

Juha Lipponen

## **Pintakäsittelyaineiden säänkestotutkimus**

Opinnäytetyö

Kevät 2013

Tekniikan yksikkö

Puutekniikan koulutusohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Koulutusohjelma: Puutekniikan koulutusohjelma

Tekijä: Juha Lipponen

Työn nimi: Pintakäsittelyaineiden säänkestotutkimus

Ohjaaja: Martti Ala- Louko, Heikki Heiskanen

Vuosi: 2013

Sivumäärä: 64

Liitteiden lukumäärä:23

---

Tutkimusprosessin tilaaja on Evijärvellä Jokikylän alueella sijaitseva puutarhaka-lustevalmistaja Järvi- Z Oy. Järvi- Z Oy:lle on aiheuttanut ongelmia pintakäsittely-aineiden, etenkin peittävän valkoisen puunsuoja-aineen homehtuminen.

Tutkimuksessa oli tarkoitus selvittää, voidaanko homeenestoaineella sekä hoitoai-neella käsittelyillä vaikuttaa tuotteiden laadun parantamiseen. Tulosten pohjalta valitaan paras pintakäsittelytapa, sekä mietitään kuinka tutkimuksessa tulleet on-gelmat voitaisiin ratkaista.

Testattavat koekappaleet ovat yhdeksällä eri tavalla käsiteltyjä. Puutuoteteollisuu-dessa yleiset ovat maalit, lakat, kitit, petsit sekä puunsuojat. Lämpö, kosteus ja auringon UV-säteily altistavat puupintaa niin sisä- kuin ulkotiloissa muuttaen puun oman rakenteen elämisprosessia. Testi kappaleiden määrä, käsittelykerrat ja -aineet olivat yrityksen itsensä määrittelemiä. Kappaleet olivat sääkaapissa 1000 tuntia, jonka jälkeen värinmittaustuloksia verrattiin alkumittauksiin, lisäksi tehdään vielä adheesiotesti, jolla selviää pinnoitteen pysyminen kappaleessa.

Kappaleiden testauksessa saadut tulokset ovat muuttuneet hyvin vähän ja värin muutosta ei erota muusta kuin lisääntyneestä kuultomaisuudesta ja lievistä puner-tuneisuudesta. Muut silmämääräisesti huomattavat ulkoiset muutokset olivat oksien tummuminen.

Täysin vertailukelpoisia tuloksia ulkona oleviin kappaleisiin ei voida antaa, sillä testeistä puuttuivat ulkona olevat saastehiukkaset. Suosittelemme suorittamaan lisä-testejä, sillä näissä testeissä ei ole saatu haluttua homehtumista. Kappaleiden ok-sien kellastuminen olisi seuraava isompi ongelma. Myös käsittelypinnan ja -paksuuden lisäämistä kannattaisi tutkia, jolla voitaisiin ehkäistä kappaleen haalis-tumisen.

Avainsanat: maalit, lakat, lämpö, kosteus, UV-säteily.

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## **Thesis abstract**

Faculty: School of Technology

Degree programme: Wood Technology

Author: Juha Lipponen

Title of thesis: Coating materials for weather research

Supervisors: Martti Ala-Louko, Heikki Heiskanen

Year: 2013

Number of pages: 64

Number of appendices: 23

---

The subscriber of the study was Järvi-Z Oyj, a garden furniture manufacturer in Evijärvi Jokikylä area. Järvi-Z Oy has had problems with surface treatment materials, especially the molding of an opaque white wood agent.

The study was designed to determine whether the anti-mold agent and conditioner treatments affect product quality. Based on the results, the best finish would be chosen, as well as how the problems in the study could be solved.

The nine pine tree test specimens were obtained from the company. Common finishes in wood-product industry are paints, varnishes, putties and wood stains. Heat, humidity, and solar UV radiation exposes the wood surface in both indoor and outdoor spaces, changing the tree structure. The number of the parts, handling times and handling materials were specified by the company. The parts were in an air cupboard for 1000 hours after which the colour measurement results were compared to the first measurements, and furthermore, an adhesion test with which the staying of the coating on the parts was performed.

In testing, the results changed very little and the color change did not differ from the non-increased shimmer and mild reddening. Another visually significant detectable change in the external branches was darkening.

Fully comparable with the results on parts outdoors can-not be given, since in the tests there were not outdoor pollution particles. Further tests should be carried out, because these tests did not indicate the desired molding. The yellowing pieces of branches should be the next big problem. Also the surface treatment and the increase in thickness should be examined to prevent the fading of the color.

