustettu yksi- tai useampikertaisilla heijastimilla. Elohopealamput ovat tehokkaita säteilyn lähteitä ja soveltuvat sen vuoksi erittäin hyvin maalien kuivaukseen. Infrapunasäteilykuivauksen kesto on maalista riippuen 20 – 90 s. Ultraviolettisäteilykuivauksen kuivausajat ovat yleensä alle 60 s. (Koponen 1991, 108 - 110.)

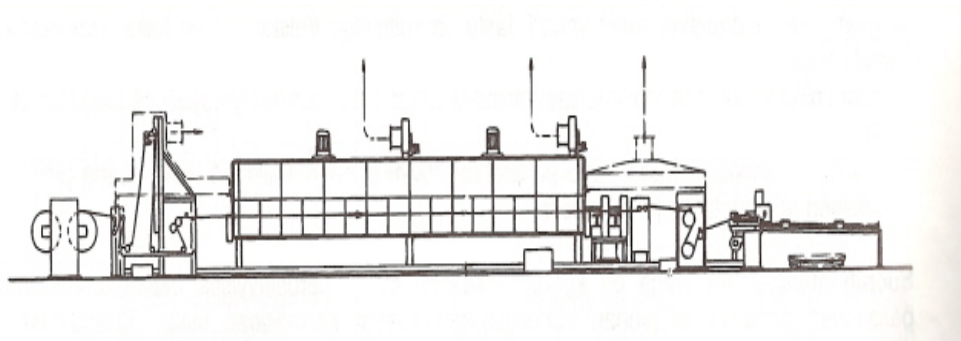


## 5 PINNOITUS LIIMAUTUVILLA PINNOITTEILLA

Liimautuvilla pinnoitteilla tarkoitetaan kertamuoveja, jotka tarttuvat lastulevyn pintaan tavallisesti yli 100 °C:n lämpötilassa korotetussa paineessa. Tavallisimpia näistä ovat kertamuovilla impregnoitut paperit, joissa käytetty muovi on urea-, melamiini- tai fenolihartsit tai näiden seoksia. Kertamuovit kovettuvat kemiallisella reaktiolla. Ne kestävät korkeita lämpötiloja ja lisäksi niillä on hyvät mekaaniset ja kemialliset kestävyysominaisuudet. Lastulevyn pinnoittamisessa käytetään kaikkein eniten melamiinihartsilla impregnoitua dekoripapereita. Pinnoitus itsetarttuvilla pinnoitteilla tapahtuu nykyään pääasiallisesti yksiaukkoisella pikatahtipuristimella, myös moniaukkoisia puristimia käytetään. (Koponen 1988, 102; <http://www.edu.fi>)

### 5.1 Paperin impregnointi

Paperin kyllästäminen eli impregnointi tehdään impregnointilaitoksessa, jossa paperiin imeytetään käyttötarkoituksen mukaan urea-, fenoli- tai melamiinihartsia. Hartsit valmistetaan kondensoimalla urean, fenolin tai melamiinin ja formaldehydin vesiliuosta 90 – 100 °C:n lämpötilassa. Ennen impregnointia hartsin sekoitetaan vielä kove- tetta, jonka jälkeen melamiinihartsit on valmiina käytettäväksi impregnointiin.

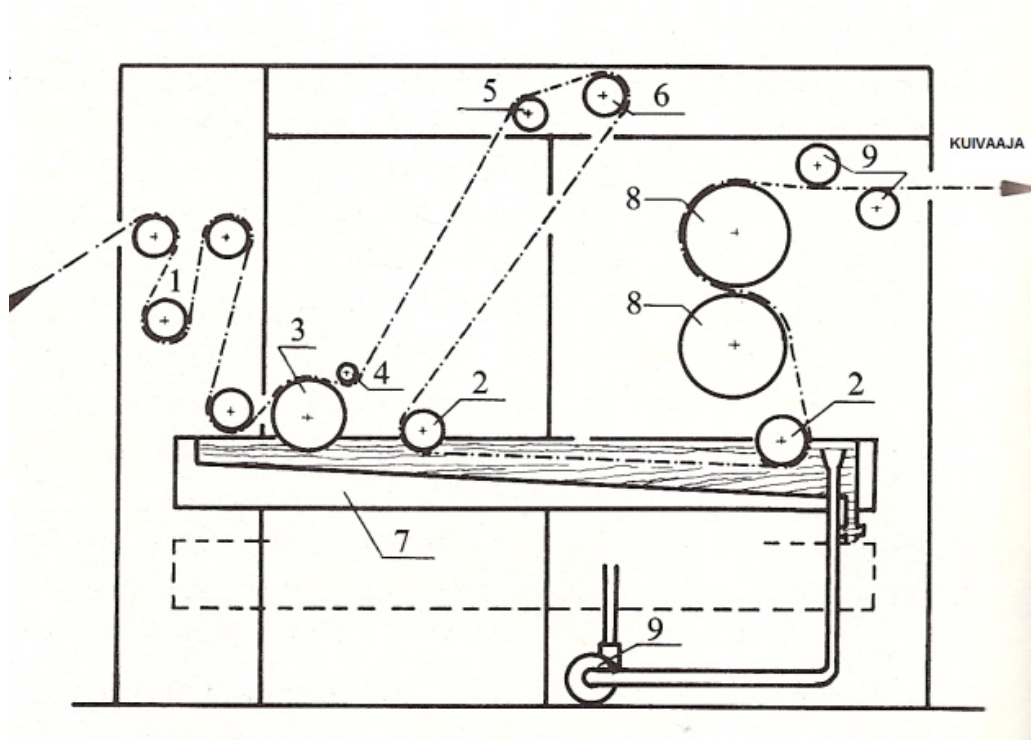


Kuvio 5. Paperin impregnointilaitos (Koponen 1991, 122.)

Impregnointilaitoksessa paperi kulkee rullalta hartsialtaaseen, jossa on urea-, fenoli- tai melamiinihartsia. Paperin kulkeutuessa impregnointialtaaseen siitä on poistettava ennen kyllästystä ilma ja säännösteltävä painoteloilla upotuksen jälkeen haluttua hartsimäärää. Paperin impregnointiaste riippuu myös sen imukyvyistä, hartsin viskositeetistä, lämpötilasta ja kondensaatioasteesta. Myös upotusaika vaikuttaa paperin hartsimäärään. Kun paperi on impregnoitu, se kuivataan uunissa. Nykyään paperi kulkee ilmassa paperinradan alle asetetuista suihkulaatikoista puhalletun kuuman ilman kannattelemana. Kuivaamisen tarkoituksena on poistaa paperista ylimääräinen vesi, jotta hartsi voi jatkaa kondensoitumistaan asteeseen, jossa paperi soveltuu parhaiten pinnoitettavaksi. Kun paperi on tullut kuivaajasta läpi, se leikataan haluttuun kokoon arkeiksi tai rullataan. Alla olevassa kuviossa 6 nähdään yleisimmin käytetyt pinnoitekalvot ja niiden sisältämän paperin ja hartsin painot. (Koponen 1991, 121 - 122.) (Koponen 1988, 103 - 105.)

	Paperin paino g/m <sup>2</sup>	Hartsin paino g/m <sup>2</sup>	Paino yhteensä g/m <sup>2</sup>	Hartsi %
<b>Pinnoituskalvo</b>	80	120	200	67
	90	130	220	59
	20	150	270	56
<b>Pintakalvo</b>	20	60	80	75
<b>Pohjakalvo</b>	80	80	160	50
	120	120	240	50

Kuvio 6. Yleisimmät pinnoitekalvot. (Koponen 2002, 159.)



Kuvio 7. Paperin impregnointikone 1) vetotelat 2) korkeussuunnassa säädettävä upotustela 3) molempiin suuntiin pyörivä sivelytela 4) korkeussuunnassa säädettävä painotela 5) käytöllä varustettu levitystela 6) hengitystela 7) hartsiallas 8) annostelutelat ja 9) tasoitustelat. (Juvonen & Pekkinen 1987, 168.)

## 5.2 Maalauspohjapaperi

Lastulevyjen pinnoituksessa maalauspohjapaperilla on huomattava osuus. Maalin hyvän tarttumisen kannalta on tärkeää, että maalauspohjapaperin hartsin määrä on suhteellisen vähäinen. Maalauspohjapaperin tarkoituksena on peittää levynpinnan voimakas väri ja mahdollinen kuviointi. Samalla paperi ehkäisee mahdolliset levyn halkeilut ja pienet pinnan epätasaisuudet. Maalauspohjakalvo vähentää myös maalin menekkiä, mikä vähentää levyn pinnoituskustannuksia.

### **5.3 Melamiinimuovikalvo**

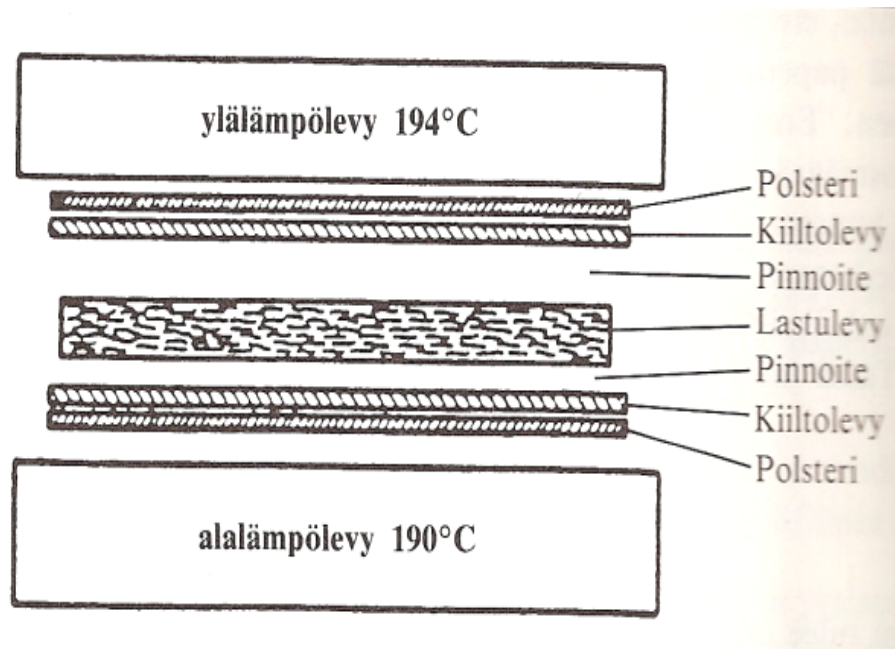
Melamiinimuovikalvo on lastulevyjen yleisin pinnoite. Pinnoitettaessa lastulevyä melamiinimuovikalvolla on pinnoitettava levyn molemmat pinnat samanpainoisilla kalvoilla levyn käyristymisen estämiseksi. Tavallisesti pinnoittamisessa käytetään yhtä kalvoa, mutta myös voidaan käyttää kahta melamiinikalvoa päällekkäin. Kahdella melamiinikalvolla saadaan pinnoitteen peittävyyttä parannettua. Melamiinikalvon päälle voidaan myös laittaa pintakalvo. Pintakalvolla saadaan parannettua pinnoitteen kulutuksenkestävyyttä. (Juvonen & Pekkinen 1987, 169.)

#### **5.3.1 Melamiinimuovikalvon pintakuvioidin muodostuminen**

Puristettaessa melamiinikalvoa lastulevyn pintaan voidaan pinnoitteen pintastruktuuri muokata haluttavaan muotoon. Puristimessa oleva kiiltolevy muokkaa halutun pintakuvioidin. Kiiltolevyn avulla voidaan puristaa kolmiulotteisia pintamuotoja, kuten puusykykuvioita, nahkajäljitelmää, uria tai ruudutusta. Kiiltolevyä voidaan käyttää yli 100 000 puristukseen, jonka jälkeen se on kunnostettava. (Juvonen & Pekkinen 1987, 169.)

#### **5.3.2 Melamiinimuovikalvon pinnoitus**

Pinnoittaminen melamiinimuovikalvolla tapahtuu pääasiallisesti yksiaukkoisella pikatahtipuristimella, mutta myös pieniä määriä moniaukkoisella puristimella. Puristimen rakenne muodostuu lämpölevyistä, polstereista ja manttelilevyistä, mikä selviää alla olevasta kuvioista 8. Polsterien tarkoitus on tasata puristuspainetta tasaisesti pinnoitettavalle levyille. Polsteri on synteettisistä kuiduista ja messinki-, kupari- tai pronssilangasta kudottua mattoa. Polsteri kestää noin 30 000 – 50 000 puristuskertaa. Manttelilevy eli kiiltolevy valmistetaan joko messingistä tai haponkestävästä teräksestä. (Juvonen & Pekkinen 1987, 169.)

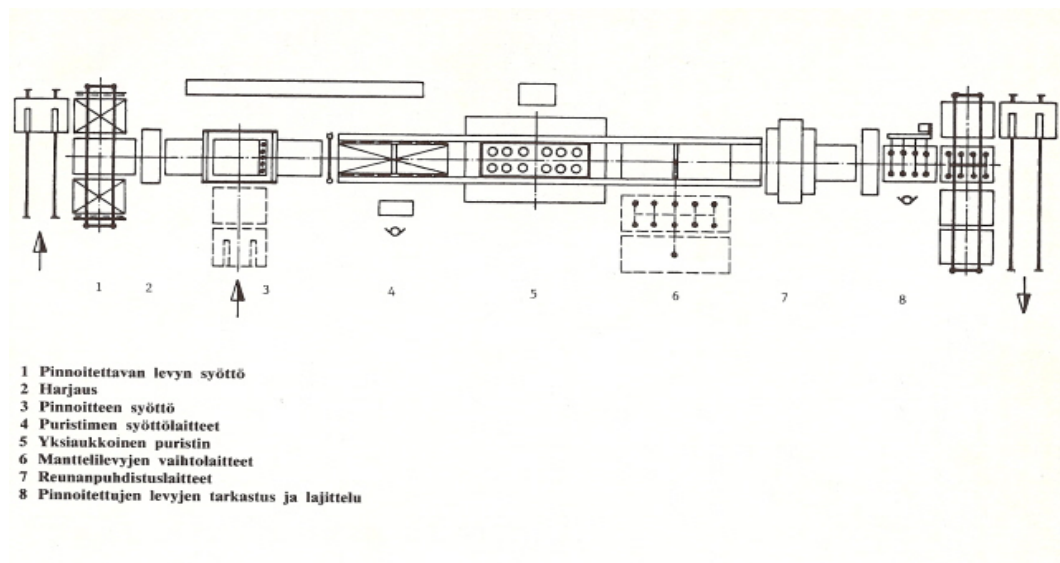


Kuvio 8. Puristimen rakenne ja latomus pikatahtipuristimessa. (Juvonen & Pekkinen 1987, 170.)

Melamiinikalvolla pinnoitettaessa on erittäin tärkeää puristimen nopea sulkeutuminen ja puristuspaineen nopea nosto. Puristimen sulkeutumishopeutta voidaan nopeuttaa siten, että puristussylinterit varustetaan esitäyttöventtiilillä. Esitäyttöventtiili mahdollistaa öljyn virtaamisen vapaasti puristussylintereihin lämpölevyn laskeutuessa omalla painollaan alas. Lämpölevyn alasajoa voidaan nopeuttaa myös erillisillä männillä. Melamiinikalvoa pinnoitettaessa lämpölevyn lämpötila tulee olla 180 – 200 °C, jolloin puristuslämpötila pinnoitteessa on noin 150 – 160 °C. Alemman lämpölevyn lämpötila tulee olla 2 – 4 °C matalampi kuin ylälämpölevyn, koska levyn alapuolen melamiinikalvo osuu lämpölevyyn aikaisemmin. Tällä toimenpiteellä ehkäistään se, ettei alapuolen melamiinikalvon hartsi kovetu liian kovaksi puristuksen aikana. Puristusaine vaihtelee pinnan kuvioinnin mukaan. Sileille pinnoille paineeksi riittää 2,0 – 2,5 MPa, kun taas kolmiulotteiset kuvioinnit vaativat hieman suurempaa puristusainetta noin 3,0 MPa. Nykyisillä puristimilla melamiinikalvojen puristusajat ovat 20 – 40 sekuntia ja tahtiajat 45 – 55 sekuntia. (Juvonen & Pekkinen 1987, 169 - 171.)

Puristustahtiaika muodostuu seuraavista työvaiheista:

- levyn poisto ja uuden latomuksen sisäänajo	8 s
- latomuksen jättö	3 s
- puristimen sulkeutuminen ja puristuspaineen nosto	2 s
- puristus	30 s
- puristuspaineen poisto ja puristimen aukaisu	2 s
<b>Yhteensä</b>	<b>45 s</b>



Kuvio 9. Yksiaukkoinen pikatahtipuristinlinja melamiinipoinnoitusta varten. (Juvonen & Pekkinen 1987, 172.)

## 6 PINNOITUS LIIMATTAVILLA PINNOITTEILLA

Yleisimmät liimattavat pinnoitteet lastulevyille ovat muovilaminaatit, PVC-kalvot ja puuviilut. Ne kiinnitetään pinnoitettavalle lastulevyille erillisessä työvaiheessa liimaamalla. Liimana voidaan käyttää sekä kerta- että kestonuoveja. Poinnoituskoneena käytetään taso- ja telakoneita kuin myös kuuma- ja kylmäpuristimia.

## 6.1 Muovilaminaatti

Muovilaminaatit kestävät erittäin hyvin lämpöä sekä mekaanista ja kemiallista kulu- tusta. Hyvän kestävyysden ansiosta niitä käytetään eteenkin keittiökalusteissa. Muovi- laminaatteja voidaan valmistaa monen värisiä ja monen kuvioisia. Ne kiinnitetään lastulevyyn liimaamalla. Liimana voidaan käyttää yleisempiä puuliimoja, kuten PVAC- liimoja sekä urea-, melamiini-, fenoli- tai resonoliliimoja. (Koponen 1988, 109.)

### 6.1.1 Muovilaminaatin rakenne ja valmistus

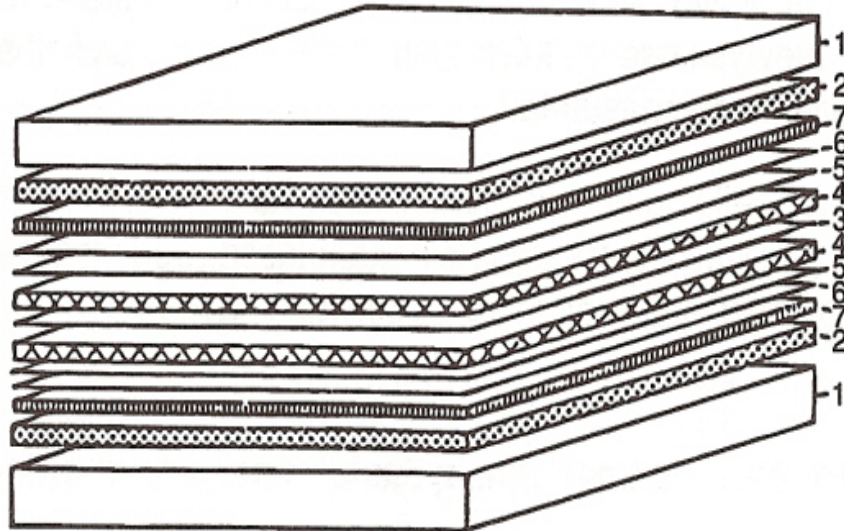
Muovilaminaatin valmistus aloitetaan paperin impregnoinnilla. Impregnointi tapahtuu samalla tavalla kuin maalauspohjakalvon ja melamiinimuovikalvon valmistus. Muo- vilaminaatit muodostuvat melamiini-, fenoli- ja mahdollisesti ureahartseilla impreg- noiduista papereista, jotka puristetaan yhdeksi pinnoitteeksi lämmön ja paineen avul- la. Muovilaminaatin paksuus on yleisesti 1,0- 1,4 mm. Paksuus vaihtelee papereiden lukumäärän mukaan.

Muovilaminaatissa käytettävät kalvot:

- pintakalvo 20 – 40 g/m<sup>2</sup>, korkealuokkaista väritöntä selluloosapaperia imeytetty melamiinihartsilla 60 – 80 g/m<sup>2</sup>
- kuviopaperi 80 – 120 g/m<sup>2</sup>, värin ja kuvion antava paperi, joka on imeytetty melamiinihartsilla 120- 150 g/m<sup>2</sup>
- pohjapaperi 80 – 120 g/m<sup>2</sup>, voimapaperia imeytettynä fenolihartsilla 80 – 120 g/m<sup>2</sup>.

Alla olevasta kuvista 10 nähdään muovilaminaatin latomus laminaattia valmistettaessa.

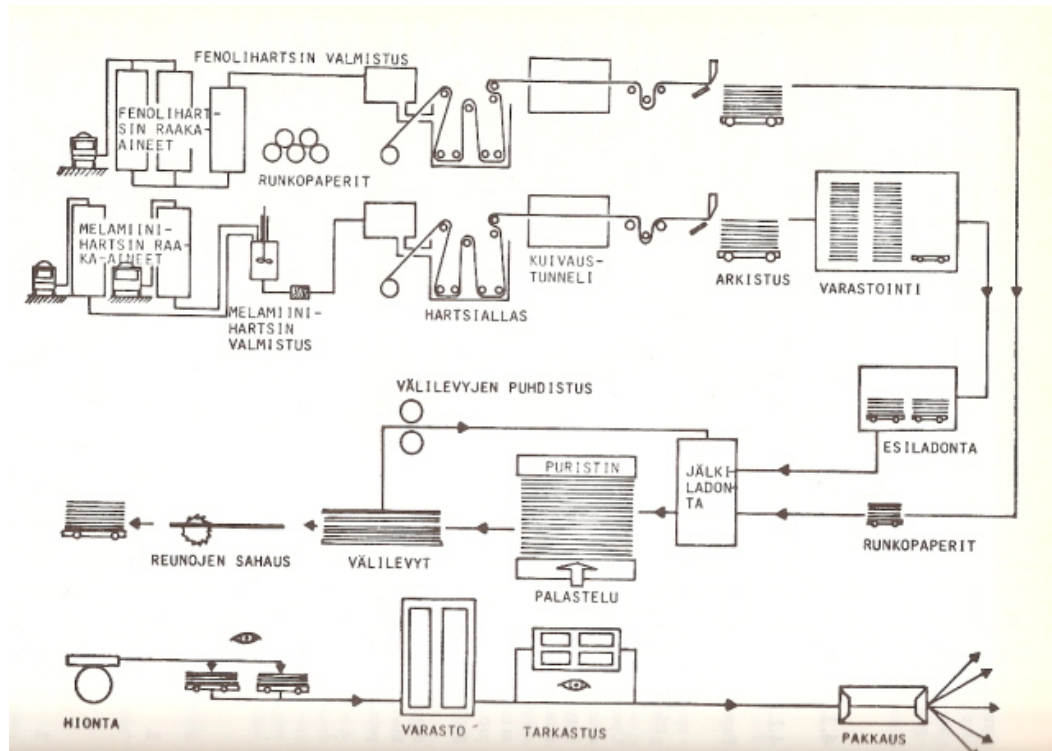
4•



Kuvio 10. Muovilaminaatin rakenne 1) lämpölevy 2) aluslevy 3) irroituslevy 4) fenolimuovipaperit 5) kuviopaperi 6) pintakalvo ja 7) kiiltölevy. (Koponen 1991, 126.)

Muovilaminaattia valmistetaan menetelmällä, jossa hartsilla kyllästetyt paperit puristetaan laminaatiksi jatkuvatoimisilla nauhapuristimilla. Muovilaminaatti puristetaan 4 – 6 MPa paineessa ja 140 – 180 °C lämmössä pinnoitteeksi. Puristuksen jälkeen laminaatin reunat leikataan ja pinnoituksessa liimattava puoli hiotaan tarttuvuuden parantamiseksi. (Koponen 1991, 126; Mäkinen 1980, V/5.)