Keywords: paints, varnishes, heat, humidity, UV radiation.

## SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
KUVIOLUETTELO.....	6
TAULUKKOLUETTELO.....	7
KÄYTETYT TERMIT JA LYHENTEET.....	8
<b>1 JOHDANTO .....</b>	<b>14</b>
1.1 Työn tausta .....	14
1.2 Työn tavoitteet.....	14
1.3 Toimenpiteet tavoitteiden saavuttamiseksi.....	14
1.4 Yritysesittely .....	15
<b>2 KIRJALLISUUSOSA .....</b>	<b>17</b>
2.1 Pintakäsittely ja sen tarkoitus.....	17
2.2 Rakenteen elämisprosessiin vaikuttavat voimat.....	21
2.2.1 Auringosta johtuvat rasitukset ja muutokset.....	22
2.2.2 Kosteudesta johtuvat rasitukset ja muutokset.....	23
2.2.3 Kulutuskestävyys .....	23
2.2.4 Iskunkestävyys.....	23
2.2.5 Home ja muut itiökasvistot johtuvat rasitukset ja muutokset .....	23
2.3 Pintakäsittelyaineiden koostumus .....	24
2.4 Pintakäsittelytuotteiden jaottelu.....	25
2.4.1 Kittit.....	26
2.4.2 Petsit.....	27
2.4.3 Puunsuoja-aineet .....	27
2.4.4 Lakat .....	28
2.4.5 Maalit .....	29
2.4.6 Vahat.....	29
2.4.7 Öljyt.....	30
2.4.8 Kovetteet.....	31

2.4.9 Ohenteet .....	31
<b>3 KOKEELLINEN OSA.....</b>	<b>32</b>
3.1 Testikappaleet ja tutkittavat materiaalit .....	32
3.2 Koekappaleet ja koejärjestelyt.....	32
3.3 Tutkimuslaitteet.....	34
3.3.1 Sääkaappi Arctest ARC 1500 .....	34
3.3.2 Värimittari Minolta DP-301 .....	37
3.3.3 Adheesiotesteri Elcometer 110 patti .....	38
3.4 Värin muuttumisen määrittelyminen.....	39
3.5 Kiinnipysyvyyden määrittelyminen .....	41
3.6 Muiden muutosten määrittelyminen .....	42
<b>4 TULOKSET JA TULOSTEN TARKISTELU .....</b>	<b>43</b>
4.1 Värinmittaus .....	46
4.2 Kiinnipysyvyys.....	50
4.3 Muut ulkoiset muuttujat .....	53
<b>5 SUOSITUKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET .....</b>	<b>58</b>
5.1 Johtopäätökset.....	58
5.2 Suositukset .....	59
5.3 Ehdotuksia jatkotoimenpiteiksi .....	59
<b>6 YHTEENVETO.....</b>	<b>60</b>
<b>LÄHTEET .....</b>	<b>64</b>
<b>LIITTEET .....</b>	<b>65</b>

## KUVIOLUETTELO

Kuvio 1. Järvi- Z Oy:n pihakalusto malli Polaris. (Järvi- Z Oy, [viitattu 22.2.2012].)	16
Kuvio 2. Pintakäsittely aineiden jaeotteluperusteet. (Koponen 1988,9.)	17
Kuvio 3. Pintakäsittelyaineiden muodostuminen (Koponen 1988,9.)	18
Kuvio 4. Pinnoituksen tarkoitus (Koponen 1988,10.)	19
Kuvio 5. UV-säteilyn muuttama hirsiseinä (Kärkkäinen 2007, 347.)	22
Kuvio 6. Öljyjen lajittelu kuivuviin ja kuivumattomiin. ( Pro Puu ry, [viitattu 2.3.2012].)	31
Kuvio 7. Tutkimuksessa mukana olevat kappaleet ryhmittäin. Vaaleat kappaleet ovat kuultomaalattuja ja tummat kappaleet ovat öljytyjä.	32
Kuvio 8. Sääkaapitestissä olevien kappaleiden merkintätapa sekä mittauspiste.	34
Kuvio 9. Sääkaapin ohjausyksikkö sekä tutkimusohjelma.	36
Kuvio 10. Tutkimuksessa käytetty Arctest 1500 -sääkaappi ja koejärjestely.	36
Kuvio 11. Värimittari Minolta cr-310 Series ja tarvikkeet. Mittari antaa eri värisävyn mittausarvot. Kirkkaus (L), sävy (a) ja kylläisyys (b)	37
Kuvio 12. Adheesiotesteri Elcometer 110 Patti, testimännät, vetoniitit ja liimat.	38
Kuvio 13. Väriympyrän sävy, kylläisyys sekä kirkkaus.	39
Kuvio 14. Väriavaruuden väripallo.	40
Kuvio 15. Adheesiotutkimuksissa käytetyt epoksi- ja pikaliima.	41
Kuvio 16. Laskennallinen värieron arvon muutos alkuperäisestä.	48
Kuvio 17. Vetoniittien liimaus ennen koestusta Elcometer 110 Patilla.	50
Kuvio 18. Adheesiotutkimuksen tulokset pikaliimalla ja epoksiliimalla.	51