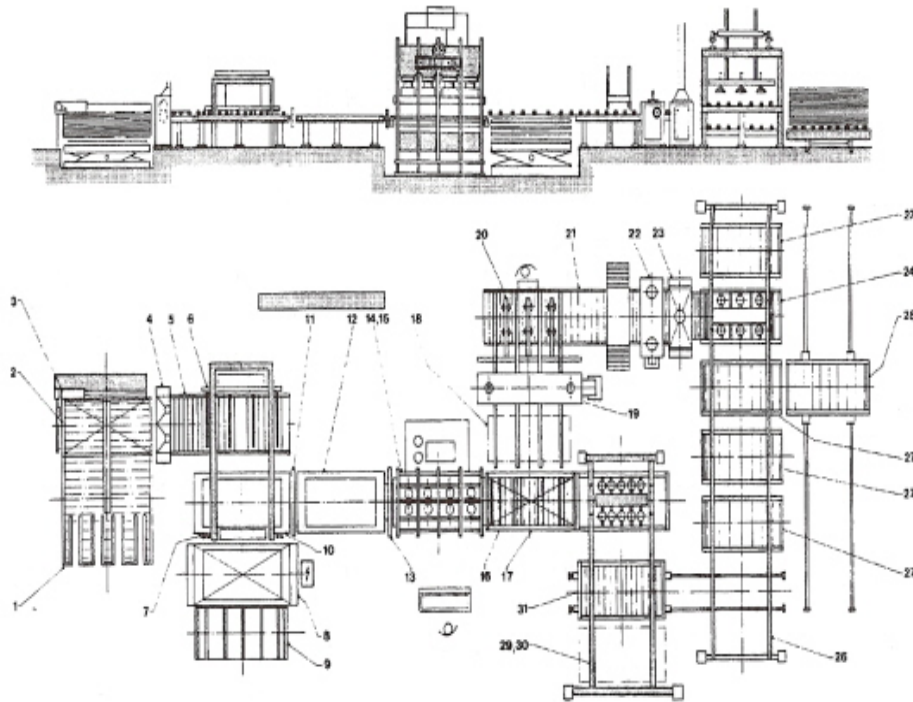


Kuvio 11. Muovilaminaatin valmistusperiaate. (Koponen 1988, 104.)

### 6.1.2 Muovilaminaatin pinnoittaminen

Muovilaminaattien pinnoittaminen tapahtuu pikatahtipuristimella. Puristuslämpötila on  $140 - 180\text{ }^{\circ}\text{C}$  asteessa ja  $2,0 - 2,5\text{ MPa}$  paineessa. Puristuksen kesto on  $20 - 60$  sekuntia. Puristimissa on syytä käyttää kiiltolevyjä, joiden pintaominaisuudet määräävät pinnoitetun pinnoitteen kiillon ja ulkonäön. Pinnoitetussa levyssä on tärkeää hartsin polymerointiaste, koska se määrää pinnoitteen halkeilun kestävyuden ja kovuuden. Puristamisen jälkeen melamiinihartsi ei saa olla liian pehmeää tai liian kovaa. Hartsin ollessa liian pehmeää kärsivät pinnoitteen kiilto ja kulutusominaisuudet. Liian kovaksi muuttunut hartsi on erittäin arka halkeilulle.

(Koponen 1988, 111.)



Kuvio 12. Laminaattien pinnoitus pikatahtimenetelmällä 1 – 3) syöttölaitteisto 4) harjauskone 5 – 6) kuljettimet 7 – 13) kalvon päällystysasema 14) yksivälinen lyhyttahtipuristin 15 – 16) tyhjennyslaite kuljettimiseen 17) puristuslevyvarasto 18 – 19) reunasahaus kuljettimiseen 20) levyjen tarkastus 21 – 22) reunasahaus kuljettimiseen 23) levyjen puhdistus 24 – 28) levyjen kuljetin- ja pinontalaitteet ja 29 – 31) puristuslevyjen käsittelylaitteet. (Koponen 2002, 162.)

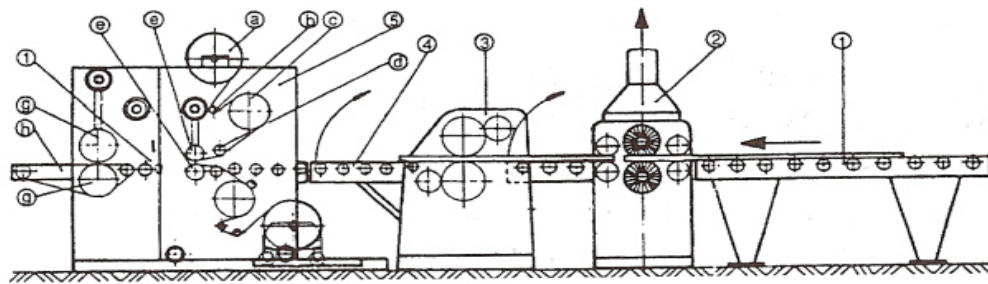
## 6.2 PVC- kalvo

### 6.2.1 PVC- kalvon käyttö

PVC- kalvo on yleisin lastulevyssä käytettävä kestopuovi. Sitä käytetään huonekaluteollisuudessa suuria määriä tasojen ja pyöreäkulmaisten laatikoiden pinnoitukseen ja reunalistoitukseen. PVC-kalvon haittapuolena voidaan pitää sen heikkoa naarmuuntumisen kestävyyttä.

## 6.2.2 PVC- kalvolla pinnoittaminen

PVC- kalvoille on ominaista kuvioinnin ja värien suuri vaihtelumahdollisuus. Nykyään voidaan valmistaa puunpinnan kuviointia, väriä ja luonnollisuutta vastaavia PVC- pinnotteita. Yleisimmät kalvojen paksuudet ovat 0,10 – 0,60 mm. PVC- kalvot puristetaan lastulevyn pintaan pääosin jatkuvatoimisella yksi- tai kaksipuolisella telapuristimella, jossa pinnoite voidaan kiinnittää vaaka- tai pystysuorassa olevilla pyörivillä teloilla. Pinnoituksen onnistumisen kannalta tärkeää on lastulevyn pinnan puhtaus. Levystä puhdistetaan harjaamalla pölyt ja roskat pois ennen liiman levittämistä. Liimoina käytetään PVAc- sekapolymeraatteja, koska liimalta vaaditaan nopeaa kuivumista, kylmätarttuvuutta ja hyvää levittäytymistä. Liima levitetään levyn pinnalle teilojen avulla. Paljon liuotteita sisältäviä liimoja käytettäessä voi liiman levityksen jälkeen lyhyt kuivaus olla tarpeellista. Tämän jälkeen levyn pintaan asetetaan kalvo, joka puristetaan telapuristimella. Telapuristinlinjan nopeus vaihtelee 10 – 40 m/min. Nopeus voi vaihdella käytettävän liiman perusteella. PVC- kalvoja voidaan myös kiinnittää tasopuristimella, mutta suureksi ongelmaksi voi muodostua kalvon ja pinnoitettavan levyn väliin jäävä ilma, joka voi muodostaa valmiin tuotteen pintaan kuplia. (Koponen 2002, 163.) (Koponen 1991, 130 - 131.)



Kuvio 13. PVC- kalvon pinnoitus telapuristimella 1) levyjen syöttö 2) harjauskone 3) liiman telalevityskone 4) kuljetin 5) kalvon pinnoituslaite a) rullaus b) kääntölaite c) kuumatela d - e) painotelat f) leikkaus g) puristintela ja h) kuljetin. (Koponen 2002, 164.)

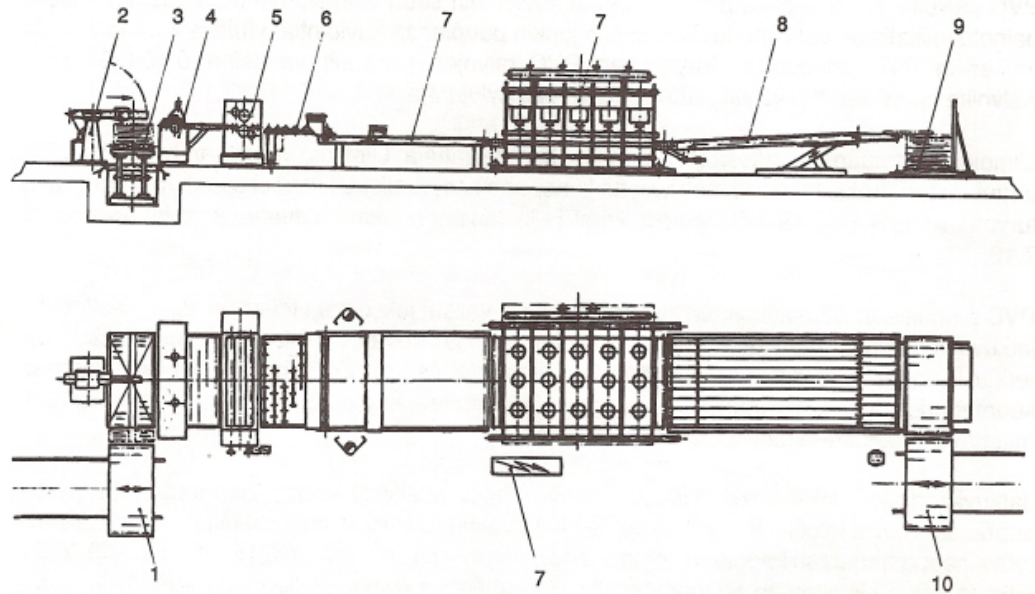
## 6.3 Puuviilu

### 6.3.1 Puuviilun valmistus

Lastulevyn vanhin pinnoitemateriaali on puuviilu. Viilutusta käytetään pääosin huonekalujen, kalusteiden ja sisustustarvikkeiden pinnoituksessa. Viilutuksella parannetaan levyn ulkonäköä ja ominaisuuksia. Tärkein ominaisuuden parantaminen on lastulevyn jäykistyminen, jolloin sitä voidaan käyttää esimerkiksi hyllyrakenteisiin. Yleisimmin viiluissa käytettävät suomalaiset puulajit ovat koivu ja mänty. Ulkomaalaisista puulajeista käytetyimpiä ovat tammi ja mahonki. Viilut voidaan valmistaa joko sorvaamalla tai leikkaamalla. Sorvatulla ja leikatulla viilulla on visuaalinen ero. Leikatussa viilussa on nähtävissä erittäin voimakas vuosirenkaiden muodostama kuviointi ja sen suuntaa voidaan muuttaa leikkaussuunnan mukaan. Leikatun viilun pinta on myös sileämpää kuin sorvatulla. Sorvatun viilun kuviointi näkyy vain osittain, koska viilu sorvataan pyöriävästä pölistä. (Koponen 1991, 129 - 130; Juvonen & Pekkinen 1987, 162.)

### 6.3.2 Puuviilulla pinnoittaminen

Puuviilut ovat suhteellisen ohuita. Viilujen paksuudet vaihtelevat 0,6 – 1,5 mm. välillä, mikä voi vaikeuttaa viilun liimaamista levyn pintaan. Varsinkin mänty- ja tammi- viiluilla voi ilmaantua liiman läpilyöntiä, joka voi puolestaan aiheuttaa ongelmia levyn jatkokäsittelyssä erityisesti maalauksessa ja lakkauksessa. Ongelmaa voidaan vähentää käyttämällä värittömiä UF-hartsiliimoja. Viilutus tapahtuu pääosin yksiaukoisella pikatahtipuristimella. Liimoina käytetään UF-hartsiliimoja, koska muihin liimoihin verrattuna sen edut ovat huokea hinta ja kuumapuristusta käytettäessä lyhyt puristusaika. Liiman levitysmäärä on noin 100 – 150 g/m<sup>2</sup>. Puristuslämpötila viilutuksessa on 110 – 145 °C ja puristusaine 1,0 – 1,5 MPa. Puristusaika riippuu puristuslämpötilasta, liimasta ja itse puristimesta. Puristusaika voi vaihdella 0,4 – 3,0 minuuttiin. (Koponen 1991, 129 - 130.) (Koponen 1988, 114.)



Kuvio 14. Lastulevyn viilutuslinja 1) rullakuljetin 2) syöttölaite 3) nostolava 4) harjuskone 5) telaliimoitin 6) puristimen syöttökuljetin 7) puristin 8) pinkkauskuljetin 9) pinkkausasema 10) rullakuljetin. (Koponen 1991, 129.)

## 7 TUTKIMUSMATERIAALI

Tutkimuksissa käytetään Metson asiakkaiden tehtailla valmistettavaa melamiini-pinnoitettua lastulevyä. Lastulevyt tulee Lesnan tehtaalta Sloveniasta ja Swedspanin tehtaalta Ruotsista. Lastulevyt on pinnoitettu Lesnan tehtaalla, ja pinnoitteena käytetään melamiinikalvoa. Testattava pinnoite on kuumapuristettu lastulevyjen pintaan, ja käytettävän melamiinikalvon paino on  $80 \text{ g/m}^2$ . Tutkittavana on kolme lastulevytyyppiä: Lesnan hiottu on valmistettu tuulisirottelumenetelmällä ja puristettu monivälipuristimella. Swedspanin hiottu ja Swedspanin hiomaton ovat taas siroteltu ClassFormer -menetelmällä ja puristettu Metson Contipress<sup>TM</sup> -jatkuvatoimisella puristimella. Melamiinipinnoitteita on neljää eri väriä: musta, ruskea, vaalea ja valkoinen. Lesnan levyjä on pinnoitettu kolmella pinnoitteella, mustalla, ruskealla ja valkoisella, kun taas Swedspanin levyt on pinnoitettu mustalla, ruskealla, vaalealla ja valkoisella melamiinipinnoitteella. Jokaisesta lastulevytyypistä on mukana myös pinnoittamattomia levyjä, joille tehdään myös testejä.

Tutkimuksessa käytetään materiaalina 11 erilaista pinnoitettua lastulevytyyppiä ja kolmea pinnoittamatonta lastulevyä. Pinnoitetut lastulevyt toimitetaan kymmenen kappaleen nipuissa ja 500 x 500 x 18 mm kokoiisiin paloihin sahattuna. Tutkimusmateriaalina on 140 kappaletta lastulevyjä, joista pinnoitettuja on 110 kappaletta. Jokaiseen levyyn on merkitty pinnoitettaessa sen yläpuoli.

## **8 MELAMIINIPINNOITETUN LASTULEVYN PINNOITETESTIT**

Tutkimuksessa suoritetaan kymmenen erilaista testiä. Pinnoitetuille lastulevyille suoritetaan pintavirhe-, työstö- ja reunasahaus-, värjäytymis-, vesihöyrynkesto-, isku-, naarmutus-, säröytymis-, repäisy- ja tiheysprofiilinmittaustesti. Pinnoittamattomille lastulevyille tehdään tolueeni- ja repäisytesti.

### **8.1 Standardit**

Testit suoritetaan SFS- ja EN -normien mukaisesti, jotka ovat:

- SFS-EN 438- 2:1991 KERTAMUOVOISET KORISTELAMINAATIT. OSA 2. OMINAISUUKSIEN MÄÄRITYS
- SFS-EN 311 Surface soundness
- SFS-EN 382-1 Determination of surface absorption
- EN 14323:2002 Wood panels – Melamine faced boards for interior uses – Test methods.

Kaikkien testien koekappaleet on säilytettävä ja testit tehtävä normien mukaisessa ( $23 \pm 2$ ) °C ja ( $50 \pm 5$ ) % kosteudessa. Pinnoitettujen lastulevyjen testituloksien tulee täyttää EN 14322:2002 Wood panels – Melamine faced boards for interior uses – Definition, requirements and classification normin vaatimukset, että kyseiselle melamiinipinnoitetulle lastulevyille saisi luvan valmistaa myyntitarkoitukseen. Normissa on erikseen määrätty minimivaatimukset tässä tutkimuksessa tehtävien neljän testin osalta, jotka ovat pintavirhe-, naarmutus-, värjäytymis- ja säröytymistestit.

## **9 PINTAVIRHETESTI**

### **9.1 Pintavirhetestin periaate ja tarvittavat laitteet**

Pintavirhetesti suoritetaan normin EN 14323 kohdan 5.4 mukaisesti. Tutkijan on tarkoitus tarkastella pinnoitettujen lastulevyjen melamiinipintaa standardin ohjeiden mukaisesti. Pintavirhe on kooltaan suurempi kuin  $0,8 \text{ mm}^2$  ja pintavirhe tunnistetaan levyn pinnalta 70 sentin etäisyydeltä ja  $45^\circ$ :en kulmassa. Pintavirheiden testauksessa tärkein tekijä on riittävä valaistus. Valaistuksen on oltava 2000 - 5000 luxia, ja valaistuksen etäisyys lastulevyihin oltava noin 1,5 metriä. Pintavirheiksi luetellaan tahrat, sormenjäljet, naarmut, kolhut tai muut pintavirheet. Pintavirheitä etsitään pelkästään paljaalla silmällä, eli mitään suurentavia apuvälineitä ei käytetä.

### **9.2 Testin suorittaminen**

Tärkein asia pintavirhetestiä suorittaessa on riittävä valaistus. Se saadaan parhaiten loisteputkilla ja tällainen tila löytyy Lahden ammattikorkeakoulun puulaboratorion tiloista, jossa testi suoritetaan. Pintavirhetestissä tarkastellaan kaikki 11 eri levytyyppiä. Testi aloitetaan siten, että samanlaisesti pinnoitetut lastulevyt asetellaan pöydän pinnalle. Levyistä tarkastellaan molemmat pinnat, ensin yläpuoli ja seuraavaksi alapuoli. Samanlaisia levyjä on yhteensä kymmenen kappaletta, jotka muodostavat  $5\text{m}^2$  alueen, jolta etsitään pintavirheitä.

### **9.3 Tulokset**

Pintavirhetestissä ilmoitetaan kaikki pinnoitteella näkyvät virheet. Taulukoista 1 – 3 näkee pintavirheiden tyyppin ja koon. Swedspanin hiotuissa levyissä ei näkynyt lainkaan pintavirheitä, kun taas Swedspanin hiomattomista ja Lesnan hiotuista levyistä niitä löytyy. Ne ovat kuitenkin pinnoitusvaiheessa tulleita ja osoittautuvat lastulevyis-

tä irronneiksi lastuiksi, jotka ovat kuumapuristuksessa painautuneet pinnoitteeseen. Pinnoitteissa ja lastulevyissä ei ole pintavirheitä, vaan ne ovat tulleet pinnoittamisessa käytettävästä puristimesta.

Taulukko 1. Pintavirheet Swedspan hiottu.

Levy	Pinnoitteen väri	Pintavirhe	pintavirheen koko	Ei pintavirheitä
Swedspan hiottu	Musta			X
Swedspan hiottu	Ruskea			X
Swedspan hiottu	Vaalea			X
Swedspan hiottu	Valkoinen			X

Taulukko 2. Pintavirheet Swedspan ei hiottu.

Levy	Pinnoitteen väri	Pintavirhe	pintavirheen koko	Ei pintavirheitä
Swedspan ei hiottu	Musta	Vaalea piste	1,5 mm <sup>2</sup>	
Swedspan ei hiottu	Ruskea			X
Swedspan ei hiottu	Vaalea			X
Swedspan ei hiottu	Valkoinen			X

Taulukko 3. Pintavirheet Lesna hiottu.

Levy	Pinnoitteen väri	Pintavirhe	pintavirheen koko	Ei pintavirheitä
Lesna hiottu	Musta			X
Lesna hiottu	Ruskea	Vaalea piste	2 mm <sup>2</sup>	
Lesna hiottu	Valkoinen			X



## **10 NAARMUTUSTESTI**

### **10.1 Naarmutustestin periaate ja tarvittavat laitteet**

Naarmutustesti suoritetaan normin EN 14323 kohdan 5.5 mukaisesti. Naarmutustestissä tutkitaan melamiinipinnoitteen naarmutuksen kestoa 1,0 Newtonista 4,0 Newtoniin. Testi tehdään sitä varten tehdyllä Universal scratch tester naarmutuslaitteella. Standardi määrittää naarmutuslaitteessa olevan timanttikärjen siten, että kärjen kulma on oltava  $90^\circ \pm 1^\circ$  ja timanttikärki on tarkastettava 100 naarmutuksen jälkeen. Testissä on tärkeää tarkkailla, että timanttikärki on aina kohtisuorassa testattavaan koekappaleeseen nähden.

### **10.2 Testin suorittaminen**

Naarmutustestissä koekappaleiden koot ovat 100 x 100 mm. Naarmutustestissä testataan kaikki levy- ja pinnoiteyhdistelmät. Jokaisesta yhdistelmästä tehdään yhdeksän koekappaletta, eli testattavia kappaleita on 99 kappaletta, joista testataan molemmat puolet. Ennen testin suorittamista koekappaleiden annetaan olla neljä päivää laboratorioolosuhteissa ( $23 \pm 2$ ) °C ja ( $50 \pm 5$ ) % kosteudessa. Ensimmäiseksi koekappaleet puhdistetaan puuvillaisella liinalla, ja puhdistukseen käytetään asetonia. Puhdistuksen jälkeen on tärkeää, ettei puhdistettua pintaa kosketella. Puhdistuksen jälkeen voidaan aloittaa itse testaus, joka suoritetaan naarmutuslaitteella. Koekappale asetetaan naarmutuslaitteen pyöreälle alustalle, jonka jälkeen koekappale kiristetään tukevasti paikoilleen.



Kuvio 15. Naarmutuslaite Universal scratch tester.

Testin normi määrää aloitusvoimaksi 1,0 Newtonia ja alustan pyörimisnopeuden on oltava  $5 \pm 1$  kierrosta/minuutti. Kun pinnoitteeseen on tehty kaksi ympyrää samalla voimalla 1 - 2 mm päähän toisistaan, lisätään voimaa 0,5 Newtonia. Lisäyksen jälkeen tehdään kaksi uutta ympyrää, kuitenkin 3 mm:n päähän edellisen voiman ympyröistä. Seuraavaksi lisätään voimaa jälleen 0,5 Newtonia ja edetään samalla kaavalla aina 4,0 Newtoniin saakka. On tärkeää tehdä testi aina samalla tavalla eli aloitetaan aina tarkastamalla timanttikärjen kohtisuoruus koekappaleeseen nähden, yhden Newtonin voimalla ja aina koekappaleen keskeltä ulospäin nousevalla voimalla. Naarmutuksen jälkeen koekappaleiden annetaan olla normien mukaisessa  $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$  lämpötilassa ja  $(50 \pm 5) \%$  kosteudessa yhden vuorokauden ennen kuin voidaan tarkastella tuloksia.

### 10.3 Tulokset

Vuorokauden kuluttua voidaan tarkastella naarmutuksen tuloksia. Koekappaleet tarkastellaan kolmen tutkijan toimesta. Jokainen tutkii kappaleet itsenäisesti maksimissaan 10 sekunnin ajan ja kirjaa oman tuloksensa muistiin. Naarmutustestissä tulos muodostuu siitä, kun ympyränmuotoisesta naarmutuksesta näkyy yli 90 prosenttia. Tämän jälkeen tutkija määrittää, millä voimalla on edellä mainittu naarmu tehty. Kun kaikki näytteet on tarkastettu jokaisen tutkijan toimesta, saadaan lopputulos tutkijoiden tulosten keskiarvon perusteella. Alla olevassa taulukossa 4 on laskettu jokaiselle pinnoitetulle lastulevytyypille keskiarvot. Tuloksista nähdään myös, ettei hiotuilla ja hiomattomilla lastulevyillä ole suurta eroa. Kaikki testissä käytetyt levyt ylittävät normin määräämän arvon, joka on vähintään 1,5 Newtonia. Yksittäisten koekappaleiden testitulokset löytyvät liitteestä 1.

Taulukko 4. Naarmutustestin tulokset.

Levy	Swedspan hiottu		Swedspan ei hiottu		Lesna hiottu	
	yläpuoli	alapuoli	yläpuoli	alapuoli	yläpuoli	alapuoli
Pinnoitteen väri	Naarmutusvoima ka. (N)		Naarmutusvoima ka. (N)		Naarmutusvoima ka. (N)	
Musta	3,16	2,68	3,20	2,94	2,91	3,07
Ruskea	2,77	2,79	2,67	2,55	2,68	2,70
Vaalea	3,03	3,41	2,48	2,98		
Valkoinen	3,38	3,42	3,01	3,03	2,98	3,09
Keskiarvo=	3,09	3,08	2,84	2,88	2,86	2,95
Keskiarvo≈	3	3	3	3	3	3

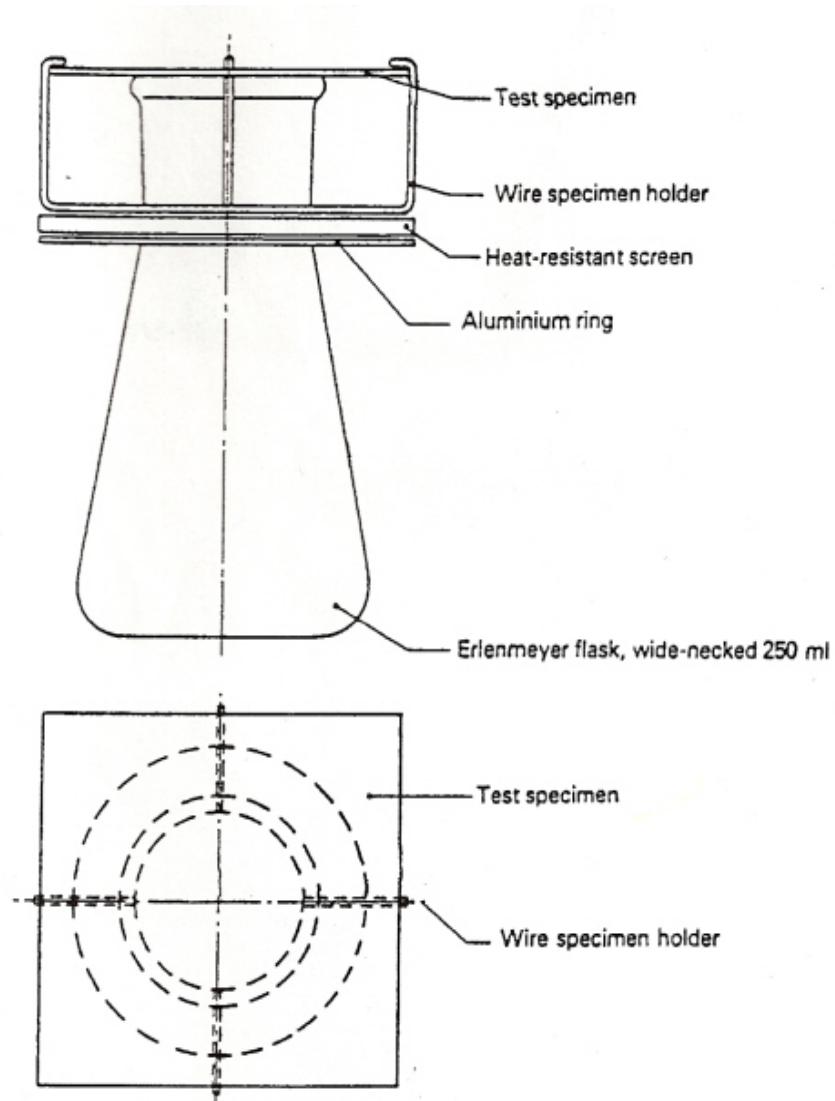
## **11 VESIHÖYRYN KESTOTESTI**

### **11.1 Vesihöyryn kestoproovin periaate ja tarvittavat laitteet**

Vesihöyrykesto suoritetaan normin SFS-EN 438.2 kohdan 24.0 mukaisesti. Testissä tutkitaan melamiinipinnoitteen kesto kuumassa vesihöyryssä. Kokeessa tarvitaan Erlenmeyer-pullo, jonka vetoisuus on 250 ml. Koekappaleet altistetaan tunniksi kuumaan vesihöyryyn, joka saadaan keittämällä vettä Erlenmeyer-pullossa. Tunnin jälkeen koekappaleet kuivataan ja annetaan tasaantua vuorokauden, jonka jälkeen tutkitaan tulokset. Testissä tarvitaan Erlenmeyer -pullo 250 ml, sähköliesi, kuivaukseen pyyhe ja 6-kertaa suurentava luuppi.

### **11.2 Testin suorittaminen**

Vesihöyrytestissä käytettävien koekappaleiden koot ovat 100 x 100 mm. Kokeessa testataan kaikki pinnoitetut levy- ja pinnoiteyhdistelmät. Jokaisesta yhdistelmästä tehdään yhdeksän koekappaletta eli testattavia kappaleita on 99, joista testataan molemmat puolet eli testauspintoja on yhteensä 198 kappaletta. Testi aloitetaan laittamalla 200 ml vettä Erlenmeyer-pulloon, jonka vetoisuus on 250 ml. Erlenmeyer-pullo laitetaan sähköliedelle ja odotetaan veden kiehumista. Veden alkaessa kiehua laitetaan koekappale pullon suulle tutkittava pinta alaspäin. Estääkseen koekappaleen liikkumisen vesihöyryn ja kiehumisen aiheuttamasta paineesta, laitetaan koekappaleen päälle paino tai pidike.



Kuvio 16. Erlenmayer-pullo ja koekappaleen pidike.

Pidike varmistaa, että höyry osuu testin ajan samaan kohtaan. Koekappale altistetaan vesihöyrylle tunnin ajan, jonka jälkeen koekappaleen pinta pyyhitään kuiduttomalla suodatinpaperilla, jotta saadaan ylimääräinen vesi pois pinnoitteen pinnalta. Tämän jälkeen koekappaleen annetaan olla vuorokauden normaalissa laboratorioolosuhteessa, ennen kuin voidaan tutkia pinnoitteessa tapahtuneet muutokset.

### 11.3 Tulokset

Kun koekappaleet ovat vetäytyneet ja kuivanneet vuorokauden laboratorioolosuhteissa, voidaan aloittaa niiden jakaminen alla oleviin luokkiin. Koekappaleet tarkastellaan paljaalla silmällä, mutta apuna voidaan käyttää myös 6-kertaa suurentavaa luuppia.

Vesihöyrytestin tulokset jaetaan viiteen eri luokkaan, jotka ovat seuraavat:

- 5: ei visuaalista muutosta
- 4: vähäinen muutos pinnoitteen kiillossa ja/tai värissä, joka näkyy vain tietystä kulmasta
- 3: kohtuullinen muutos pinnoitteen kiillossa ja/tai värissä
- 2: merkittävä muutos pinnoitteen kiillossa ja/tai värissä
- 1: pinnoitteeseen tulee rakkula ja/tai pinnoite irtoaa levystä

Taulukot 5 – 7 on laitettu levyjen osalta paremmuusjärjestykseen. Tulokset on ilmoitettu jokaisessa taulukoissa tyyppin, pinnoitteen värin ja levyn pinnan mukaan. Parhaiten testistä suoriutui Swedspan hiottut levyt, joiden tulokset näkyvät taulukossa 5. Taulukossa 6 on Swedspan hiomattomat levyjen tulokset, ja taulukossa 7 on testissä viimeiseksi jääneiden Lesna hiottujen levyjen tulokset. Kaikkien testattujen koekappaleiden saamat arvot ovat erittäin hyviä. Swedspanin hiottun ja hiomattoman välinen ero on erittäin pieni. Lesnan hiottujen levyjen heikompi tulos ei ole kuitenkaan huono, koska Lesnan levyjen keskiarvo on yli 4, kuten on myös molempien Swedspanin levyjen keskiarvo. Lesnan levyjen keskiarvoa laskee yksittäisten koekappaleiden saamat kolmoset. Kun testattavia koekappaleita on melko vähän (9 kpl/ pinnoitettua lastulevytyyppiä kohden), korostuu kolmosien määrä tuloksissa, mikä laskee keskiarvoa huomattavasti. Koekappaleiden yksittäiset tulokset on esitelty liitteessä 2.

Taulukko 5. Swedspan hiottu levyn vesihöyrytestin tulokset.

Yläpuoli					
Levy	Pinnoitteen väri ja pinnoitteen ka.				Kaikkien kpl ka.
	Musta	Ruskea	Vaalea	Valkoinen	
Swedspan hiottu	4,11	5,00	4,11	4,44	4,42
Alapuoli					
Levy	Pinnoitteen väri ja pinnoitteen ka.				Kaikkien kpl ka.
	Musta	Ruskea	Vaalea	Valkoinen	
Swedspan hiottu	4,11	4,89	4,22	4,89	4,53
<b>Keskiarvo</b>					<b>4,47</b>

Taulukko 6. Swedspan ei hiottu levyn vesihöyrytestin tulokset.

Yläpuoli					
Levy	Pinnoitteen väri ja pinnoitteen ka.				Kaikkien kpl ka.
	Musta	Ruskea	Vaalea	Valkoinen	
Swedspan ei hiottu	4,22	4,89	3,89	4,33	4,33
Alapuoli					
Levy	Pinnoitteen väri ja pinnoitteen ka.				Kaikkien kpl ka.
	Musta	Ruskea	Vaalea	Valkoinen	
Swedspan ei hiottu	4,00	4,78	4,67	4,67	4,53
<b>Keskiarvo</b>					<b>4,43</b>

Taulukko 7. Lesna hiottu levyn vesihöyrytestin tulokset.

Yläpuoli				
Levy	Pinnoitteen väri ja pinnoitteen ka.			Kaikkien kpl ka.
	Musta	Ruskea	Valkoinen	
Lesna hiottu	3,67	3,33	4,67	3,89
Alapuoli				
Levy	Pinnoitteen väri ja pinnoitteen ka.			Kaikkien kpl ka.
	Musta	Ruskea	Valkoinen	
Lesna hiottu	3,78	4,44	4,67	4,30
<b>Keskiarvo</b>				<b>4,09</b>

## 12 TYÖSTÖ- JA REUNASAHAUSTESTI

### 12.1 Työstö- ja reunasahaustestin periaate ja tarvittavat laitteet

Työstö- ja reunasahaustestissä tarkastellaan melamiinipinnoitteen rispaantumista las-  
tulevyä työstettäessä. Molemmissa testeissä tarkastellaan terän sisäänmenon ja ulos-  
tulon rispaantumista. Työstökokeessa käytetään jyrshintä, jossa on 10 mm tappiterä.  
Reunasahaus suoritetaan paloittelusahalla. Tulosten tutkimiseen käytetään Lahden  
ammattikoulun puulaboratorion mikroskooppia.



Kuvio 17. Puulaboratorion mikroskooppi.



## 12.2 Testin suorittaminen

Testataan kaikki pinnoitetut lastulevyt eli koekappaleita on 11 erilaista. Koekappaleiden koot ovat 500 x 500 mm, reunasahauksen jälkeen se pienenee 500 x 400 mm:iin. Reunasahaus vie levystä aina 100 mm leveydestä. Aluksi suoritetaan reunasahaus. Se tehdään paloittelusahalla, jossa käytetään pyöröterää. Pyöröterän halkaisija on 303 mm ja hampaiden lukumäärä on 96. Terän pyörimisnopeus sahattaessa on noin 4730 kierrosta/ minuutti ja syöttönopeus 13 m/min. Testissä sahataan pinnoitetuista lastulevyistä 1 cm:n leveitä ja 50 cm pitkiä soiroja, joista tarkastellaan pinnoitteen rispaantumista. Soiroja sahataan kymmenen kappaletta. Soiroista viisi sahataan siten, että terä menee levyn yläpinnalta sisään ja tulee alapinnalta ulos ja toiset viisi toisin päin.



Kuvio 18. Reunasahauksessa käytettävä terä.



Kuvio 19. Reunasahauksessa käytettävä paloittelusaha.

Työstötesti tehdään reunasahauksesta jäljelle jääneille kappaleille tavallisella käsijyrsimellä, joka on kiinnitetty paloittelusahaan. Jyrsinnässä käytetään 10 mm tappiterää, jonka pyörimisnopeus on 12000 r/min ja syöttönopeus 3 m/min. Kaikkiin 11 levyyn työstetään molemmille puolille neljä uraa, joiden syvyys on noin 1 cm ja pituus 40 cm. Aina aloitettaessa uuden pinnan työstäminen, vaihdetaan tapin terä uuteen. Näin tulokset ovat vertailukelpoisia, koska jokaisen levyn ala- ja yläpintaan käytetään terävää terää. Tämä toimenpide poistaa tylsän terän repimiset, eli kaikilla koekappaleilla on samat lähtökohdat.



Kuvio 20. Työstötestissä käytettävä jyrsin.

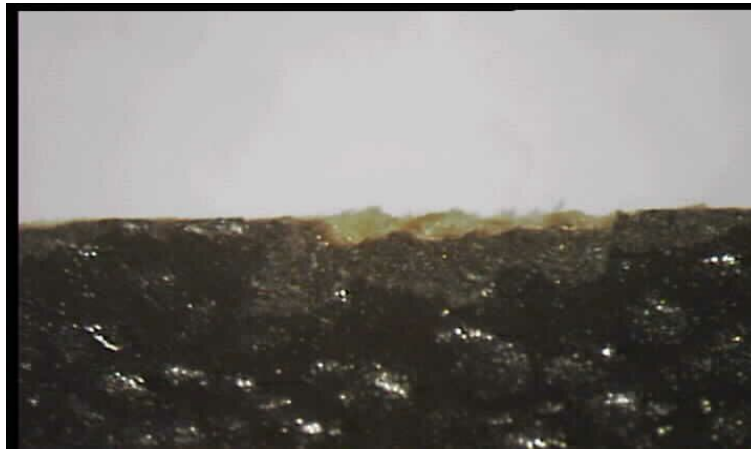


Kuvio 21. Työstötestin työstö.

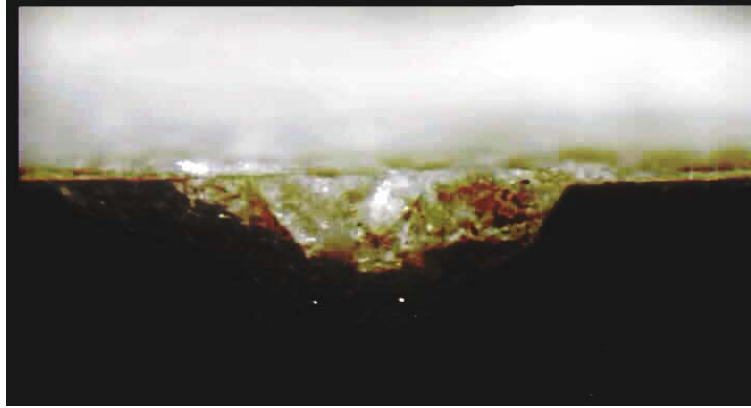
### 12.3 Tulokset

Työstö- ja reunasahaustestissä tutkitaan melamiinipinnan rispaantumien kokoa. Molempien testien rispautumat luokitellaan samalla tavalla. Rispaantumistyytit on luokiteltu kolmeen luokkaan. Ensimmäinen luokka on alle 0,5 mm leveät, toinen luokka on 0,5 – 1,0 mm väliin mahtuvat ja kolmas luokka on yli 1,0 mm leveät rispautumat. Alla olevista kuvioista 22- 24 on esitetty rispaantumistyytit.

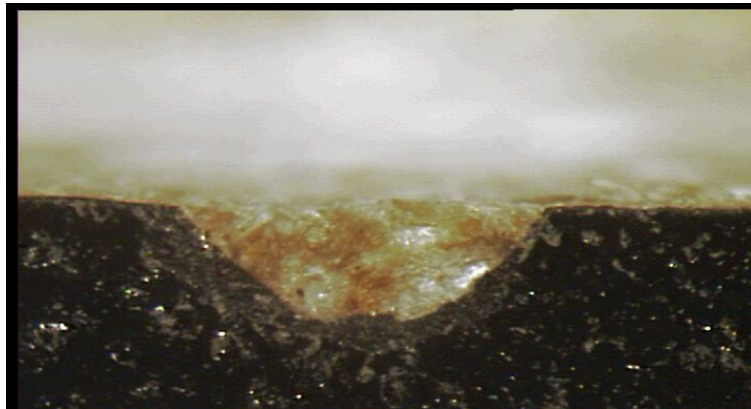
Työstö- ja reunasahaustestien tulokset on taulukoitu erikseen. Reunasahauksen koetulokset ovat liitteessä 3 ja työstötestin koetulokset liitteessä 4. Taulukoissa esiintyvät n-kirjaimet tarkoittavat irronneiden lastujen lukumäärää, joka on yli 50 kpl/jm. Taulukoissa ilmoitettavat lukemat tarkoittavat lastujen kokoa mm ja vastaavan lastun lukumäärää juoksumetriä kohden.



Kuvio 22. Pinnoitteen rispaantuminen alle 0,5 mm.



Kuvio 23. Pinnoitteen rispaantumisen 0,5 – 1,0 mm.



Kuvio 24. Pinnoitteen rispaantumisen yli 1,0 mm.

Taulukossa 8 on levyjen sijoitukset kirjattu työstö- ja reunasahauksen osalta omaan sarakkeeseen. Paras saa testistä yhden pisteen ja huonoiten pärjännyt 11 pistettä. Lopullinen sijoitus määräytyy molempien testien sijoituspisteiden mukaan. Testituloksen perusteella on saatu levyille seuraavanlainen järjestys, joka on esitetty alla olevassa taulukossa 8. Sijoituksen määrittäminen on hieman hankalaa, koska varsinaista luokitusta on hankala tehdä. Paremmuusjärjestyksen pääkohta on se, että mitä pienempiä lastuja ja mitä vähemmän kappalemääräisesti on rispaantunut, sitä paremman sijoituksen saa testeissä.

Taulukko 8. Työstö- ja reunasahaustestin sijoituspisteet.

Pinnoite	Väri	Sijoituspisteet		
		Työstö	Reunasahaus	Yhteensä
Swedspan ei hiottu	Musta	2	1	3
Lesna hiottu	Musta	1	3	4
Swedspan hiottu	Musta	3	2	5
Swedspan hiottu	Vaalea	5	4	9
Swedspan hiottu	Valkoinen	4	5	9
Swedspan ei hiottu	Vaalea	9	6	15
Swedspan hiottu	Ruskea	8	7	15
Swedspan ei hiottu	Valkoinen	7	8	15
Lesna hiottu	Valkoinen	6	9	15
Lesna hiottu	Ruskea	11	10	21
Swedspan ei hiottu	Ruskea	10	11	21

## 13 VÄRJÄYTYMISTESTI

### 13.1 Värjäytymistestin periaate ja tarvittavat laitteet

Värjäytymistesti suoritetaan normin EN 14323 kohdan 5.6 mukaisesti. Värjäytymistestissä testataan melamiinipinnoitteen kestoja joka päivä käytössä oleville aineille, kuten kahvi n. 80 °C, punaviini, sitruunahappo 10 % ja asetoni. Testissä koekappaleet altistetaan edellä mainituille aineille 16 tunniksi. Puolet näytteistä suojataan lasilla, joka ehkäisee aineiden haihtumisen. Testissä tarvitaan siis mustaa kahvia, punaviiniä, sitruunahappoa 10 %, asetonia, pipetti, lasilevy, puhdistusainetta ja puhdistusliina.

### 13.2 Testin suorittaminen

Värjäytymistestissä tarkastellaan melamiinipinnoitteen kestäkykyä erilaisille aineille, jotka ovat edellä mainitut: kahvi, punaviini, aseton ja 10 % sitruunahappoliuos. Ko-  
keessa testataan kaikki yhdistelmät ja niistä molemmat puolet eli ala- ja yläpuoli. Tes-  
tattavia koekappaleita tulee yhteensä 704 kappaletta. Testattavia kappaleita on erittäin  
paljon, jotta saadaan luotettavampi tulos. Testi aloitetaan valmistamalla tarvittavat  
aineet.

Kahvilla on tarkat määräykset sen vahvuudesta ja lämpötilasta. Vahvuuden pitää olla  
120 grammaa kahvia litraan vettä ja lämpötilan ollen noin 80 °C. Sitruunahappo val-  
mistetaan Lahden ammattikorkeakoulun kemian laboratorion saattavasta jauheesta,  
jota sekoitetaan 10 grammaa 100 grammaan vettä, jotta saadaan 10 % sitruunahap-  
poa. Punaviini ja aseton käyvät sellaisenaan pullosta. Tämän jälkeen asetetaan koe-  
kappaleet tasaiselle pöydälle ja altistetaan pinnoitetut levyt aineille. Testi tehdään  
normin mukaan, joten jokaiselle koekappaleelle annostellaan 2 – 3 tippaa värjäyty-  
misainetta. Kun kaikki värjäytymisaineet annostellaan pipetillä, puolet testattavista  
kappaleista peitetään lasilla, joka ehkäisee testauksessa käytettävien aineiden nopean  
haihtumisen pinnoitteen pinnalta.

Värjäytymisaineiden annetaan vaikuttaa pinnoitteisiin 16 tunnin ajan, jonka jälkeen  
pinnat puhdistetaan tavallisella puhdistusaineella ja pyyhitään pinnoite puhtaaksi vär-  
jäytymisaineista. Puhdistuksen jälkeen koekappaleiden annetaan olla vuorokauden  
laboratorio-olosuhteissa, jonka jälkeen voidaan tutkia värjäytymisaineiden vaikutuk-  
sia pinnoitteisiin.

### 13.3 Tulokset

Värjäytymistestin tulokset jaetaan viiteen eri luokkaan, jotka ovat seuraavat:

- 5: ei visuaalista muutosta
- 4: vähäistä muutosta pinnoitteen kiillossa ja/tai värissä, muutos joka näkyy vain tietyistä kulmista
- 3: merkittävä muutos pinnoitteen kiillossa ja/tai värissä
- 2: erittäin suuri muutospinnoitteen kiillossa ja/tai värissä
- 1: pinnoite on vääristynyt ja/tai mennyt rakoille.

Pinnoitteita tutkitaan noin 400 mm:n etäisyydeltä eri kulmista paljaalla silmällä ja merkataan tulokset yllä olevien luokkien mukaan. Taulukosta 9 voidaan huomata, että värjäytymistestin tulokset ovat erittäin hyvät jokaisella levyllä. Normin vaatima arvo on oltava vähintään 3. Levyjen saamien keskiarvojen mukaan tämä täyttyi hyvin. Tuloksista nähdään, ettei levyillä ole suurta eroa keskenään. Keskiarvot mahtuvat 0,03 sisään eli ero on täysin olematon. Kun tarkastellaan yksittäisten koekappaleiden tuloksia, jotka löytyvät liitteestä 5, huomataan vain yhden koekappaleen 704 kappaleesta saaneen arvoksi kolmosen. Värjäytymistestissä käytettävistä aineista kahvi ja sitruunahappo osoittautuvat pahimmiksi. Ne aiheuttavat kaikkein eniten muutosta pinnoitteen kiillossa.

Taulukko 9. Värjäytymistestin tulokset.

Levy	Lasilla suojattujen keskiarvot	Lasittomien keskiarvot	Keskiarvot
Swedspan Ei hiottu	4,82	4,80	<b>4,81</b>
Swedspan Hiottu	4,73	4,88	<b>4,80</b>
Lesna Hiottu	4,82	4,74	<b>4,78</b>



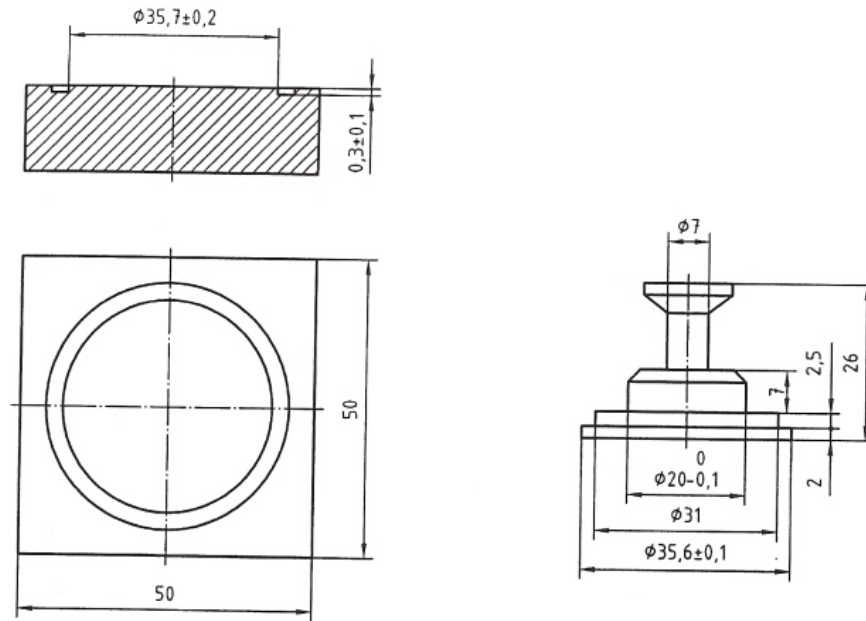
## **14 REPÄISYTESTI**

### **14.1 Repäisytestin periaate ja tarvittavat laitteet**

Repäisytesti suoritetaan normin SFS-EN 311 mukaisesti. Repäisytestissä on tarkoitus testata pinnoitettujen ja pinnoittamattomien levyjen pinnanrepäisylujuutta. Tarvittavat laitteet ovat jyrsin, sähköliesi, pneumaattinen sylinteri ja Zwick Z050 -vetolaite.

### **14.2 Testin suorittaminen**

Kokeessa testataan valkoisella ja mustalla pinnoitettua sekä pinnoittamatonta Lesnan hiottua, Swedspanin hiottua ja Swedspanin ei hiottua levyjä. Jokaisesta levyn ja pinnoitteen/pinnoittamattoman yhdistelmästä testataan ala- ja yläpuoli. Levy- ja pinnoiteyhdistelmiä saadaan kaiken kaikkiaan yhdeksän erilaista, joista jokaisesta levytyypistä tehdään kolme koekappaletta. Yhdestä koekappaleesta voidaan testata sekä ala- että yläpuoli. Näin ollen testattavia koekappaleita on yhteensä 27 kappaletta. Repäisytestissä käytettävien koekappaleiden koon on oltava 50 x 50 mm. Testausalueen pinta-alan tulee olla 1000 mm<sup>2</sup>. Tämän vuoksi jokaiseen koekappaleeseen jyrsitään ympyrän mallinen ura. Ajettu ura rajaa testausalueen. Uran syvyys on  $(0,3 \pm 0,1)$  mm, jonka tarkoituksena on, ettei pinnoite repeä suuremmalta alueelta kuin on tarkoitus ja näin vääristä tuloksia. Uran jyrsimisen jälkeen on tarkoitus liimata metallinen nasta, jonka pinta-ala on 1000 mm<sup>2</sup>.



Kuvio 25. Repäisytestin koekappaleen uran ja metallinastan mitat.



Kuvio 26. Repäisytestin koekappaleiden urien jyrsin.

Nasta liimataan koekappaleeseen tavallisella kuumaliimalla. Tarpeeksi hyvän tartunnan saamiseksi hiotaan levyjen pintaa hieman karkeaksi hiomapaperilla, jonka jälkeen pinnat puhdistetaan paineilmalla, jotta pöly tai muu irtolika ei häiritse tartuntaa. Metallinastat ovat ennestään käytettyjä, siksi on erittäin tärkeää puhdistaa vanhat liimat ja muut roskat pois nastoista. Ne puhdistetaan asetonilla, joka irrottaa liimat ja rasvat parhaiten ja jättää puhtaimman pinnan. Puhdistuksen jälkeen nastat kuumennetaan sähkökäyttöisellä liedellä kuumaksi, jotta saadaan kuumaliima tasoittumaan nastan pinnalle. On kuitenkin tärkeää, ettei liimaa kuumenna liiaksi, koska liian kuuma liima voi polttaa pinnoitteen eikä tartu ollenkaan tai tartunnasta tulee heikko. Liiman sulaessa ja tasoituessa nastan pinnalle, voidaan se liimata koekappaleeseen kiinni. Puristuksessa käytetään apuna alumiinista holkkia, joka ohjaa nastan oikealle paikalle. Holkki on täsmälleen samankokoinen kuin jyrsitty ura. Holkki pysyy uran pohjassa ja näin ohjaa nastan oikeaan paikkaan. Nastaa puristetaan pneumaattisella sylinterillä päin koekappaletta 2 bar:in paineella.

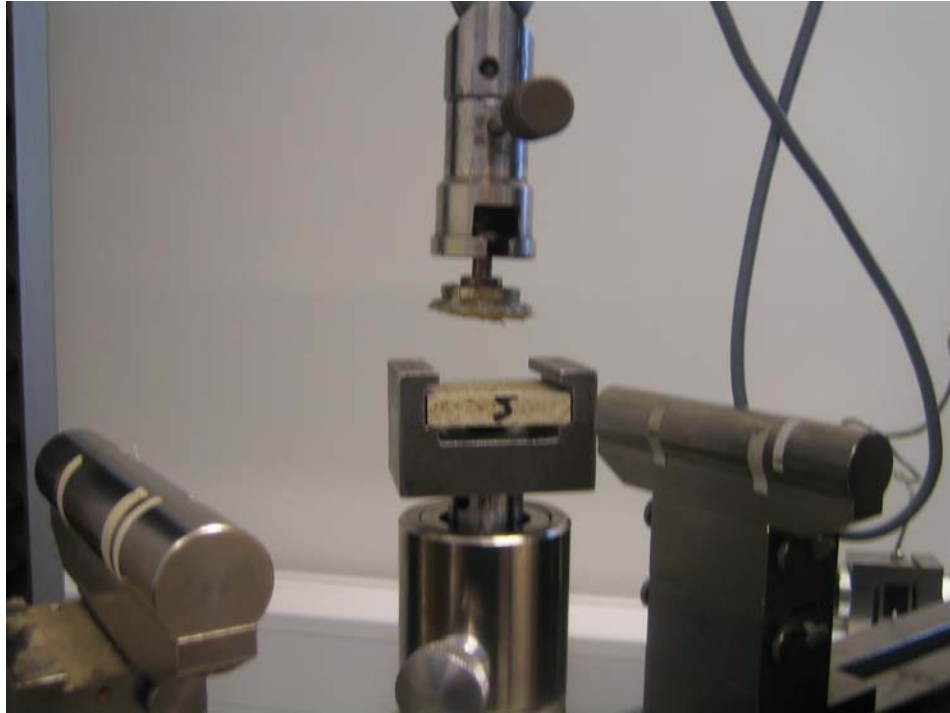


Kuvio 27. Pneumaattinen sylinteri.

Puristusaika ei ole olennainen asia. Koekappale irrotetaan puristuksesta sitten, kun nastaa pystyy käsittelemään paljain käsin. Tämän jälkeen annetaan niiden jäähtyä vuorokauden, että kuumaliima on varmasti jäähtynyt ja kovettunut. Pinnan repäisytesti suoritetaan Metson Zwick Z050 -vetolaitteella. Koekappaleet asetetaan vetolaitteeseen ja repäisy tehdään standardin määräämällä tavalla. Testissä käytettävä vetonopeus on 0,8 mm/min ja kappaleita vedetään niin pitkään, kunnes vetolaite lopettaa vedon. Tämän jälkeen vetolaite palautetaan alkutilaan ja vaihdetaan uusi koekappale vedettäväksi.



Kuvio 28. Zwick Z050 -vetolaite.



Kuvio 29. Onnistunut repäisytesti.

### 14.3 Tulokset

Testi on tietokoneohjattu. Järjestelmä suorittaa itse testin ja laskee automaattisesti tuloksen, joka ilmoitetaan  $\text{N/mm}^2$ . Pinnanrepäisytestissä käytettiin jokaisesta kolmesta levytyypistä kahta eri pinnoitetta (musta ja valkoinen) ja yhtä pinnoittamatonta kappaletta. Alla olevasta taulukosta 10 nähdään keskimääräiset tulokset. Tulokset ovat ylä- ja alapuolien keskiarvoja. Taulukosta nähdään, että Swedspan hiottu -levyt saavat parhaimmat arvot repäisytestissä niin pinnoittamattomana kuin pinnoitettuna. Swedspanin hiomattomilla levyillä ja Lesnan hiotuilla levyillä tulee eroavaisuutta pinnoittamattomassa levyssä Swedspanin hyväksi, kun taas pinnoitetussa levyissä eroa ei juuri ole. Kaikkien 27 koekappaleen yksittäiset arvot löytyvät liitteestä 6.

Taulukko 10. Repäisytestin tulokset.

Pinnoite	Levy		
	Swedspan hiottu ka. N/mm <sup>2</sup>	Swedspan ei hiottu ka. N/mm <sup>2</sup>	Lesna hiottu ka. N/mm <sup>2</sup>
Pinnoittamaton	1,31	1,28	1,13
Musta	1,34	1,24	1,29
Valkoinen	1,37	1,26	1,28

## 15 ISKUTESTI

### 15.1 Iskutestin periaate ja tarvittavat laitteet

Iskutesti suoritetaan normin SFS-EN 438.2 mukaisesti muulta osin, paitsi iskuko-  
keessa käytettävä kuula on pienempi, mitä normi osoittaa. Testin tarkoituksena on  
löytää suurin mahdollinen pudotuskorkeus kuulalle, ettei se aiheuta melamiinipinnoit-  
teelle säröytymistä tai pinnoitteen rikkoutumista. Testissä pitäisi käyttää teräskuulaa,  
jonka halkaisija on  $(42,8 \pm 0,2)$  mm ja paino  $(324 \pm 5,0)$  grammaa, mutta käytetään  
kuitenkin kuulaa, jonka halkaisija on 40,0 mm ja paino 261,56 grammaa. Testissä  
käytetään hiilipaperia, joka jättää koekappaleeseen iskujäljen. Lisäksi käytetään säh-  
kömagneettista kuulaa tiputuslaitetta, joka varmistaa tiputuksen olevan aina saman-  
lainen.



Kuvio 30. Sähkömagneettinen kuulan pudottaja.

## 15.2 Testin suorittaminen

Kokeessa testataan kaikki pinnoitetut levytyypit. Jokaisesta yhdistelmästä tehdään neljä koekappaletta, eli testattavia kappaleita tulee 44, joista testataan molemmat puolet, eli testattavia pintoja tulee kaikkiaan 88 kappaletta. Ensimmäiseksi sahataan käytettävät koekappaleet testissä määrättyihin mittoihin. Koekappaleiden tulee olla  $(230 \pm 5)$  mm mittaisia neliöitä. Testi tehdään laboratorio-olosuhteissa  $(23 \pm 2)$  °C lämpötilassa ja  $(50 \pm 5)$  % kosteudessa. Testaus aloitetaan laittamalla ensimmäinen koekappale suoralle metalliselle alustalle, jonka jälkeen laitetaan hiilipaperi koekappaleen päälle. Hiilipaperin tarkoitus on jättää jälki pinnoitteeseen, jotta voidaan löytää ja tutkia mahdollinen kuulan aiheuttama vaurio. Jos kuula ei aiheuta pinnoitteelle vauriota, nostetaan kuulan pudotuskorkeutta aina sentin verran ylöspäin aina niin kauan, kunnes kuula aiheuttaa vaurion pinnoitteelle.

Vastaavasti jos aloituskorkeudesta kuula aiheuttaa pinnoitteen rikkoontumisen, laskeaan pudotuskorkeutta vastaavasti sentillä kerrallaan alaspäin. Pudotuskorkeutta laskeaan niin kauan, kunnes saavutetaan korkeus, jolloin pinnoite pysyy vahingoittumattomana. Oikean tuloksen saamiseksi täytyy tehdä viisi onnistunutta pudotusta samalta korkeudelta niin, ettei pinnoitteeseen tule vaurioita.

### 15.3 Tulokset

Taulukossa 11 on iskutestin tulokset esitetty keskimääräisen pudotuskorkeuden mukaan. Levyt ovat taulukossa paremmuusjärjestyksessä ylhäältä alas. Tuloksia tarkastellessa huomataan koekappaleiden tiheyden vaikuttavan testitulokseen.

Lesnan levyjen keskimääräinen tiheys on  $725 \text{ kg/m}^3$ , kun vastaavasti Swedspanin levyissä tiheys on noin  $688 \text{ kg/m}^3$ . Swedspanin hiottujen parempi tulos hiomattomiin nähden viittaa siihen, että hiottujen levyjen on pinta tiiviimpää kuin hiomattomien. Tämä asiaa selviää luvusta 18.1 tiheydenmittauksen tulokset, jossa tarkastelemalla tiheysprofiileja huomataan hiomattomien levyjen pinnan olevan huokoisempi kuin hiottujen. Taulukoista 12 – 14 nähdään eri pinnoitteiden testissä saamat tulokset, koekappaleiden tiheydet ja kuulan jättämät halkaisijoiden mitat. Liitteestä 7 löytyvät kaikkien koekappaleiden tulokset.

Taulukko 11. Iskutestin yhteenveto tuloksista.

Pinnoitteet paremmuusjärjestyksessä	Tiputus korkeus ka.	Koekappaleen tiheys ka.	5 iskun halk. ka.
	cm	kg/m <sup>3</sup>	mm
Lesna hiottu	26	725	6,6
Swedspan hiottu	20	687	6,4
Swedspan ei hiottu	18	688	6,5



Taulukko 12. Iskutestin Swedspan hiottu -levyjen tulokset pinnoitteittain.

Pinnoite		Pinta	Tiputus korkeus ka.	Koekappaleen tiheys ka.	5 iskun halkaisijoiden ka.
Levy	Väri	Ylä-/alapuoli	cm	kg/m <sup>3</sup>	mm
Swedspan hiottu	Musta	Yläpuoli	22	692	6,2
Swedspan hiottu	Ruskea	Yläpuoli	22	686	6,2
Swedspan hiottu	Vaalea	Yläpuoli	19	678	6,4
Swedspan hiottu	Valkoinen	Yläpuoli	21	690	6,2
<b>Yläpuolen keskiarvot</b>			<b>21</b>	<b>687</b>	<b>6,3</b>
Levy	Väri	Ylä-/alapuoli	cm	kg/m <sup>3</sup>	mm
Swedspan hiottu	Musta	Alapuoli	19	686	6,7
Swedspan hiottu	Ruskea	Alapuoli	21	692	6,7
Swedspan hiottu	Vaalea	Alapuoli	18	678	6,2
Swedspan hiottu	Valkoinen	Alapuoli	17	690	6,7
<b>Alapuolen keskiarvot</b>			<b>19</b>	<b>687</b>	<b>6,6</b>
<b>Kappaleiden keskiarvot</b>			<b>20</b>	<b>687</b>	<b>6,4</b>

Taulukko 13. Iskutestin Swedspan ei hiottu -levyjen tulokset pinnoitteittain.

Pinnoite		Pinta	Tiputus korkeus ka.	Koekappaleen tiheys ka.	5 iskun halkaisijoiden ka.
Levy	Väri	Ylä-/alapuoli	cm	kg/m <sup>3</sup>	mm
Swedspan ei hiottu	Musta	Yläpuoli	21	692	6,5
Swedspan ei hiottu	Ruskea	Yläpuoli	20	687	6,5
Swedspan ei hiottu	Vaalea	Yläpuoli	13	685	5,9
Swedspan ei hiottu	Valkoinen	Yläpuoli	16	688	6,2
<b>Yläpuolen keskiarvot</b>			<b>18</b>	<b>688</b>	<b>6,3</b>
Levy	Väri	Ylä-/alapuoli	cm	kg/m <sup>3</sup>	mm
Swedspan ei hiottu	Musta	Alapuoli	22	692	6,7
Swedspan ei hiottu	Ruskea	Alapuoli	20	687	6,8
Swedspan ei hiottu	Vaalea	Alapuoli	13	685	6,7
Swedspan ei hiottu	Valkoinen	Alapuoli	16	688	6,7
<b>Alapuolen keskiarvot</b>			<b>18</b>	<b>688</b>	<b>6,7</b>
<b>Kappaleiden keskiarvot</b>			<b>18</b>	<b>688</b>	<b>6,5</b>

Taulukko 14. Iskutestin Lesna hiottu -levyjen tulokset pinnoitteittain.

Pinnoite		Pinta	Tiputus korkeus ka.	Koekappaleen tiheys ka.	5 iskun halkaisijoiden ka.
Levy	Väri	Ylä-/alapuoli	cm	kg/m <sup>3</sup>	mm
Lesna hiottu	Musta	Yläpuoli	28	726	6,6
Lesna hiottu	Ruskea	Yläpuoli	25	725	6,4
Lesna hiottu	Valkoinen	Yläpuoli	21	724	6,4
Yläpuolen keskiarvot			<b>25</b>	<b>725</b>	<b>6,5</b>
Levy	Väri	Ylä-/alapuoli	cm	kg/m <sup>3</sup>	mm
Lesna hiottu	Musta	Alapuoli	30	726	6,7
Lesna hiottu	Ruskea	Alapuoli	28	725	6,8
Lesna hiottu	Valkoinen	Alapuoli	26	724	6,9
Alapuolen keskiarvot			<b>28</b>	<b>725</b>	<b>6,8</b>
<b>Kappaleiden keskiarvot</b>			<b>26</b>	<b>725</b>	<b>6,6</b>

## 16 SÄRÖYTYMISTESTI

### 16.1 Säröytymistestin periaate ja tarvittavat laitteet

Säröytymistesti suoritetaan normin EN 14323 kohdan 5.7 mukaisesti. Tarkastellaan pinnoitettujen lastulevyjen melamiinipinnoitteen lämmönkestoa ja säröytykö melamiinipinnoite. Pinnoitetut lastulevyt altistetaan 70 °C:en lämpötilalle yhdeksi vuorokaudeksi. Testissä tarvittava laite on Lahden ammattikorkeakoulun puulaboratorion sääkaappi ja 6-kertaa suurentava luuppi.



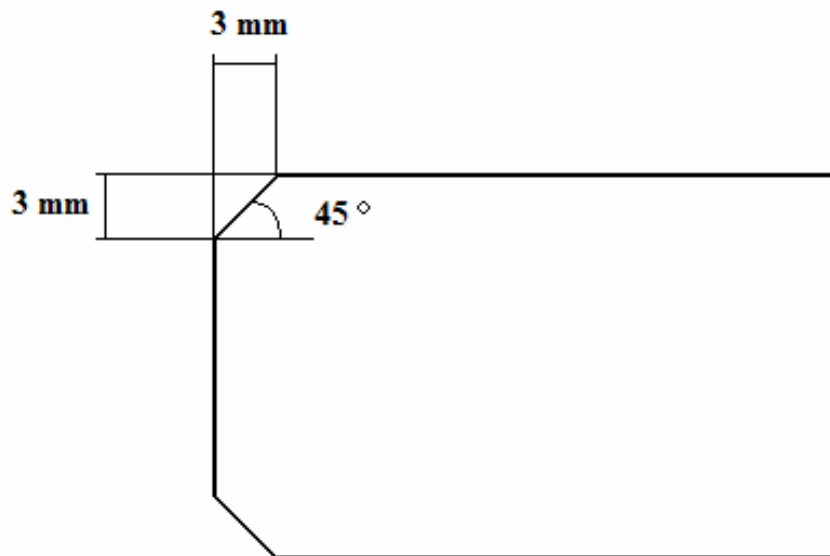
Kuvio 31. Lahden ammattikorkeakoulun sääkaappi.



Kuvio 32. Sääkaappi sisältä.

## 16.2 Testin suorittaminen

Koekappaleet sahataan 250 x 250 mm kokoisiin normin määräämiin paloihin, jonka jälkeen niiden reunat viistetään. Levyn ylä- ja alapinnat viistetään niin, että sahataan 45° kulmassa 3 millin levyinen viiste (kuvio 33). Testaukseen otetaan jokaisesta erilaisesta pinnoitetusta lastulevystä neljä koekappaletta. Täten testattavien määrä on 44 kappaletta. Seuraavaksi tehdään yksinkertainen puinen teline, jonka tarkoitus on pitää koekappaleet irti toisistaan sääkaapissa. Teline tehdään poraamalla lautaan reikiä 30 mm välein ja näihin reikiin laitetaan puisia poratappeja, jotka pitävät koekappaleet pystyssä. Tähän telineeseen saadaan koekappaleet yhdellä kertaa puulaboratorion sääkaappiin. Näin ollen kaikki koekappaleet ovat samanlaisissa olosuhteissa. Sääkaappin olosuhteet ovat normissa ennalta määrätty seuraavasti: ilmankierto oltava ja kiertävän ilman lämpötila  $(70 \pm 2) ^\circ\text{C}$ . Kun koekappaleet ovat olleet sääkaapissa 24 tunnin ajan, voidaan ne ottaa sääkaapista pois. Tämän jälkeen niiden annetaan jäähtyä  $23 ^\circ\text{C}$  ja 50 % kosteudessa 24 tunnin ajan ennen kuin voidaan tarkastella säröytymistestituloksia 6-kertaa suurentavalla luupilla.



Kuvio 33. Levynreunojen viiste.

### 16.3 Tulokset

Testin tulokset voidaan tarkastella 24 tunnin kuluttua siitä, kun koekappaleet on otettu pois sääkaapista. Säröytymistestissä voi ilmetä kahdenlaisia säröjä. Hiussärö, jota on todella vaikea nähdä paljain silmin. Toinen särötyyppi on halkeama, joka voi yltää lastulevyyn saakka, minkä näkee paljaalla silmällä ja tuntee käsin koskemalla. Tuloksiin ei kuitenkaan lasketa säröä, joka alkaa suoraan lastulevyn reunasta.

Säröytymistestin tulokset jaetaan viiteen eri luokkaan, jotka ovat seuraavat:

5: ei säröjä ollenkaan

4: yksittäisiä hiussäröjä

3: hiussäröjä hajanaisesti levinneenä koko pinnoitteelle

2: sama kuin luokka 3, mutta sen lisäksi 1-2 kappaletta < 25 mm säröä, jotka ovat nähtävissä 400 mm etäisyydellä

1: enemmän säröjä kuin muissa luokissa.

Säröytymistestissä ei tapahtunut yhdessäkään koekappaleessa minkäänlaisia visuaalisia muutoksia ja kaikki saavat tulokseksi 5. Standardin vaatima arvo on 3, joten kaikki koekappaleet läpäisivät myös niille vaaditun standardin.

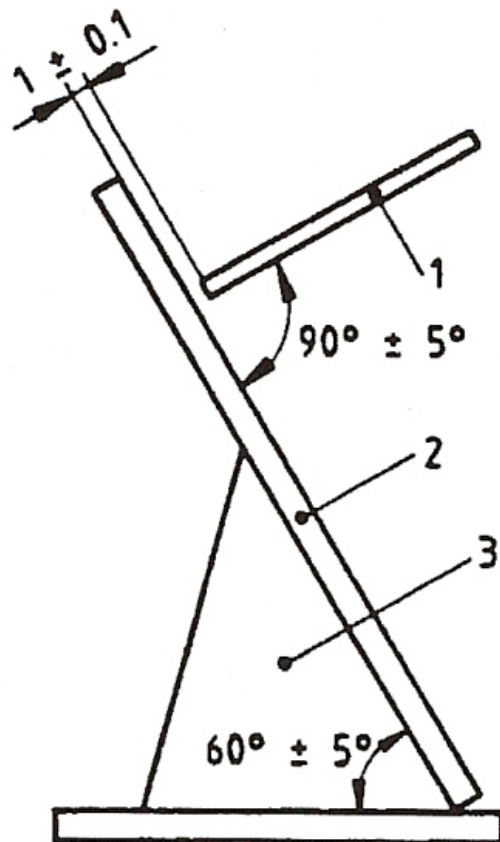
## 17 TOLUEENITESTI

### 17.1 Tolueenitestin periaate ja tarvittavat laitteet

Tolueenitestissä tarkastellaan pinnoittamattomien lastulevyjen pinnanhuokoisuutta valuttamalla 0,5 ml ja 1,0 ml tolueenia määrättyssä kulmassa olevalle lastulevyille, jonka jälkeen mitataan tavallisella metrimittalla valuman pituus. Testissä tarvitaan mittainen pipetti, tolueenia ja metrimitta.

## 17.2 Testin suorittaminen

Testissä testataan pinnoittamattomia levyjä eli testataan Lesnan hiottua, Swedspanin hiottua ja Swedspanin ei hiottua levyjä. Testissä käytettävien koekappaleiden koko tarvitsee olla vähintään  $(300 \pm 2)$  mm x  $(100 \pm 2)$  mm, joista pidempi mitta oltava hiontasuunta. Koekappaleet täytyy säilyttää ennen testiä muuttumattomissa olosuhteissa. Olosuhteet ovat ilmankosteuden osalta  $(65 \pm 5)$  % ja lämmön  $(20 \pm 2)$  °C. Tolueenitestissä pinnoittamaton lastulevy asetetaan  $(60 \pm 5)$ ° ja hiomasuunta alaspäin. Seuraavaksi asetetaan pipetti  $(90 \pm 5)$ ° olevaan kulmaan eli pipetti ja levy ovat kohtisuorassa toisiinsa nähden. Pipetin etäisyys on tärkeää testin onnistumisen kannalta. Se asetetaan yhden millin etäisyydelle koekappaleesta.



Kuvio 34. Tolueenitestin koejärjestely.

Ensiksi testataan 1 ml tolueenimäärällä. Levyjen molemmat puolet testataan ja molemmille puolille valutetaan neljä tolueeninoroa. Itse testaus aloitetaan mittaamalla pipettiin oikea määrä tolueenia eli tarkasti 1ml tolueenia. Testissä käytettävän tolueenin tarvitsee olla noin 20 °C ja tolueeni päästetään pipetistä levyjen pintaan siten, että yhden millilitran valuttamiseen kuluu aikaa ( $4 \pm 2$ ) sekuntia. Kun tolueeni on päästetty pipetistä, annetaan sen valua vapaasti alas. Kun 1 millilitran tolueenitesti on suoritettu, tehdään 0,5 millilitran testi vastaavalla tavalla. Ainoa poikkeus tulee valutusajassa, koska tolueenia on puolet vähemmän, niin valutusaika puolittuu.

### 17.3 Tulokset

Taulukot 16 – 18 on järjestetty valuman pituuden mukaan niin, että testattavista levyistä paras on ensimmäisenä. Taulukoissa ilmoitetut tulokset ovat keskiarvoja. Vertaillaessa Swedspanin hiottua ja hiomatonta levyä keskenään, nähdään hiotun levyn yläpuolen tuloksista sen saaneen huonommat arvot kuin hiomattomassa. Tähän syynä on mahdollisesti hiotun levyn epäsymmetrinen hionta eli levyä on hiottu enemmän yläpuolelta kuin alapuolelta ja hiottu pintalastukerrosta liiaksi pois aiheuttaen pinnan huokoisuuden kasvamista.

Taulukko 15. Lesna hiottu tolueenitestin tulokset.

Lesna Hiottu				
Levyn tiheys 680 kg/m <sup>3</sup>				
Levyn puolet	Yläpuoli		Alapuoli	
Tolueenin määrä	0,5 ml	1,0 ml	0,5 ml	1,0 ml
Valuma	mm		mm	
Keskiarvot	197	364	199	325

Taulukko 16. Swedspan hiottu tolueenitestin tulokset.

<b>Swedspan Hiottu</b>				
<b>Levyn tiheys 660 kg/m<sup>3</sup></b>				
<b>Levyn puolet</b>	<b>Yläpuoli</b>		<b>Alapuoli</b>	
<b>Tolueenin määrä</b>	<b>0,5 ml</b>	<b>1,0 ml</b>	<b>0,5 ml</b>	<b>1,0 ml</b>
<b>Valuma</b>	<b>mm</b>		<b>mm</b>	
<b>Keskiarvot</b>	<b>162</b>	<b>237</b>	<b>189</b>	<b>305</b>

Taulukko 17. Swedspan ei hiottu tolueenitestin tulokset.

<b>Swedspan Ei hiottu</b>				
<b>Levyn tiheys 673 kg/m<sup>3</sup></b>				
<b>Levyn puolet</b>	<b>Yläpuoli</b>		<b>Alapuoli</b>	
<b>Tolueenin määrä</b>	<b>0,5 ml</b>	<b>1,0 ml</b>	<b>0,5 ml</b>	<b>1,0 ml</b>
<b>Valuma</b>	<b>mm</b>		<b>mm</b>	
<b>Keskiarvot</b>	<b>164</b>	<b>282</b>	<b>184</b>	<b>288</b>

## 18 TIHEYSPROFIILIMITTAUS

Tiheysprofiilimittaus tehdään helpottamaan muiden testien tuloksien analysoimisessa, eritoten naarmutus- ja iskutestin tulosten osalta. Mittaus tehdään 50 x 50 mm kokoisista koekappaleista, jotka ovat pinnoitettuja. Testissä käytetään Lesnan hiottua, Swedspanin hiottua ja Swedspanin ei hiottua levyä. Pinnoitteiden värillä ei ole väliä, koska kaikki pinnoitteet ovat tehty samalla tavalla ja ovat samanlaisia. Koekappaleet mitataan digitaalisella työntömitalla ja saadut mitat syötetään GreCon density analyser:in tietokoneohjelmaan. Tietokone on kytketty varsinaiseen tiheydenmittauslaitteeseen. GreCon density analyser mittaa koekappaleen tiheyden 0,1 mm välein. Näin saadaan erittäin tarkka kuva jokaisesta koekappaleen tiheysprofiilista.

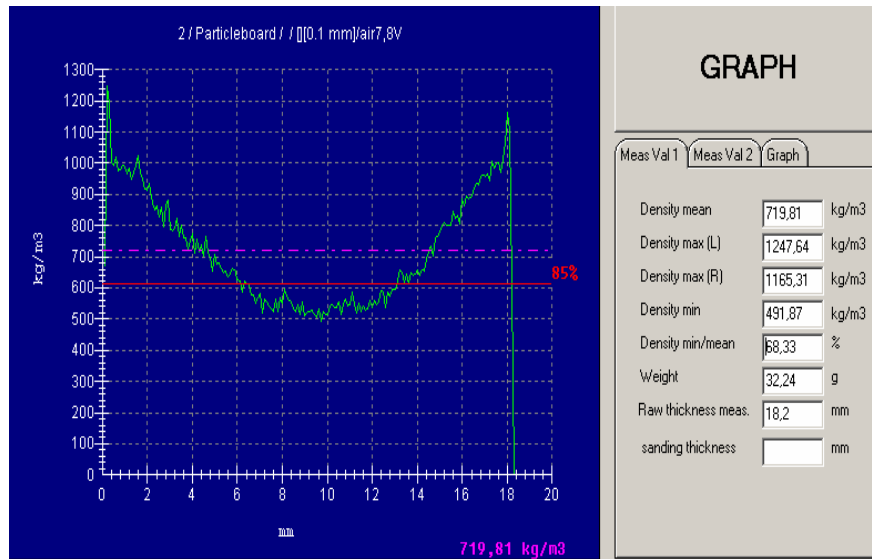




Kuvio 35. GreCon density analyser

## 18.1 Tiheysprofiilimittauksen tulokset

### Lesna sanded overlaid

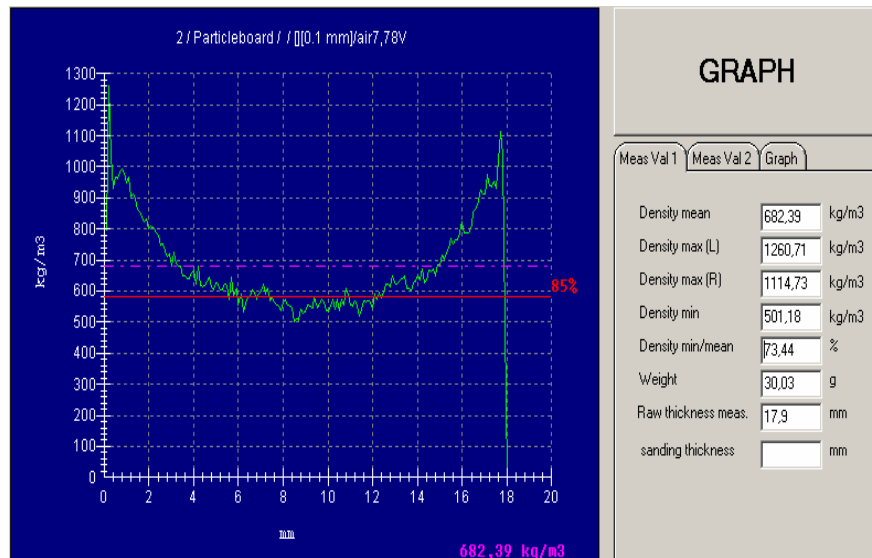


TOP

BOTTOM

Kuvio 36. Hiotun Lesnan tiheysprofiili.

### Swedspan sanded overlaid

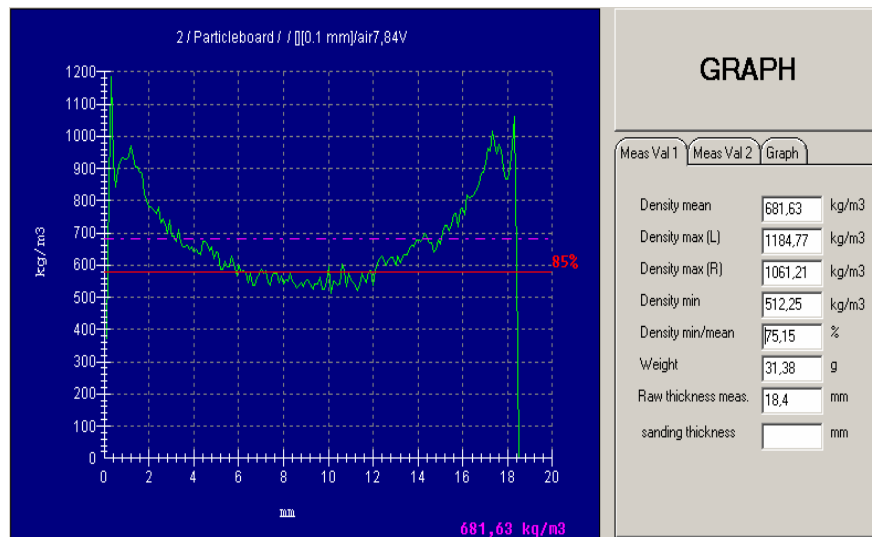


TOP

BOTTOM

Kuvio 37. Hiottun Swedspanin tiheysprofiili.

### Swedspan unsanded overlaid



TOP

BOTTOM

Kuvio 38. Hiomattoman Swedspanin tiheysprofiili.

Tiheysprofiilit on mitattu pinnoitetuista koekappaleista. Pinnoitteet näkyvät tiheysprofiilikuvioissa 36 - 38 molemmilla reunoilla terävänä piikkinä, koska pinnoitteet ovat erittäin tiheää materiaalia. Tiheysprofiileista huomaa erittäin hyvin millainen ero on hiotuilla ja hiomattomilla levyillä. Hiotuissa levyissä tiheyskäyrä nousee tasaisesti kohti levyn molempia pintoja, kun taas hiomattomassa levyssä tiheys alenee ennen pinnoitetta eli hiomattoman levyn pinta on huokoisempi. Tämä näkyy eritoten iskutestin ja tolueenitestin tuloksissa.

## 19 YHTEENVETO TULOXSISTA

Alla olevassa taulukossa on kaikkien testien sijoituspisteet. Sijoituspisteitä jaettiin seuraavasti: testin paras levy sai yhden ja toiseksi paras sai kaksi ja kolmas sai kolme pistettä. Säröytymiskokeessa kaikki kolme levyä saivat kaikki yhden sijoituspisteen, koska levyissä ei tapahtunut mitään muutosta.

Taulukko 18. Testien sijoituspisteet.

Testi	Levytyyppi		
	Swedspan hiottu	Swedspan ei hiottu	Lesna hiottu
Iskukoe	2	3	1
Naarmutus	1	3	2
Pinnanrepäisy	1	2	3
Pintavirheet	1	2	3
Säröytyminen	1	1	1
Tolueeni	2	3	1
Työstö ja reunasahaus	1	2	3
Vesihöyrynkesto	1	2	3
Värjäytyminen	2	1	3
<b>Sijoituspisteet yhteensä:</b>	<b>12</b>	<b>19</b>	<b>20</b>

Sijoituspisteiden valossa paremmuusjärjestys on seuraava. Jos levyt olisivat saaneet yhtä suuret pistemäärät sijoituspisteistä, niin loppusijoitus olisi ratkennut testien sijoitusten mukaan.

Taulukko 19. Lastulevyjen testeistä saamat kokonaispisteet ja sijoitukset.

Levy	Kokonaispisteet	Sijoitukset/kappale		
		1	2	3
Swedspan hiottu	12	6	3	0
Swedspan ei hiottu	19	2	4	3
Lesna hiottu	20	3	1	5

Kokonaispisteissä lastulevyille saadaan selvät erot. Kyseisten lastulevyjen vertaileminen keskenään on kuitenkin erittäin vaikeaa, koska testeissä levyjen erot ovat hyvin pieniä. Kuitenkin on huomioitava, että kaikki testatut lastulevyt ylittivät selvästi niille annetut normit. Tuloksista huomataan, että Swedspanin hiomattomat lastulevyt saavuttaa samanlaisia tuloksia kuin Swedspanin ja Lesnan hiottu lastulevyt. Tämän perusteella puristamisen ja pinnoittamisen välinen hiominen voitaisiin poistaa. Yhden työvaiheen pois jättäminen parantaisi huomattavasti lastulevytehtaan kannattavuutta. Koska testeissä ei ollut Lesnan hiomattomia lastulevyjä testattavana, voidaan ajatella hiomisen pois jättämistä sinä tapauksessa, että lastulevy on valmistettu Metson ClassiFormer™ -sirotusmenetelmällä ja Contipress™ -jatkuvoimisella puristimella.

## LÄHTEET

Koponen, H. 2002. Puulevytuotanto. Edita Oy, Helsinki.

Koponen, H. 1991. Puutuotteiden jalostus ja kehitys 538. Otatieto Oy, Espoo.

Koponen, H. 1988. Puutuotteiden pinnoitus 511. Otakustantamo, Espoo.

Juvonen, R. & Pekkinen, P. 1987. Mekaaninen metsäteollisuus 3: Lastulevyteollisuus. Valtion painatuskeskus, Helsinki.

Mäkinen, H. 1980. Puulevyjen ja sahatavaran jatkojalostus ja käyttö. Insinööritieto Oy, Helsinki.

[http://www.metsopanelboard.com/panelboard/MPB\\_Web\\_General\\_EN.nsf//WebWID/WTB-041130-2256F-6ECDE/\\$File/Metso\\_Panelboard\\_company\\_profile\\_fi\\_1-2004.doc](http://www.metsopanelboard.com/panelboard/MPB_Web_General_EN.nsf//WebWID/WTB-041130-2256F-6ECDE/$File/Metso_Panelboard_company_profile_fi_1-2004.doc). 28.3.2006

Metso Panelboards. 2005a. Metso Contipress<sup>TM</sup> continuous pressing for panelboard production. Esite.

Metso Panelboards. 2005b. Technical Overview Particleboard PROCESS. Esite.

Haastattelu: Markku, Erämaja. Metso panelboard, Nastola. Kevät 2005 ja syksy 2006.

Haastattelu: Markkanen, Ilkka. Lahden ammattikorkeakoulu, Lahti. Kevät 2005 ja syksy 2006.

[http://www.edu.fi/oppimateriaalit/puutuoteteollisuus/alkutuotteiden\\_jalostus/pintakasittely](http://www.edu.fi/oppimateriaalit/puutuoteteollisuus/alkutuotteiden_jalostus/pintakasittely). 17.3.2006.

## LIITTEET

LIITE 1. Naarmutustestin yksittäisten koekappaleiden tulokset.

1/6

**Naarmutustesti**

<b>Pinnoite:</b>	<b>Swedspan hiottu</b>
<b>Väri:</b>	<b>Musta</b>
<b>Puoli:</b>	<b>Yläpuoli</b>

<b>Pinnoite:</b>	<b>Swedspan hiottu</b>
<b>Väri:</b>	<b>Ruskea</b>
<b>Puoli:</b>	<b>Yläpuoli</b>

Kpl/N	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0
1		xx	x				
2		x	x	x			
3	xx		x				
4		xx		x			
5				xx	x		
6			xx	x			
7	x	x	x				
8		xx	x				
9		xx	x				
<b>Keskiarvo</b>	<b>3,16</b>						

Kpl/N	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0
1			xxx				
2			xxx				
3		x	x	x			
4		x	x	x			
5			xx	x			
6			xxx				
7				xx	x		
8				xx	x		
9				xxx			
<b>Keskiarvo</b>	<b>2,77</b>						

<b>Pinnoite:</b>	<b>Swedspan hiottu</b>
<b>Väri:</b>	<b>Vaalea</b>
<b>Puoli:</b>	<b>Yläpuoli</b>

<b>Pinnoite:</b>	<b>Swedspan hiottu</b>
<b>Väri:</b>	<b>Valkoinen</b>
<b>Puoli:</b>	<b>Yläpuoli</b>

Kpl/N	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0
1		x	x	x			
2	x	x	x				
3	x		xx				
4			xx	x			
5			xx	x			
6		x	x	x			
7		x	xx				
8			x	xx			
9			xxx				
<b>Keskiarvo</b>	<b>3,03</b>						

Kpl/N	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0
1		xxx					
2		xx	x				
3		xx	x				
4		xx	x				
5		x	xx				
6	x	x	x				
7		xx	x				
8	x	xx					
9	x		xx				
<b>Keskiarvo</b>	<b>3,38</b>						

## Naarmutustesti

<b>Pinnoite:</b>	<b>Swedspan hiottu</b>
<b>Väri:</b>	<b>Musta</b>
<b>Puoli:</b>	<b>Alapuoli</b>

Kpl/N	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0
1			xx	x			
2					xxx		
3			x	xx			
4				xxx			
5				xxx			
6			x	xx			
7			xxx				
8			xx	x			
9		x	xx				
<b>Keskiarvo</b>			<b>2,68</b>				

<b>Pinnoite:</b>	<b>Swedspan hiottu</b>
<b>Väri:</b>	<b>Ruskea</b>
<b>Puoli:</b>	<b>Alapuoli</b>

Kpl/N	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0
1			x	xx			
2			xxx				
3			x	xx			
4		x	xx				
5		x	xx				
6			xxx				
7			xxx				
8				xxx			
9			xx	x			
<b>Keskiarvo</b>			<b>2,79</b>				

<b>Pinnoite:</b>	<b>Swedspan hiottu</b>
<b>Väri:</b>	<b>Vaalea</b>
<b>Puoli:</b>	<b>Alapuoli</b>

Kpl/N	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0
1	x	xx					
2		xxx					
3	x	x	x				
4		x		xx			
5		x	xx				
6	x	xx					
7	x	xx					
8			xxx				
9	x	xx					
<b>Keskiarvo</b>			<b>3,31</b>				

<b>Pinnoite:</b>	<b>Swedspan hiottu</b>
<b>Väri:</b>	<b>Valkoinen</b>
<b>Puoli:</b>	<b>Alapuoli</b>

Kpl/N	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0
1		xx	x				
2	x	xx					
3	xx	x					
4	x	x	x				
5		x	x	x			
6		xx	x				
7	x	xx					
8		xxx					
9			xxx				
<b>Keskiarvo</b>			<b>3,42</b>				

## Naarmutustesti

<b>Pinnoite:</b>	<b>Swedspan ei hiottu</b>
<b>Väri:</b>	<b>Musta</b>
<b>Puoli:</b>	<b>Yläpuoli</b>

Kpl/N	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0
1	xx		x				
2		xx	x				
3		xx	x				
4		xx	x				
5	x	xx					
6		x	x	x			
7			xx	x			
8				xxx			
9		x	xx				
<b>Keskiarvo</b>					<b>3,20</b>		

<b>Pinnoite:</b>	<b>Swedspan ei hiottu</b>
<b>Väri:</b>	<b>Ruskea</b>
<b>Puoli:</b>	<b>Yläpuoli</b>

Kpl/N	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0
1			x	xx			
2				x	xx		
3			xx	x			
4			xxx				
5			x	xx			
6				xxx			
7			x	xx			
8				xxx			
9			x	xx			
<b>Keskiarvo</b>					<b>2,67</b>		

<b>Pinnoite:</b>	<b>Swedspan ei hiottu</b>
<b>Väri:</b>	<b>Vaalea</b>
<b>Puoli:</b>	<b>Yläpuoli</b>

Kpl/N	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0
1				xx	x		
2					xxx		
3			xx	x			
4				xx	x		
5			xx	x			
6			x	xx			
7			x	xx			
8				x	xx		
9				xxx			
<b>Keskiarvo</b>					<b>2,48</b>		

<b>Pinnoite:</b>	<b>Swedspan ei hiottu</b>
<b>Väri:</b>	<b>Valkoinen</b>
<b>Puoli:</b>	<b>Yläpuoli</b>

Kpl/N	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0
1			xx	x			
2		x	xx				
3			xxx				
4		x	xx				
5		x	x	x			
6			xxx				
7			xxx				
8			xx	x			
9		x	xx				
<b>Keskiarvo</b>					<b>3,01</b>		



## Naarmutustesti

<b>Pinnoite:</b>	<b>Swedspan ei hiottu</b>
<b>Väri:</b>	<b>Musta</b>
<b>Puoli:</b>	<b>Alapuoli</b>

Kpl/N	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0
1			xx	x			
2			xxx				
3			xxx				
4			xx	x			
5			xxx				
6			xx	x			
7			x	xx			
8			xxx				
9		xx	x				
<b>Keskiarvo</b>				<b>2,94</b>			

<b>Pinnoite:</b>	<b>Swedspan ei hiottu</b>
<b>Väri:</b>	<b>Ruskea</b>
<b>Puoli:</b>	<b>Alapuoli</b>

Kpl/N	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0
1			x	xx			
2			xxx				
3				xx	x		
4				xxx			
5				xxx			
6				xxx			
7				xx	x		
8			x	xx			
9				xxx			
<b>Keskiarvo</b>				<b>2,55</b>			

<b>Pinnoite:</b>	<b>Swedspan ei hiottu</b>
<b>Väri:</b>	<b>Vaalea</b>
<b>Puoli:</b>	<b>Alapuoli</b>

Kpl/N	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0
1			xx	x			
2			xxx				
3			xxx				
4		xx	x				
5			x	xx			
6			xxx				
7			xxx				
8			xx	x			
9		x	xx				
<b>Keskiarvo</b>				<b>2,98</b>			

<b>Pinnoite:</b>	<b>Swedspan ei hiottu</b>
<b>Väri:</b>	<b>Valkoinen</b>
<b>Puoli:</b>	<b>Alapuoli</b>

Kpl/N	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0
1			xx	x			
2			xxx				
3			xxx				
4		x	xx				
5		x	xx				
6			xxx				
7		x	xx				
8		x	xx				
9			xx	x			
<b>Keskiarvo</b>				<b>3,03</b>			

## Naarmutustesti

<b>Pinnoite:</b>	<b>Lesna Hiottu</b>
<b>Väri:</b>	<b>Musta</b>
<b>Puoli:</b>	<b>Yläpuoli</b>

Kpl/N	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0
1		x	x	x			
2			xx	x			
3			xxx				
4		x	xx				
5		xx	x				
6			x	xx			
7			x	xx			
8		x		xx			
9			x	xx			
<b>Keskiarvo</b>				<b>2,91</b>			

<b>Pinnoite:</b>	<b>Lesna Hiottu</b>
<b>Väri:</b>	<b>Ruskea</b>
<b>Puoli:</b>	<b>Yläpuoli</b>

Kpl/N	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0
1		x	xx				
2				xxx			
3			xx	x			
4			xx	x			
5			xx	x			
6			xx	x			
7				xx	x		
8			x	xx			
9				x	xx		
<b>Keskiarvo</b>				<b>2,68</b>			

<b>Pinnoite:</b>	<b>Lesna Hiottu</b>
<b>Väri:</b>	<b>Valkoinen</b>
<b>Puoli:</b>	<b>Yläpuoli</b>

Kpl/N	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0
1		x	xx				
2			xx	x			
3			xx	x			
4		x	xx				
5			xxx				
6			xxx				
7			xx	x			
8		x	xx				
9			xx	x			
<b>Keskiarvo</b>				<b>2,98</b>			

## Naarmutustesti

<b>Pinnoite:</b>	<b>Lesna Hiottu</b>
<b>Väri:</b>	<b>Musta</b>
<b>Puoli:</b>	<b>Alapuoli</b>

Kpl/N	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0
1			xx	x			
2		xx		x			
3			xxx				
4		x	xx				
5		x	xx				
6		xxx					
7		x	xx				
8			xxx				
9			x	xx			
<b>Keskiarvo</b>			<b>3,07</b>				

<b>Pinnoite:</b>	<b>Lesna Hiottu</b>
<b>Väri:</b>	<b>Ruskea</b>
<b>Puoli:</b>	<b>Alapuoli</b>

Kpl/N	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0
1			x	xx			
2			xx	x			
3			x	xx			
4			x	xx			
5			x	xx			
6				xxx			
7			x	xx			
8			xxx				
9			x	xx			
<b>Keskiarvo</b>			<b>2,70</b>				

<b>Pinnoite:</b>	<b>Lesna Hiottu</b>
<b>Väri:</b>	<b>Valkoinen</b>
<b>Puoli:</b>	<b>Alapuoli</b>

Kpl/N	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0
1		xx	x				
2		x	xx				
3			xxx				
4			xxx				
5		xx	x				
6		x	xx				
7			xx	x			
8			xxx				
9		x	x	x			
<b>Keskiarvo</b>			<b>3,09</b>				

LIITE 2. Vesihöyrytestin tulokset.

1/6

**Vesihöyrynkesto****SWEDSPAN HIOTTU  
YLÄPUOLI**

Musta		Arvo	Ruskea		Arvo
Koekappale	1	4	Koekappale	1	5
	2	4		2	5
	3	4		3	5
	4	4		4	5
	5	4		5	5
	6	4		6	5
	7	4		7	5
	8	5		8	5
	9	4		9	5
ka.		4,11	ka.		5,00

Vaalea		Arvo	Valkoinen		Arvo
Koekappale	1	4	Koekappale	1	5
	2	4		2	5
	3	5		3	5
	4	5		4	4
	5	4		5	4
	6	3		6	4
	7	4		7	4
	8	5		8	5
	9	3		9	4
ka.		4,11	ka.		4,44

## Vesihöyrynkesto

### SWEDSPAN HIOTTU ALAPUOLI

Musta		Arvo	Ruskea		Arvo
Koekappale	1	4	Koekappale	1	5
	2	4		2	5
	3	4		3	5
	4	4		4	5
	5	4		5	5
	6	4		6	5
	7	4		7	5
	8	5		8	5
	9	4		9	4
ka.		4,11	ka.		4,89

Vaalea		Arvo	Valkoinen		Arvo
Koekappale	1	5	Koekappale	1	5
	2	5		2	5
	3	5		3	5
	4	4		4	4
	5	4		5	5
	6	4		6	5
	7	3		7	5
	8	4		8	5
	9	4		9	5
ka.		4,22	ka.		4,89

## Vesihöyrynkesto

SWEDSPAN EI HIOTTU  
YLÄPUOLI

Musta		Arvo	Ruskea		Arvo
Koekappale	1	4	Koekappale	1	5
	2	5		2	5
	3	5		3	4
	4	4		4	5
	5	3		5	5
	6	4		6	5
	7	4		7	5
	8	4		8	5
	9	5		9	5
ka.		4,22	ka.		4,89

Vaalea		Arvo	Valkoinen		Arvo
Koekappale	1	4	Koekappale	1	5
	2	5		2	5
	3	5		3	4
	4	3		4	4
	5	4		5	5
	6	4		6	5
	7	3		7	4
	8	4		8	4
	9	3		9	3
ka.		3,89	ka.		4,33

## Vesihöyrynkesto

SWEDSPAN EI HIOTTU  
ALAPUOLI

Musta		Arvo	Ruskea		Arvo
Koekappale	1	4	Koekappale	1	5
	2	4		2	4
	3	4		3	5
	4	4		4	4
	5	4		5	5
	6	4		6	5
	7	4		7	5
	8	4		8	5
	9	4		9	5
ka.		4,00	ka.		4,78

Vaalea		Arvo	Valkoinen		Arvo
Koekappale	1	4	Koekappale	1	4
	2	5		2	4
	3	5		3	5
	4	4		4	5
	5	4		5	5
	6	5		6	5
	7	5		7	5
	8	5		8	5
	9	5		9	4
ka.		4,67	ka.		4,67

## Vesihöyrynkesto

### LESNA HIOTTU YLÄPUOLI

Musta		Arvo	Ruskea		Arvo
Koekappale	1	4	Koekappale	1	3
	2	3		2	4
	3	3		3	3
	4	4		4	3
	5	4		5	4
	6	4		6	3
	7	3		7	4
	8	4		8	3
	9	4		9	3
ka.		3,67	ka.		3,33

Valkoinen		Arvo
Koekappale	1	5
	2	5
	3	4
	4	5
	5	5
	6	5
	7	5
	8	4
	9	4
ka.		4,67



## Vesihöyrynkesto

### LESNA HIOTTU ALAPUOLI

Musta		Arvo	Ruskea		Arvo
Koekappale	1	4	Koekappale	1	5
	2	4		2	5
	3	4		3	4
	4	4		4	4
	5	3		5	5
	6	4		6	4
	7	4		7	4
	8	4		8	5
	9	3		9	4
ka.		3,78	ka.		4,44

Valkoinen		Arvo
Koekappale	1	5
	2	5
	3	5
	4	5
	5	4
	6	4
	7	5
	8	4
	9	5
ka.		4,67

## Reunasahaus

Taulukoissa esiintyvät n-kirjaimet tarkoittavat irronneiden lastujen lukumäärää, joka on yli 50 kpl/jm. Alla olevissa taulukoissa on levyt järjestetty paremmuusjärjestykseen parhaasta huonoimpaan.

<b>1</b>	Pinnoite:	Swedspan ei hiottu
	Väri:	Musta

Sahaustapa:  
Yläpuolelta alapuolelle

Terän sisäänmeno (yläpuoli)			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	n	0,8	0,0

Sahaustapa:  
Alapuolelta yläpuolelle

Terän sisäänmeno (alapuoli)			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	n	0,0	0,0

Terän ulostulo (alapuoli)			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	n	7,5	2,5

Terän ulostulo (yläpuoli)			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	n	7,9	0,0

<b>2</b>	Pinnoite:	Swedspan hiottu
	Väri:	Musta

Sahaustapa:  
Yläpuolelta alapuolelle

Terän sisäänmeno (yläpuoli)			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	n	3,8	0,0

Sahaustapa:  
Alapuolelta yläpuolelle

Terän sisäänmeno (alapuoli)			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	n	0,4	0,0

Terän ulostulo (alapuoli)			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	n	12,5	2,9

Terän ulostulo (yläpuoli)			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	n	9,6	0,0

<b>3</b>	<b>Pinnoite:</b>	<b>Lesna hiottu</b>
	<b>Väri:</b>	<b>Musta</b>

**Sahaustapa:**  
**Yläpuolelta alapuolelle**

Terän sisäänmeno (yläpuoli)			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	n	0,0	0,4

**Sahaustapa:**  
**Alapuolelta yläpuolelle**

Terän sisäänmeno (alapuoli)			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	n	0,0	0,0

Terän ulostulo (alapuoli)			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	n	8,8	0,0

Terän ulostulo (yläpuoli)			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	n	13,3	0,0

<b>4</b>	<b>Pinnoite:</b>	<b>Swedspan hiottu</b>
	<b>Väri:</b>	<b>Vaalea</b>

**Sahaustapa:**  
**Yläpuolelta alapuolelle**

Terän sisäänmeno (yläpuoli)			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	n	2,5	0,0

**Sahaustapa:**  
**Alapuolelta yläpuolelle**

Terän sisäänmeno (alapuoli)			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	n	0,4	0,0

Terän ulostulo (alapuoli)			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	n	19,2	1,3

Terän ulostulo (yläpuoli)			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	n	11,3	1,3

<b>5</b>	<b>Pinnoite:</b> Swedspan hiottu
	<b>Väri:</b> Valkoinen

**Sahaustapa:**  
Yläpuolelta alapuolelle

Terän sisäänmeno (yläpuoli)			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	n	4,2	0,4

**Sahaustapa:**  
Alapuolelta yläpuolelle

Terän sisäänmeno (alapuoli)			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	n	2,5	0,0

Terän ulostulo (alapuoli)			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	n	17,9	2,5

Terän ulostulo (yläpuoli)			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	n	12,9	0,4

<b>6</b>	<b>Pinnoite:</b> Swedspan ei hiottu
	<b>Väri:</b> Vaalea

**Sahaustapa:**  
Yläpuolelta alapuolelle

Terän sisäänmeno (yläpuoli)			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	n	0,8	0,4

**Sahaustapa:**  
Alapuolelta yläpuolelle

Terän sisäänmeno (alapuoli)			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	n	0,8	0,0

Terän ulostulo (alapuoli)			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	n	22,9	0,4

Terän ulostulo (yläpuoli)			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	n	14,2	0,0

<b>7</b>	<b>Pinnoite:</b> Swedspan hiottu
	<b>Väri:</b> Ruskea

**Sahaustapa:**  
Yläpuolelta alapuolelle

Terän sisäänmeno (yläpuoli)			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	n	2,9	0,8

**Sahaustapa:**  
Alapuolelta yläpuolelle

Terän sisäänmeno (alapuoli)			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	n	2,9	0,0

Terän ulostulo (alapuoli)			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	n	19,6	4,2

Terän ulostulo (yläpuoli)			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	n	27,1	0,0

<b>8</b>	<b>Pinnoite:</b> Swedspan ei hiottu
	<b>Väri:</b> Valkoinen

**Sahaustapa:**  
Yläpuolelta alapuolelle

Terän sisäänmeno (yläpuoli)			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	n	2,5	0,0

**Sahaustapa:**  
Alapuolelta yläpuolelle

Terän sisäänmeno (alapuoli)			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	n	3,8	0,0

Terän ulostulo (alapuoli)			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	n	30,4	0,8

Terän ulostulo (yläpuoli)			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	n	22,1	0,4

<b>9</b>	Pinoite: <u>Lesna hiottu</u>
	Väri: <u>Valkoinen</u>

**Sahaustapa:**  
**Yläpuolelta alapuolelle**

Terän sisäänmeno (yläpuoli)			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	n	1,3	0,8

**Sahaustapa:**  
**Alapuolelta yläpuolelle**

Terän sisäänmeno (alapuoli)			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	n	1,7	0,0

Terän ulostulo (alapuoli)			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	n	33,3	1,7

Terän ulostulo (yläpuoli)			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	n	25,8	1,3

<b>10</b>	Pinoite: <u>Lesna hiottu</u>
	Väri: <u>Ruskea</u>

**Sahaustapa:**  
**Yläpuolelta alapuolelle**

Terän sisäänmeno (yläpuoli)			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	n	1,3	0,0

**Sahaustapa:**  
**Alapuolelta yläpuolelle**

Terän sisäänmeno (alapuoli)			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	n	1,3	0,0

Terän ulostulo (alapuoli)			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	n	n	4,6

Terän ulostulo (yläpuoli)			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	n	n	6,3

<b>11</b>	<b>Pinnoite:</b>	<b>Swedspan ei hiottu</b>
	<b>Väri:</b>	<b>Ruskea</b>

**Sahaustapa:**  
**Yläpuolelta alapuolelle**

Terän sisäänmeno (yläpuoli)			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	n	0,8	0,0

**Sahaustapa:**  
**Alapuolelta yläpuolelle**

Terän sisäänmeno (alapuoli)			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	n	1,3	0,0

Terän ulostulo (alapuoli)			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	n	n	8,8

Terän ulostulo (yläpuoli)			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	n	n	5,8

## Työstö

Taulukoissa esiintyvät n-kirjaimet tarkoittavat irronneiden lastujen lukumäärää, joka on yli 50 kpl/jm. Alla olevissa taulukoissa on levyt järjestetty paremmuusjärjestykseen parhaimmasta huonoimpaan.

<b>1</b>	Pinnoite:	Lesna hiottu
	Väri:	Musta

### Yläpuolen työstö

Terän sisäänmeno			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	1,3	0,0	0,0

### Alapuolen työstö

Terän sisäänmeno			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	1,9	0,0	0,0

Terän ulostulo			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	5,6	0,6	0,0

Terän ulostulo			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	8,1	0,6	0,0

<b>2</b>	Pinnoite:	Swedspan ei hiottu
	Väri:	Musta

### Yläpuolen työstö

Terän sisäänmeno			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	8,1	0,0	0,0

### Alapuolen työstö

Terän sisäänmeno			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	8,8	0,0	0,0

Terän ulostulo			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	28,8	5,6	0,6

Terän ulostulo			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	35,0	6,9	0,6



<b>3</b>	Pinnoite:	Swedspan hiottu
	Väri:	Musta

Yläpuolen työstö

Terän sisäänmeno			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	8,8	0,0	0,0

Alapuolen työstö

Terän sisäänmeno			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	7,5	0,0	0,0

Terän ulostulo			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	31,3	3,1	0,0

Terän ulostulo			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	53,1	6,3	3,8

<b>4</b>	Pinnoite:	Swedspan hiottu
	Väri:	Valkoinen

Yläpuolen työstö

Terän sisäänmeno			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	8,8	0,0	0,0

Alapuolen työstö

Terän sisäänmeno			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	18,8	1,3	0,0

Terän ulostulo			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	49,4	4,4	0,0

Terän ulostulo			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	n	7,5	1,3

<b>5</b>	Pinnoite:	Swedspan hiottu
	Väri:	Vaalea

Yläpuolen työstö

Terän sisäänmeno			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	17,5	0,6	0,0

Alapuolen työstö

Terän sisäänmeno			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	24,4	1,9	0,6

Terän ulostulo			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	53,8	5,0	0,0

Terän ulostulo			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	n	13,1	1,3

<b>6</b>	Pinnoite:	Lesna hiottu
	Väri:	Valkoinen

Yläpuolen työstö

Terän sisäänmeno			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	16,3	1,3	1,9

Alapuolen työstö

Terän sisäänmeno			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	16,9	1,9	0,0

Terän ulostulo			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	37,5	12,5	2,5

Terän ulostulo			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	18,1	8,1	3,8

<b>7</b>	<b>Pinnoite:</b> Swedspan ei hiottu
	<b>Väri:</b> Valkoinen

Yläpuolen työstö

Terän sisäänmeno			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	21,9	1,9	0,0

Alapuolen työstö

Terän sisäänmeno			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	37,5	5,6	0,0

Terän ulostulo			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	50,0	9,4	0,0

Terän ulostulo			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	n	18,8	0,6

<b>8</b>	<b>Pinnoite:</b> Swedspan hiottu
	<b>Väri:</b> Ruskea

Yläpuolen työstö

Terän sisäänmeno			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	34,4	3,1	0,0

Alapuolen työstö

Terän sisäänmeno			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	40,6	0,6	0,0

Terän ulostulo			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	n	21,9	3,1

Terän ulostulo			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	n	7,5	1,3

<b>9</b>	<b>Pinnoite:</b> Swedspan ei hiottu
	<b>Väri:</b> Vaalea

Yläpuolen työstö

Terän sisäänmeno			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	14,4	0,0	0,0

Alapuolen työstö

Terän sisäänmeno			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	24,4	1,3	0,0

Terän ulostulo			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	48,8	16,9	0,6

Terän ulostulo			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	n	23,1	0,6

<b>10</b>	<b>Pinnoite:</b> Swedspan ei hiottu
	<b>Väri:</b> Ruskea

Yläpuolen työstö

Terän sisäänmeno			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	36,9	2,5	0,0

Alapuolen työstö

Terän sisäänmeno			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	26,9	11,9	0,0

Terän ulostulo			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	59,4	18,8	2,5

Terän ulostulo			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	n	41,9	12,5

<b>11</b>	<b>Pinnoite:</b>	<b>Lesna hiottu</b>
	<b>Väri:</b>	<b>Ruskea</b>

Yläpuolen työstö

Terän sisäänmeno			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	n	13,8	0,0

Alapuolen työstö

Terän sisäänmeno			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	48,8	7,5	0,0

Terän ulostulo			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	n	32,5	3,8

Terän ulostulo			
Lastun koko mm	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Kpl/jm	n	45,6	8,8

**Värjäytymistesti****SWEDSPAN HIOTTU**

Lasilla suojattu (estää aineiden haihtumisen)					
Levy	Kaikkien pinnoitteiden keskiarvot				
Swedspan Hiottu	Kahvi	Punaviini	Sitruunahappo 10 %	Asetoni	Kaikki yhteensä
Yläpuoli	4,56	4,38	4,94	5,00	4,72
Alapuoli	4,31	4,63	5,00	5,00	4,74
<b>Molempien puolien ka.</b>					<b>4,73</b>

Lasiton (salli aineiden haihtumisen ja kuivumisen pinnoitteeseen)					
Levy	Kaikkien pinnoitteiden keskiarvot				
Swedspan Hiottu	Kahvi	Punaviini	Sitruunahappo 10 %	Asetoni	Kaikki yhteensä
Yläpuoli	5,00	5,00	4,50	5,00	4,88
Alapuoli	5,00	4,88	4,63	5,00	4,88
<b>Molempien puolien ka.</b>					<b>4,88</b>

**SWESPAN EI HIOTTU**

Lasilla suojattu (estää aineiden haihtumisen)					
Levy	Kaikkien pinnoitteiden keskiarvot				
Swedspan Ei hiottu	Kahvi	Punaviini	Sitruunahappo 10 %	Asetoni	Kaikki yhteensä
Yläpuoli	4,88	4,81	4,63	5,00	4,83
Alapuoli	4,56	5,00	4,81	4,88	4,81
<b>Molempien puolien ka.</b>					<b>4,82</b>

Lasiton (salli aineiden haihtumisen ja kuivumisen pinnoitteeseen)					
Levy	Kaikkien pinnoitteiden keskiarvot				
Swedspan Ei hiottu	Kahvi	Punaviini	Sitruunahappo 10 %	Asetoni	Kaikki yhteensä
Yläpuoli	5,00	4,25	4,56	5,00	4,70
Alapuoli	5,00	4,81	4,81	4,94	4,89
<b>Molempien puolien ka.</b>					<b>4,80</b>

**LESNA HIOTTU**

<b>Lasilla suojattu (estää aineiden haihtumisen)</b>					
<b>Levy</b>	<b>Kaikkien pinnoitteiden keskiarvot</b>				
<b>Lesna Hiottu</b>	<b>Kahvi</b>	<b>Punaviini</b>	<b>Sitruunahappo 10 %</b>	<b>Asetoni</b>	<b>Kaikki yhteensä</b>
<b>Yläpuoli</b>	5,00	4,83	4,92	5,00	4,94
<b>Alapuoli</b>	4,33	4,50	5,00	5,00	4,71
<b>Molempien puolien ka.</b>					<b>4,82</b>

<b>Lasiton (salli aineiden haihtumisen ja kuivumisen pinnoitteeseen)</b>					
<b>Levy</b>	<b>Kaikkien pinnoitteiden keskiarvot</b>				
<b>Lesna Hiottu</b>	<b>Kahvi</b>	<b>Punaviini</b>	<b>Sitruunahappo 10 %</b>	<b>Asetoni</b>	<b>Kaikki yhteensä</b>
<b>Yläpuoli</b>	4,67	5,00	4,24	5,00	4,73
<b>Alapuoli</b>	4,67	4,42	4,92	5,00	4,75
<b>Molempien puolien ka.</b>					<b>4,74</b>

## LIITE 6. Repäisytestin koekappalekohtaiset tulokset.

1/18

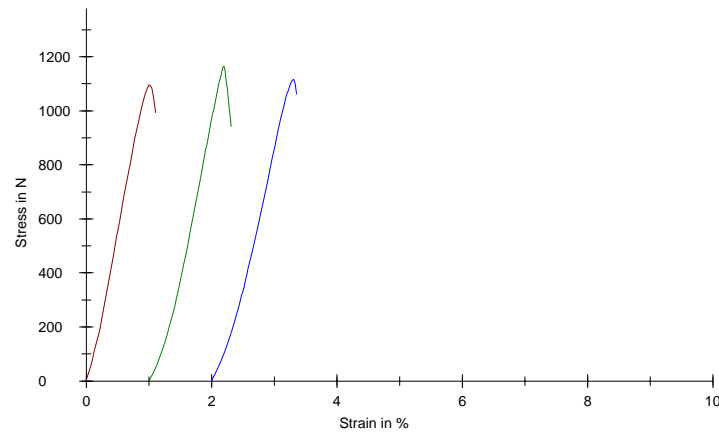
**LESNA****Parameter:**

Order number :  
 Charge :  
 Test standard : SFS-EN 311 (Surface soundness)  
 Tester : Saario Juha-Matti  
 Customer : 600491\_METSO RTD  
 Material : Particleboard, Lesna top  
 Extensometer (path) :  
 Load cell :  
 Specimen grips :

Pre-load : 20 N  
 Pre-load speed : 10 mm/min  
 Test speed : 0.8 mm/min

**Results:**

	Diameter d0	Surface soundness
Nr	mm	N/mm <sup>2</sup>
1	35.7	1.09
2	34.9	1.22
3	35.8	1.11

**Series graph:****Statistics:**

Series	Diameter d0	Surface soundness
n = 3	mm	N/mm <sup>2</sup>
x	35.47	1.14
s	0.4933	0.07
v	1.39	5.86



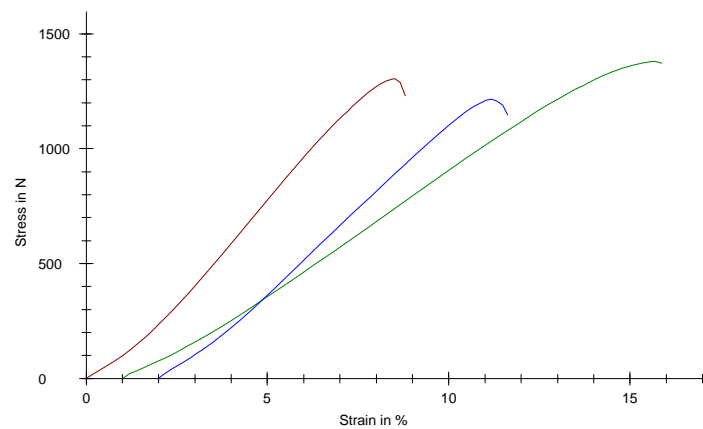
**Parameter:**

Order number :  
 Charge :  
 Test standard : SFS-EN 311 (Surface soundness)  
 Tester : Saario Juha-Matti  
 Customer : 600491\_METSO RTD  
 Material : Particleboard, Lesna sanded overlaid top B  
 Extensometer (path) :  
 Load cell :  
 Specimen grips :

Pre-load : 20 N  
 Pre-load speed : 10 mm/min  
 Test speed : 0.8 mm/min

**Results:**

Nr	Diameter d0	Surface soundness
	mm	N/mm <sup>2</sup>
1	35.1	1.35
2	35.8	1.37
3	34.9	1.27

**Series graph:****Statistics:**

Series	Diameter d0	Surface soundness
n = 3	mm	N/mm <sup>2</sup>
x	35.27	1.33
s	0.4726	0.05
v	1.34	4.00

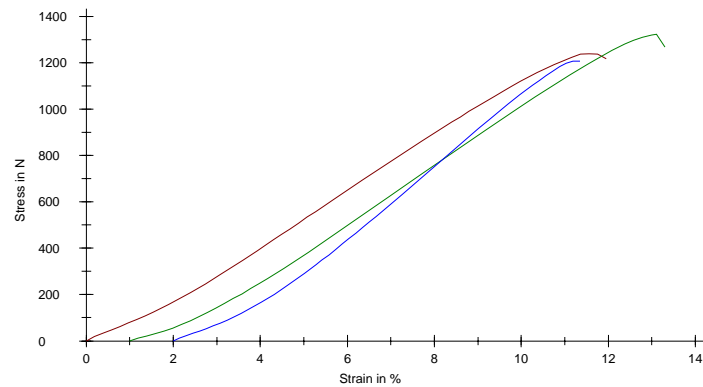
**Parameter:**

Order number :  
 Charge :  
 Test standard : SFS-EN 311 (Surface soundness)  
 Tester : Saario Juha-Matti  
 Customer : 600491\_METSO RTD  
 Material : Particleboard, Lesna sanded overlaid top W  
 Extensometer (path) :  
 Load cell :  
 Specimen grips :

Pre-load : 20 N  
 Pre-load speed : 10 mm/min  
 Test speed : 0.8 mm/min

**Results:**

Nr	Diameter d0 mm	Surface soundness N/mm <sup>2</sup>
1	35.8	1.23
2	35.6	1.33
3	35	1.26

**Series graph:****Statistics:**

Series	Diameter d0 mm	Surface soundness N/mm <sup>2</sup>
n = 3		
x	35.47	1.27
s	0.4163	0.05
v	1.17	4.01

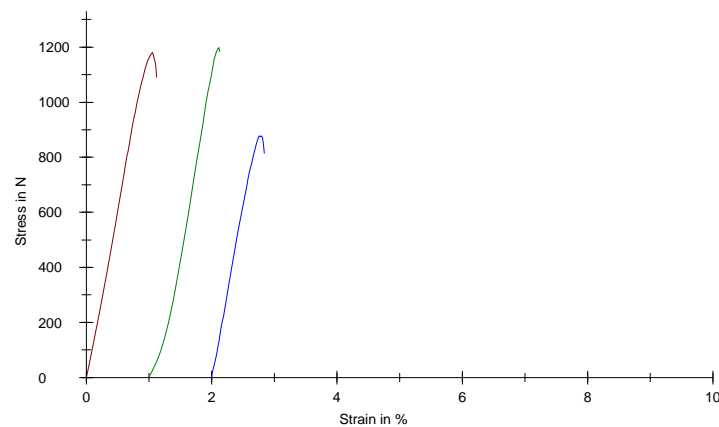
**Parameter:**

Order number :  
 Charge :  
 Test standard : SFS-EN 311 (Surface soundness)  
 Tester : Saario Juha-Matti  
 Customer : 600491\_METSO RTD  
 Material : Particleboard, Lesna bottom  
 Extensometer (path) :  
 Load cell :  
 Specimen grips :

Pre-load : 20 N  
 Pre-load speed : 10 mm/min  
 Test speed : 0.8 mm/min

**Results:**

	Diameter d0	Surface soundness
Nr	mm	N/mm <sup>2</sup>
1	35.7	1.18
2	34.7	1.27
3	34.9	0.92

**Series graph:****Statistics:**

Series	Diameter d0	Surface soundness
n = 3	mm	N/mm <sup>2</sup>
x	35.1	1.12
s	0.5292	0.18
v	1.51	16.24

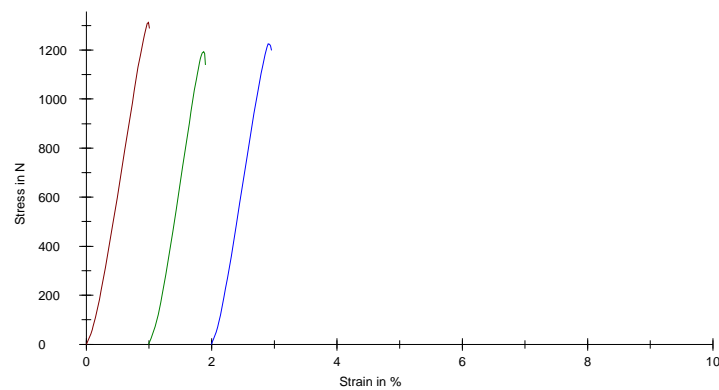
**Parameter:**

Order number :  
 Charge :  
 Test standard : SFS-EN 311 (Surface soundness)  
 Tester : Saario Juha-Matti  
 Customer : 600491\_METSO RTD  
 Material : Particleboard, Lesna overlaid bottom W  
 Extensometer (path) :  
 Load cell :  
 Specimen grips :

Pre-load : 20 N  
 Pre-load speed : 10 mm/min  
 Test speed : 0.8 mm/min

**Results:**

Nr	Diameter d0	Surface soundness
	mm	N/mm <sup>2</sup>
1	35	1.36
2	35	1.24
3	35.6	1.23

**Series graph:****Statistics:**

Series	Diameter d0	Surface soundness
n = 3	mm	N/mm <sup>2</sup>
x	35.2	1.28
s	0.3464	0.07
v	0.98	5.85

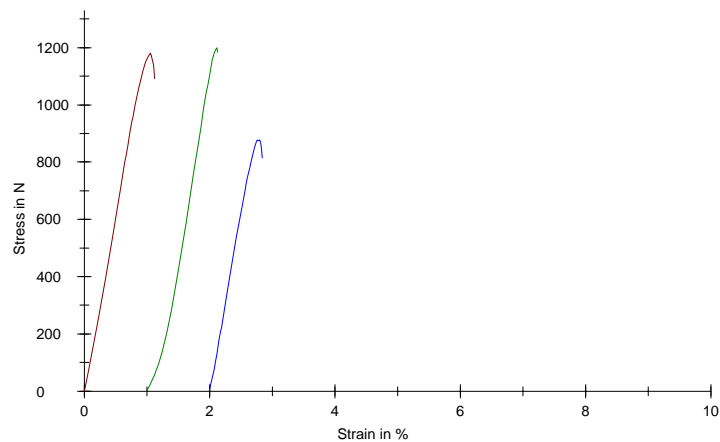
**Parameter:**

Order number :  
 Charge :  
 Test standard : SFS-EN 311 (Surface soundness)  
 Tester : Saario Juha-Matti  
 Customer : 600491\_METSO RTD  
 Material : Particleboard, Lesna bottom  
 Extensometer (path) :  
 Load cell :  
 Specimen grips :

Pre-load : 20 N  
 Pre-load speed : 10 mm/min  
 Test speed : 0.8 mm/min

**Results:**

	Diameter d0	Surface soundness
Nr	mm	N/mm <sup>2</sup>
1	35.7	1.18
2	34.7	1.27
3	34.9	0.92

**Series graph:****Statistics:**

Series	Diameter d0	Surface soundness
n = 3	mm	N/mm <sup>2</sup>
x	35.1	1.12
s	0.5292	0.18
v	1.51	16.24

**SWEDSPAN SANDED**

7/18

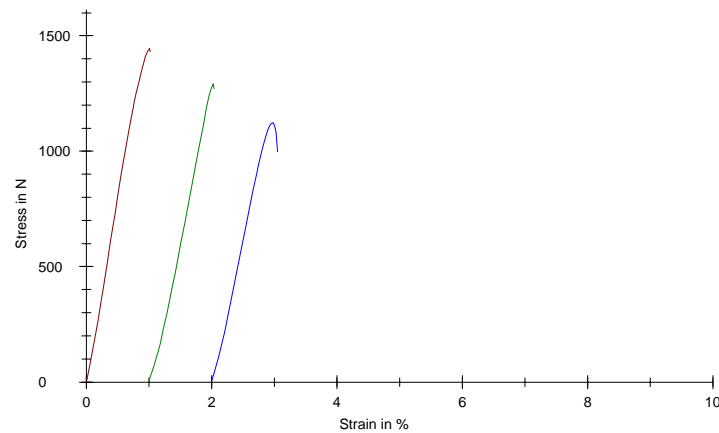
**Parameter:**

Order number :  
 Charge :  
 Test standard : SFS-EN 311 (Surface soundness)  
 Tester : Saario Juha-Matti  
 Customer : 600491\_METSO RTD  
 Material : Particleboard, Swedspan sanded top  
 Extensometer (path) :  
 Load cell :  
 Specimen grips :

Pre-load : 20 N  
 Pre-load speed : 10 mm/min  
 Test speed : 0.8 mm/min

**Results:**

Nr	Diameter d0 mm	Surface soundness N/mm <sup>2</sup>
1	35.9	1.43
2	35.9	1.28
3	35	1.17

**Series graph:****Statistics:**

Series	Diameter d0 mm	Surface soundness N/mm <sup>2</sup>
n = 3	mm	N/mm <sup>2</sup>
x	35.6	1.29
s	0.5196	0.13
v	1.46	10.08

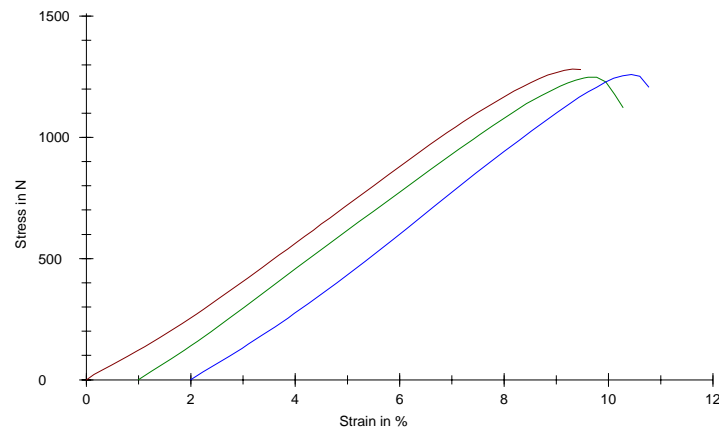
**Parameter:**

Order number :  
 Charge :  
 Test standard : SFS-EN 311 (Surface soundness)  
 Tester : Saario Juha-Matti  
 Customer : 600491\_METSO RTD  
 Material : Particleboard, Swedspan sanded overlaid top B  
 Extensometer (path) :  
 Load cell :  
 Specimen grips :

Pre-load : 20 N  
 Pre-load speed : 10 mm/min  
 Test speed : 0.8 mm/min

**Results:**

Nr	Diameter d0 mm	Surface soundness N/mm <sup>2</sup>
1	34.9	1.34
2	34.9	1.31
3	35	1.31

**Series graph:****Statistics:**

Series	Diameter d0 mm	Surface soundness N/mm <sup>2</sup>
n = 3	mm	N/mm <sup>2</sup>
x	34.93	1.32
s	0.05774	0.02
v	0.17	1.44

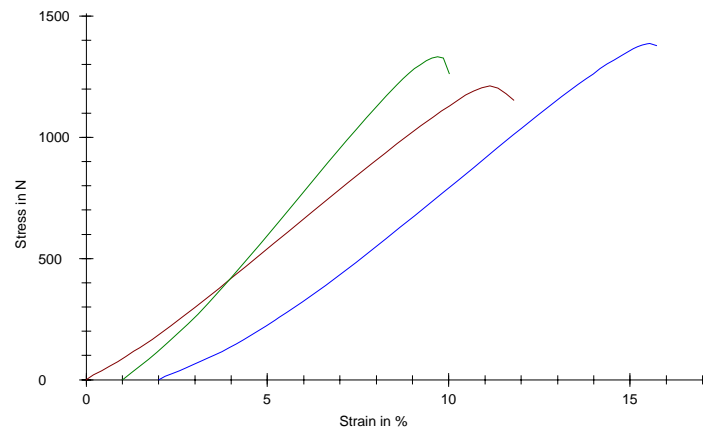
**Parameter:**

Order number :  
 Charge :  
 Test standard : SFS-EN 311 (Surface soundness)  
 Tester : Saario Juha-Matti  
 Customer : 600491\_METSO RTD  
 Material : Particleboard, Swedspan sanded overlaid top W  
 Extensometer (path) :  
 Load cell :  
 Specimen grips :

Pre-load : 20 N  
 Pre-load speed : 10 mm/min  
 Test speed : 0.8 mm/min

**Results:**

Nr	Diameter d0	Surface soundness
	mm	N/mm <sup>2</sup>
1	35.7	1.21
2	35.5	1.35
3	35.8	1.38

**Series graph:****Statistics:**

Series	Diameter d0	Surface soundness
n = 3	mm	N/mm <sup>2</sup>
x	35.67	1.31
s	0.1528	0.09
v	0.43	6.78



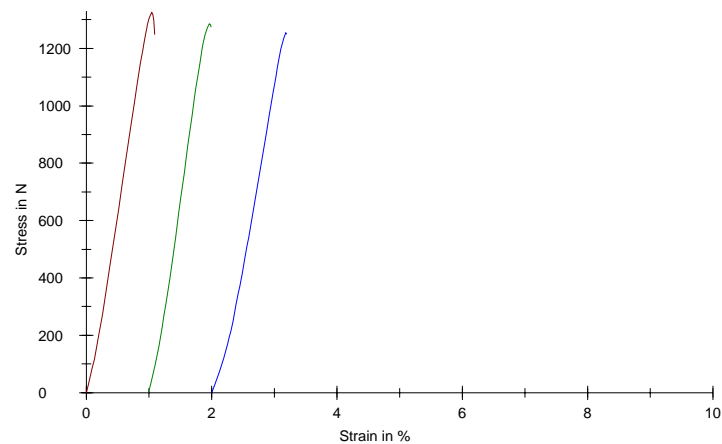
**Parameter:**

Order number :  
 Charge :  
 Test standard : SFS-EN 311 (Surface soundness)  
 Tester : Saario Juha-Matti  
 Customer : 600491\_METSO RTD  
 Material : Particleboard, Swedspan sanded bottom  
 Extensometer (path) :  
 Load cell :  
 Specimen grips :

Pre-load : 20 N  
 Pre-load speed : 10 mm/min  
 Test speed : 0.8 mm/min

**Results:**

	Diameter d0	Surface soundness
Nr	mm	N/mm <sup>2</sup>
1	34.8	1.39
2	35.8	1.28
3	34.9	1.31

**Series graph:****Statistics:**

Series	Diameter d0	Surface soundness
n = 3	mm	N/mm <sup>2</sup>
x	35.17	1.33
s	0.5508	0.06
v	1.57	4.53

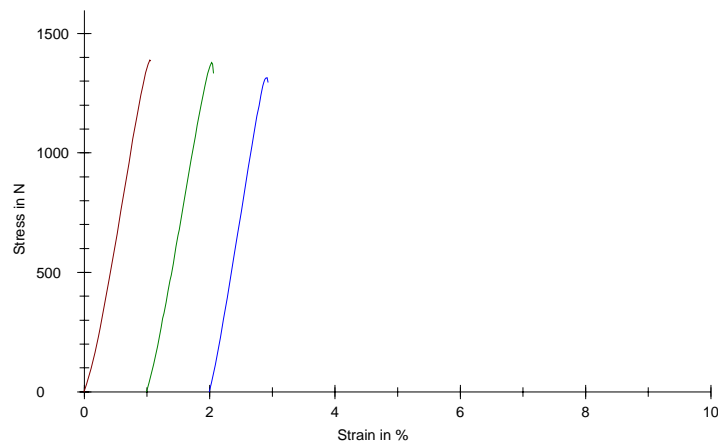
**Parameter:**

Order number :  
 Charge :  
 Test standard : SFS-EN 311 (Surface soundness)  
 Tester : Saario Juha-Matti  
 Customer : 600491\_METSO RTD  
 Material : Particleboard, Swedspan sanded overlaid bottom B  
 Extensometer (path) :  
 Load cell :  
 Specimen grips :

Pre-load : 20 N  
 Pre-load speed : 10 mm/min  
 Test speed : 0.8 mm/min

**Results:**

	Diameter d0	Surface soundness
Nr	mm	N/mm <sup>2</sup>
1	35.5	1.40
2	35.8	1.37
3	35.9	1.30

**Series graph:****Statistics:**

Series	Diameter d0	Surface soundness
n = 3	mm	N/mm <sup>2</sup>
x	35.73	1.36
s	0.2082	0.05
v	0.58	3.93

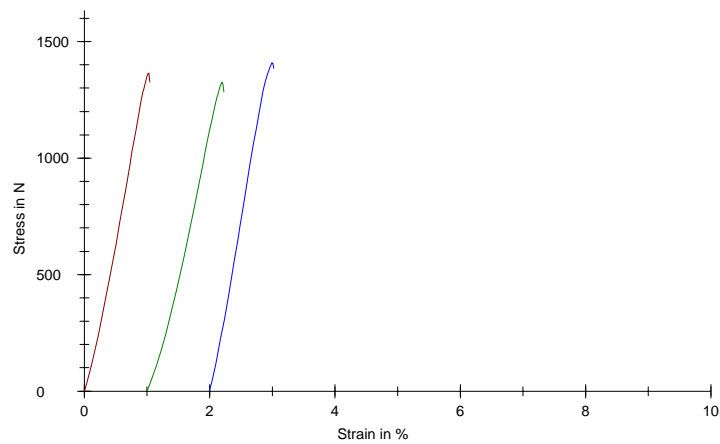
**Parameter:**

Order number :  
 Charge :  
 Test standard : SFS-EN 311 (Surface soundness)  
 Tester : Saario Juha-Matti  
 Customer : 600491\_METSO RTD  
 Material : Particleboard, Swedspan sanded overlaid bottom W  
 Extensometer (path) :  
 Load cell :  
 Specimen grips :

Pre-load : 20 N  
 Pre-load speed : 10 mm/min  
 Test speed : 0.8 mm/min

**Results:**

	Diameter d0	Surface soundness
Nr	mm	N/mm <sup>2</sup>
1	34.9	1.43
2	34.8	1.39
3	34.9	1.47

**Series graph:****Statistics:**

Series	Diameter d0	Surface soundness
n = 3	mm	N/mm <sup>2</sup>
x	34.87	1.43
s	0.05774	0.04
v	0.17	2.79

**SWEDSPAN UNSANDED**

13/18

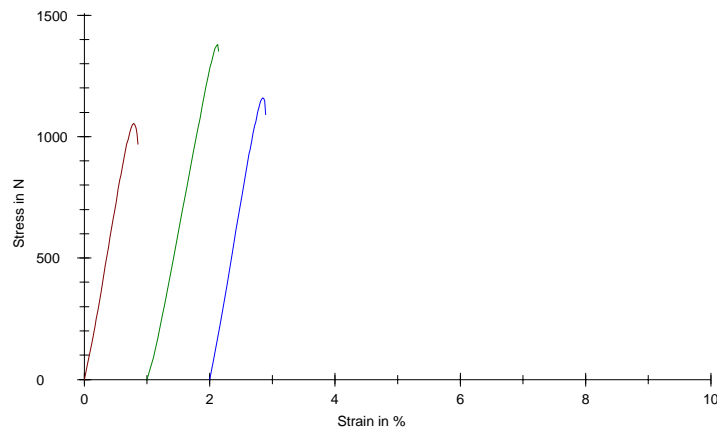
**Parameter:**

Order number :  
 Charge :  
 Test standard : SFS-EN 311 (Surface soundness)  
 Tester : Saario Juha-Matti  
 Customer : 600491\_METSO RTD  
 Material : Particleboard, Swedspan unsanded top  
 Extensometer (path) :  
 Load cell :  
 Specimen grips :

Pre-load : 20 N  
 Pre-load speed : 10 mm/min  
 Test speed : 0.8 mm/min

**Results:**

Nr	Diameter d0 mm	Surface soundness N/mm <sup>2</sup>
1	35.6	1.06
2	35.7	1.38
3	35.8	1.15

**Series graph:****Statistics:**

Series	Diameter d0 mm	Surface soundness N/mm <sup>2</sup>
n = 3	mm	N/mm <sup>2</sup>
x	35.7	1.20
s	0.1	0.16
v	0.28	13.72

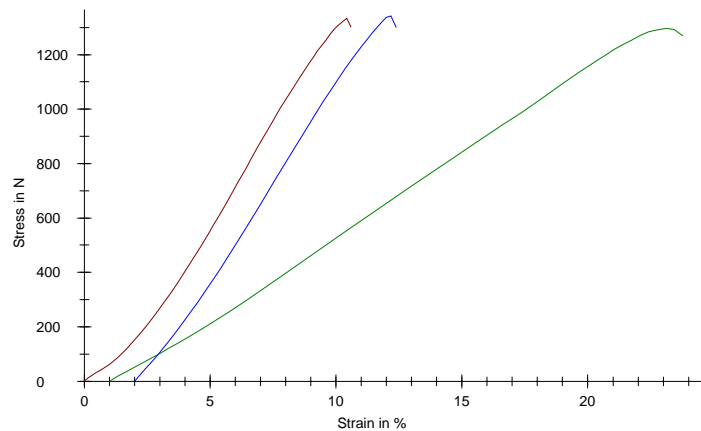
**Parameter:**

Order number :  
 Charge :  
 Test standard : SFS-EN 311 (Surface soundness)  
 Tester : Saario Juha-Matti  
 Customer : 600491\_METSO RTD  
 Material : Particleboard, Swedspan unsanded overlaid top B  
 Extensometer (path) :  
 Load cell :  
 Specimen grips :

Pre-load : 20 N  
 Pre-load speed : 10 mm/min  
 Test speed : 0.8 mm/min

**Results:**

Nr	Diameter d0 mm	Surface soundness N/mm <sup>2</sup>
1	34.8	1.40
2	35.6	1.30
3	35.8	1.33

**Series graph:****Statistics:**

Series	Diameter d0 mm	Surface soundness N/mm <sup>2</sup>
n = 3	mm	N/mm <sup>2</sup>
x	35.4	1.35
s	0.5292	0.05
v	1.49	3.81

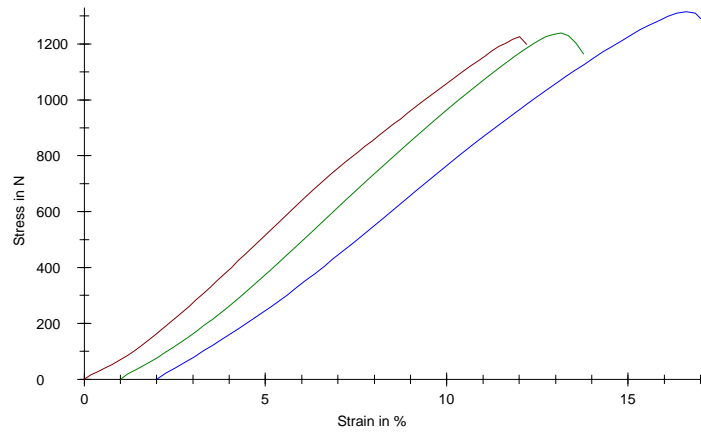
**Parameter:**

Order number :  
 Charge :  
 Test standard : SFS-EN 311 (Surface soundness)  
 Tester : Saario Juha-Matti  
 Customer : 600491\_METSO RTD  
 Material : Particleboard, Swedspan unsanded overlaid top W  
 Extensometer (path) :  
 Load cell :  
 Specimen grips :

Pre-load : 20 N  
 Pre-load speed : 10 mm/min  
 Test speed : 0.8 mm/min

**Results:**

Nr	Diameter d0 mm	Surface soundness N/mm <sup>2</sup>
1	35.8	1.22
2	35.8	1.29
3	35.5	1.33

**Series graph:****Statistics:**

Series	Diameter d0 mm	Surface soundness N/mm <sup>2</sup>
n = 3	mm	N/mm <sup>2</sup>
x	35.7	1.28
s	0.1732	0.06
v	0.49	4.35

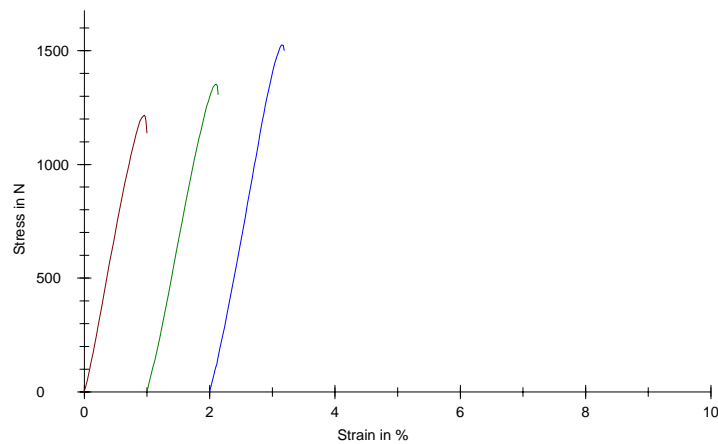
**Parameter:**

Order number :  
 Charge :  
 Test standard : SFS-EN 311 (Surface soundness)  
 Tester : Saario Juha-Matti  
 Customer : 600491\_METSO RTD  
 Material : Particleboard, Swedspan unsanded bottom  
 Extensometer (path) :  
 Load cell :  
 Specimen grips :

Pre-load : 20 N  
 Pre-load speed : 10 mm/min  
 Test speed : 0.8 mm/min

**Results:**

	Diameter d0	Surface soundness
Nr	mm	N/mm <sup>2</sup>
1	35.8	1.21
2	35.8	1.34
3	35.8	1.52

**Series graph:****Statistics:**

Series	Diameter d0	Surface soundness
n = 3	mm	N/mm <sup>2</sup>
x	35.8	1.36
s	0.000	0.15
v	0.00	11.36

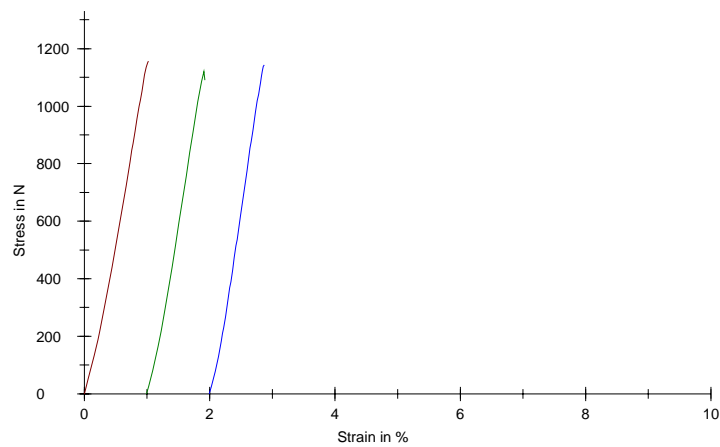
**Parameter:**

Order number :  
 Charge :  
 Test standard : SFS-EN 311 (Surface soundness)  
 Tester : Saario Juha-Matti  
 Customer : 600491\_METSO RTD  
 Material : Particleboard, Swedspan unsanded overlaid bottom B  
 Extensometer (path) :  
 Load cell :  
 Specimen grips :

Pre-load : 20 N  
 Pre-load speed : 10 mm/min  
 Test speed : 0.8 mm/min

**Results:**

	Diameter d0	Surface soundness
Nr	mm	N/mm <sup>2</sup>
1	35.9	1.14
2	35.9	1.11
3	35.9	1.13

**Series graph:****Statistics:**

Series	Diameter d0	Surface soundness
n = 3	mm	N/mm <sup>2</sup>
x	35.9	1.13
s	0.000	0.02
v	0.00	1.67



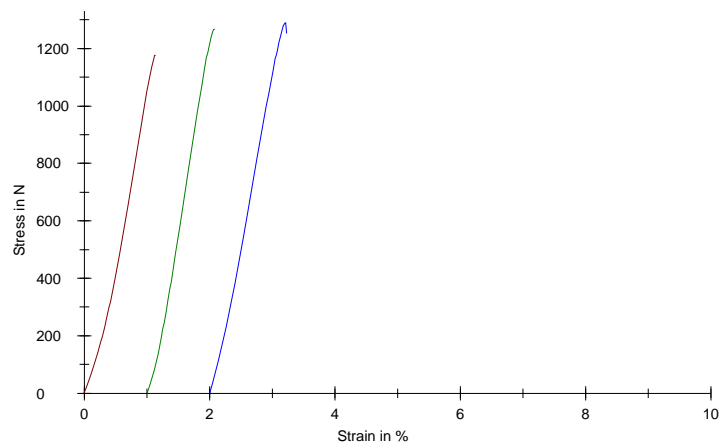
**Parameter:**

Order number :  
 Charge :  
 Test standard : SFS-EN 311 (Surface soundness)  
 Tester : Saario Juha-Matti  
 Customer : 600491\_METSO RTD  
 Material : Particleboard, Swedspan unsanded overlaid bottom W  
 Extensometer (path) :  
 Load cell :  
 Specimen grips :

Pre-load : 20 N  
 Pre-load speed : 10 mm/min  
 Test speed : 0.8 mm/min

**Results:**

	Diameter d0	Surface soundness
Nr	mm	N/mm <sup>2</sup>
1	35.8	1.17
2	35.8	1.26
3	35.8	1.28

**Series graph:****Statistics:**

Series	Diameter d0	Surface soundness
n = 3	mm	N/mm <sup>2</sup>
x	35.8	1.24
s	0.000	0.06
v	0.00	4.83

## LIITE 7. Iskukokeen koekappaleiden tulokset.

1/6

**Iskukoe**

Pinnoite		Pinta	Tiputus korkeus	Koekappaleen tiheys	5 iskun halkaisija				
Levy	Väri	Ylä-/alapuoli	cm	kg/m <sup>3</sup>	mm				
Swedspan hiottu	Musta	Yläpuoli	22	684	6,0	7,0	6,5	6,0	6,5
Swedspan hiottu	Musta	Yläpuoli	22	682	6,5	6,0	5,5	5,5	6,0
Swedspan hiottu	Musta	Yläpuoli	22	687	5,5	5,5	6,5	6,5	6,5
Swedspan hiottu	Musta	Yläpuoli	22	690	6,5	6,5	5,5	6,0	6,5
<b>Keskiarvot</b>			<b>22</b>	<b>686</b>	<b>6,2</b>				

Pinnoite		Pinta	Tiputus korkeus	Koekappaleen tiheys	5 iskun halkaisija				
Levy	Väri	Ylä-/alapuoli	cm	kg/m <sup>3</sup>	mm				
Swedspan hiottu	Ruskea	Yläpuoli	23	692	6,5	6,0	6,0	5,5	6,0
Swedspan hiottu	Ruskea	Yläpuoli	23	690	5,5	5,5	6,5	6,0	6,5
Swedspan hiottu	Ruskea	Yläpuoli	22	693	6,5	6,5	6,0	5,0	6,5
Swedspan hiottu	Ruskea	Yläpuoli	21	695	6,5	7,0	7,0	7,0	6,5
<b>Keskiarvot</b>			<b>22</b>	<b>692</b>	<b>6,2</b>				

Pinnoite		Pinta	Tiputus korkeus	Koekappaleen tiheys	5 iskun halkaisija				
Levy	Väri	Ylä-/alapuoli	cm	kg/m <sup>3</sup>	mm				
Swedspan hiottu	Vaalea	Yläpuoli	19	682	6,5	5,5	6,0	6,5	6,0
Swedspan hiottu	Vaalea	Yläpuoli	20	675	7,0	7,0	7,5	7,0	7,5
Swedspan hiottu	Vaalea	Yläpuoli	18	683	6,5	6,0	6,0	6,0	6,0
Swedspan hiottu	Vaalea	Yläpuoli	19	674	6,5	6,0	6,0	6,5	6,0
<b>Keskiarvot</b>			<b>19</b>	<b>678</b>	<b>6,4</b>				

Pinnoite		Pinta	Tiputus korkeus	Koekappaleen tiheys	5 iskun halkaisija				
Levy	Väri	Ylä-/alapuoli	cm	kg/m <sup>3</sup>	mm				
Swedspan hiottu	Valkoinen	Yläpuoli	22	691	6,0	7,0	6,5	6,0	6,5
Swedspan hiottu	Valkoinen	Yläpuoli	20	690	6,5	6,0	5,5	5,5	6,0
Swedspan hiottu	Valkoinen	Yläpuoli	21	689	5,5	5,5	6,5	6,5	6,5
Swedspan hiottu	Valkoinen	Yläpuoli	21	690	6,5	6,5	5,5	6,0	6,5
<b>Keskiarvot</b>			<b>21</b>	<b>690</b>	<b>6,2</b>				

## Iskukoe

Pinnoite		Pinta	Tiputus korkeus	Koekappaleen tiheys	5 iskun halkaisija				
Levy	Väri	Ylä-/alapuoli	cm	kg/m <sup>3</sup>	mm				
Swedspan hiottu	Musta	Alapuoli	18	684	7,0	6,5	6,5	6,5	7,0
Swedspan hiottu	Musta	Alapuoli	19	682	7,0	7,0	6,5	7,0	6,5
Swedspan hiottu	Musta	Alapuoli	19	687	7,0	6,5	6,0	7,0	6,0
Swedspan hiottu	Musta	Alapuoli	21	690	7,0	6,5	7,0	7,0	6,5
<b>Keskiarvot</b>			<b>19</b>	<b>686</b>	<b>6,7</b>				

Pinnoite		Pinta	Tiputus korkeus	Koekappaleen tiheys	5 iskun halkaisija				
Levy	Väri	Ylä-/alapuoli	cm	kg/m <sup>3</sup>	mm				
Swedspan hiottu	Ruskea	Alapuoli	21	692	6,5	6,5	6,5	6,5	7,0
Swedspan hiottu	Ruskea	Alapuoli	21	690	7,0	6,0	7,0	7,0	7,0
Swedspan hiottu	Ruskea	Alapuoli	20	693	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
Swedspan hiottu	Ruskea	Alapuoli	20	695	7,0	6,5	6,0	6,5	6,0
<b>Keskiarvot</b>			<b>21</b>	<b>692</b>	<b>6,7</b>				

Pinnoite		Pinta	Tiputus korkeus	Koekappaleen tiheys	5 iskun halkaisija				
Levy	Väri	Ylä-/alapuoli	cm	kg/m <sup>3</sup>	mm				
Swedspan hiottu	Vaalea	Alapuoli	17	682	6,0	6,0	6,0	6,0	6,5
Swedspan hiottu	Vaalea	Alapuoli	18	675	6,0	6,5	6,0	6,0	6,5
Swedspan hiottu	Vaalea	Alapuoli	17	683	6,5	5,5	6,5	6,5	6,5
Swedspan hiottu	Vaalea	Alapuoli	17	674	6,5	6,0	6,0	6,5	6,5
<b>Keskiarvot</b>			<b>17</b>	<b>678</b>	<b>6,2</b>				

Pinnoite		Pinta	Tiputus korkeus	Koekappaleen tiheys	5 iskun halkaisija				
Levy	Väri	Ylä-/alapuoli	cm	kg/m <sup>3</sup>	mm				
Swedspan hiottu	Valkoinen	Alapuoli	17	691	6,5	6,5	6,5	7,0	7,0
Swedspan hiottu	Valkoinen	Alapuoli	17	690	6,5	7,0	7,0	7,0	6,5
Swedspan hiottu	Valkoinen	Alapuoli	18	689	7,0	6,5	6,5	7,0	6,5
Swedspan hiottu	Valkoinen	Alapuoli	18	690	7,0	6,5	7,0	6,5	6,5
<b>Keskiarvot</b>			<b>18</b>	<b>690</b>	<b>6,7</b>				

## Iskukoe

Pinnoite		Pinta	Tiputus korkeus	Koekappaleen tiheys	5 iskun halkaisija				
Levy	Väri	Ylä-/alapuoli	cm	kg/m <sup>3</sup>	mm				
Swedspan ei hiottu	Musta	Yläpuoli	21	691	7,0	7,0	6,5	6,5	6,5
Swedspan ei hiottu	Musta	Yläpuoli	21	690	7,0	6,5	6,5	6,0	6,5
Swedspan ei hiottu	Musta	Yläpuoli	19	692	6,5	6,5	6,5	6,0	6,0
Swedspan ei hiottu	Musta	Yläpuoli	21	694	6,5	7,0	6,5	6,5	6,5
<b>Keskiarvot</b>			<b>21</b>	<b>692</b>	<b>6,5</b>				

Pinnoite		Pinta	Tiputus korkeus	Koekappaleen tiheys	5 iskun halkaisija				
Levy	Väri	Ylä-/alapuoli	cm	kg/m <sup>3</sup>	mm				
Swedspan ei hiottu	Ruskea	Yläpuoli	20	687	7,0	6,5	6,0	6,5	6,5
Swedspan ei hiottu	Ruskea	Yläpuoli	18	688	6,5	6,0	6,0	6,0	6,5
Swedspan ei hiottu	Ruskea	Yläpuoli	20	689	6,5	6,5	6,0	6,5	6,5
Swedspan ei hiottu	Ruskea	Yläpuoli	21	684	7,0	7,0	6,5	6,5	7,0
<b>Keskiarvot</b>			<b>20</b>	<b>687</b>	<b>6,5</b>				

Pinnoite		Pinta	Tiputus korkeus	Koekappaleen tiheys	5 iskun halkaisija				
Levy	Väri	Ylä-/alapuoli	cm	kg/m <sup>3</sup>	mm				
Swedspan ei hiottu	Vaalea	Yläpuoli	16	689	7,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Swedspan ei hiottu	Vaalea	Yläpuoli	13	684	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Swedspan ei hiottu	Vaalea	Yläpuoli	10	684	5,5	5,0	5,0	5,5	5,0
Swedspan ei hiottu	Vaalea	Yläpuoli	11	684	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
<b>Keskiarvot</b>			<b>13</b>	<b>685</b>	<b>5,9</b>				

Pinnoite		Pinta	Tiputus korkeus	Koekappaleen tiheys	5 iskun halkaisija				
Levy	Väri	Ylä-/alapuoli	cm	kg/m <sup>3</sup>	mm				
Swedspan ei hiottu	Valkoinen	Yläpuoli	17	690	6,0	6,0	6,0	6,0	6,5
Swedspan ei hiottu	Valkoinen	Yläpuoli	15	687	6,0	6,5	6,5	6,5	6,5
Swedspan ei hiottu	Valkoinen	Yläpuoli	16	691	6,0	6,5	6,5	6,5	6,5
Swedspan ei hiottu	Valkoinen	Yläpuoli	14	685	6,0	6,0	5,5	5,0	6,0
<b>Keskiarvot</b>			<b>16</b>	<b>688</b>	<b>6,2</b>				

## Iskukoe

Pinnoite		Pinta	Tiputus korkeus	Koekappaleen tiheys	5 iskun halkaisija				
Levy	Väri	Ylä-/alapuoli	cm	kg/m <sup>3</sup>	mm				
Swedspan ei hiottu	Musta	Alapuoli	23	691	7,0	7,0	6,5	6,5	6,5
Swedspan ei hiottu	Musta	Alapuoli	22	690	7,0	6,5	7,0	7,0	7,0
Swedspan ei hiottu	Musta	Alapuoli	21	692	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
Swedspan ei hiottu	Musta	Alapuoli	21	694	6,5	7,0	6,5	7,0	6,5
<b>Keskiarvot</b>			<b>22</b>	<b>692</b>	<b>6,7</b>				

Pinnoite		Pinta	Tiputus korkeus	Koekappaleen tiheys	5 iskun halkaisija				
Levy	Väri	Ylä-/alapuoli	cm	kg/m <sup>3</sup>	mm				
Swedspan ei hiottu	Ruskea	Alapuoli	20	687	6,5	7,0	7,0	7,0	6,5
Swedspan ei hiottu	Ruskea	Alapuoli	20	688	6,5	6,5	6,5	7,0	7,0
Swedspan ei hiottu	Ruskea	Alapuoli	20	689	6,5	6,5	7,0	6,5	7,0
Swedspan ei hiottu	Ruskea	Alapuoli	22	684	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
<b>Keskiarvot</b>			<b>21</b>	<b>687</b>	<b>6,8</b>				

Pinnoite		Pinta	Tiputus korkeus	Koekappaleen tiheys	5 iskun halkaisija				
Levy	Väri	Ylä-/alapuoli	cm	kg/m <sup>3</sup>	mm				
Swedspan ei hiottu	Vaalea	Alapuoli	17	689	6,5	7,0	7,0	7,0	6,5
Swedspan ei hiottu	Vaalea	Alapuoli	16	684	6,5	7,0	6,5	6,5	6,5
Swedspan ei hiottu	Vaalea	Alapuoli	17	684	6,5	6,5	6,5	6,0	6,5
Swedspan ei hiottu	Vaalea	Alapuoli	16	684	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
<b>Keskiarvot</b>			<b>17</b>	<b>685</b>	<b>6,7</b>				

Pinnoite		Pinta	Tiputus korkeus	Koekappaleen tiheys	5 iskun halkaisija				
Levy	Väri	Ylä-/alapuoli	cm	kg/m <sup>3</sup>	mm				
Swedspan ei hiottu	Valkoinen	Alapuoli	17	690	6,5	6,5	7,0	7,0	6,5
Swedspan ei hiottu	Valkoinen	Alapuoli	19	687	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
Swedspan ei hiottu	Valkoinen	Alapuoli	17	691	7,0	7,0	7,0	6,5	6,0
Swedspan ei hiottu	Valkoinen	Alapuoli	15	685	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
<b>Keskiarvot</b>			<b>17</b>	<b>688</b>	<b>6,7</b>				

## Iskukoe

Pinnoite		Pinta	Tiputus korkeus	Koekappaleen tiheys	5 iskun halkaisija				
Levy	Väri	Ylä-/alapuoli	cm	kg/m <sup>3</sup>	mm				
Lesna hiottu	Musta	Yläpuoli	26	709	7,0	6,5	6,5	6,0	6,5
Lesna hiottu	Musta	Yläpuoli	27	710	6,5	7,0	6,5	7,0	6,5
Lesna hiottu	Musta	Yläpuoli	29	742	6,0	7,0	7,0	6,5	6,5
Lesna hiottu	Musta	Yläpuoli	30	743	6,5	6,5	6,5	6,0	7,0
<b>Keskiarvot</b>			<b>28</b>	<b>726</b>	<b>6,6</b>				

Pinnoite		Pinta	Tiputus korkeus	Koekappaleen tiheys	5 iskun halkaisija				
Levy	Väri	Ylä-/alapuoli	cm	kg/m <sup>3</sup>	mm				
Lesna hiottu	Ruskea	Yläpuoli	25	721	6,0	6,5	7,0	7,0	6,5
Lesna hiottu	Ruskea	Yläpuoli	25	722	6,5	6,5	6,5	6,0	7,0
Lesna hiottu	Ruskea	Yläpuoli	24	728	6,0	5,0	6,0	6,0	6,0
Lesna hiottu	Ruskea	Yläpuoli	24	727	6,5	7,0	6,5	6,5	6,0
<b>Keskiarvot</b>			<b>25</b>	<b>725</b>	<b>6,4</b>				

Pinnoite		Pinta	Tiputus korkeus	Koekappaleen tiheys	5 iskun halkaisija				
Levy	Väri	Ylä-/alapuoli	cm	kg/m <sup>3</sup>	mm				
Lesna hiottu	Valkoinen	Yläpuoli	21	727	6,5	6,5	7,0	6,5	6,5
Lesna hiottu	Valkoinen	Yläpuoli	21	736	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
Lesna hiottu	Valkoinen	Yläpuoli	21	722	6,0	6,5	6,5	6,5	6,0
Lesna hiottu	Valkoinen	Yläpuoli	21	712	6,0	6,0	6,5	6,5	6,5
<b>Keskiarvot</b>			<b>21</b>	<b>724</b>	<b>6,4</b>				

## Iskukoe

Pinnoite		Pinta	Tiputus korkeus	Koekappaleen tiheys	5 iskun halkaisija				
Levy	Väri	Ylä-/alapuoli	cm	kg/m <sup>3</sup>	mm				
Lesna hiottu	Musta	Alapuoli	25	709	6,5	6,5	7,0	7,0	7,0
Lesna hiottu	Musta	Alapuoli	27	710	6,5	6,0	6,5	7,0	6,5
Lesna hiottu	Musta	Alapuoli	32	742	7,0	7,0	6,5	6,5	7,0
Lesna hiottu	Musta	Alapuoli	36	743	6,5	7,0	7,0	6,5	7,0
<b>Keskiarvot</b>			<b>30</b>	<b>726</b>	<b>6,7</b>				

Pinnoite		Pinta	Tiputus korkeus	Koekappaleen tiheys	5 iskun halkaisija				
Levy	Väri	Ylä-/alapuoli	cm	kg/m <sup>3</sup>	mm				
Lesna hiottu	Ruskea	Alapuoli	26	721	6,5	6,5	7,0	6,5	6,5
Lesna hiottu	Ruskea	Alapuoli	28	722	7,0	7,5	7,5	7,0	6,5
Lesna hiottu	Ruskea	Alapuoli	29	728	7,0	6,5	7,0	6,5	6,5
Lesna hiottu	Ruskea	Alapuoli	28	727	6,0	6,5	6,5	7,0	7,0
<b>Keskiarvot</b>			<b>28</b>	<b>725</b>	<b>6,8</b>				

Pinnoite		Pinta	Tiputus korkeus	Koekappaleen tiheys	5 iskun halkaisija				
Levy	Väri	Ylä-/alapuoli	cm	kg/m <sup>3</sup>	mm				
Lesna hiottu	Valkoinen	Alapuoli	24	727	7,0	7,0	6,5	7,0	7,0
Lesna hiottu	Valkoinen	Alapuoli	28	736	7,0	7,0	7,0	6,5	7,0
Lesna hiottu	Valkoinen	Alapuoli	27	722	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
Lesna hiottu	Valkoinen	Alapuoli	26	712	7,0	7,0	7,0	6,5	7,0
<b>Keskiarvot</b>			<b>26</b>	<b>724</b>	<b>6,9</b>				

## LIITE 8. Tolueenitestin valumat.

**Tolueenitesti**

Swedspan Hiottu					
Levyn tiheys 660 kg/m <sup>3</sup>					
Levyn puolet		Yläpuoli		Alapuoli	
Tolueenin määrä		0,5 ml	1,0 ml	0,5 ml	1,0 ml
Valuma		mm		mm	
Testi	1	160	232	181	309
	2	164	244	177	321
	3	171	242	199	310
	4	153	231	198	279
ka.		162	237	189	305

Swedspan Ei hiottu					
Levyn tiheys 673 kg/m <sup>3</sup>					
Levyn puolet		Yläpuoli		Alapuoli	
Tolueenin määrä		0,5 ml	1,0 ml	0,5 ml	1,0 ml
Valuma		mm		mm	
Testi	1	162	283	183	300
	2	165	288	186	276
	3	175	280	183	279
	4	154	277	182	298
ka.		164	282	184	288

Lesna Hiottu					
Levyn tiheys 680 kg/m <sup>3</sup>					
Levyn puolet		Yläpuoli		Alapuoli	
Tolueenin määrä		0,5 ml	1,0 ml	0,5 ml	1,0 ml
Valuma		mm		mm	
Testi	1	194	341	194	341
	2	200	374	203	332
	3	193	373	193	308
	4	200	367	204	318
ka.		197	364	199	325