## TAULUKKOLUETTELO

Taulukko 1. Tutkittavat valkoiset kappaleet käsittelykertoineen.....	33
Taulukko 2. Tutkittavat tummat kappaleet käsittelykertoineen.....	33
Taulukko 3. Mäntien kuormitusalue sekä halkaisija tiedot. ....	38
Taulukko 4. Tutkittavien valkoisien kappaleiden keskiarvojen muuttuminen, joita verrataan alkuperäiseen mittaus tuloksen.....	46
Taulukko 5. Tutkittavien tummien kappaleiden keskiarvojen muuttuminen, joita verrataan alkuperäiseen mittaus tuloksen.....	47
Taulukko 6. Adheesiotutkimuksen tuloksien prosenttialinen jakautuminen.....	50
Taulukko 7. Adheesiotestien keskiarvolliset tulokset. ....	51

## KÄYTETYT TERMIT JA LYHENTEET

<b>ΔECMC- arvo</b>	Laskennallinen arvo, jolla pystytään määrittelemään kappaleen värin muutos helpommin. Tämä saadaan laskettua L ja a sekä b arvojen pohjalta, jossa verrataan muutosta alkuperäiseen mittaustulokseen. Alkuperäinen tulos 0 ja muutosarvo on 1–100 väliltä. Mitä isompi hajonta luvussa, sen enemmän kappale on muuttunut.
<b>a-arvo</b>	Arvo, jonka värinmittarilaitte antaa, kuvaa kappaleen väriä välillä punaisesta (-130) vihreään (+130).
<b>Adheesio</b>	Kahden eri nesteen tai kappaleen välinen vetovoima. Materiaalit täytyy valita siten, että maalin ja maalattavan pinnan välinen adheesio on mahdollisimman suuri.
<b>Adheesiotesteri</b>	Laite, jolla voidaan testata pinnoitteen kiinnipysymistä. Vetoniitit liimataan kappaleeseen epoksi- ja pikaliimalla jotka, vedetään irti erillisellä paineilmamännällä. Kone ilmoittaa tuloksen P <i>Si</i> -arvona, joka muutetaan erillisen taulukon mukaan MPa:ksi. Tulos on kappaleiden välisen vetovoiman tulos N/mm <sup>2</sup> . Seinäjoen ammattikorkeakoulun puulaboratorion adheesiotesterinä oli Elcometer 110 patti.
<b>Apuaine</b>	Apuaineen päätehtävä on parantaa käsittelyaineen eri ominaisuuksia. Niitä on vähäinen määrä käsittelyaineissa, mutta niillä voidaan parantaa ratkaisevasti käsittelyaineiden eri ominaisuuksia. Apuaineita voidaan myös tarvita pelkästään vain helpottamaan maalin valmistusta.
<b>Avainlippu</b>	On merkki, joka kertoo, että tuote on tehty Suomessa tai palvelu on tehty Suomessa. Avainlipun käyttöoikeuden voi saada kolmeksi vuodeksi kerrallaan ja sen myöntää Suomalaisen Työn Liiton alkuperämerkkitoimikunta. Avainlipun myöntämisen edellytyksenä on, että tuotettu palvelu



tai tuote on vähintään 50-prosenttisesti kotimainen. Keskimäärin avainlipputuotteiden kotimaisuusaste on yli 80 prosenttia. Kotimaisuusastetta laskiessa siinä huomioidaan esimerkiksi raaka-aineet, pakkaustarvikkeet, rahoitus ja markkinointi.

#### **b-arvo**

Arvo, jonka värinmittarilaite antaa, kuvaa kappaleen väriä välillä keltaisesta (-130) siniseen (+130).

#### **Epäorgaaniset pigmentit**

Epäorgaanisia pigmenttejä saadaan luonnosta jotka, ovat maaväreistä, taikka keinotekoisesti valmistettuja mineraalivärejä. Näillä pigmenteillä on hyvä peittokyky, mutta värjäysvoima ei ole yhtä hyvä kuin orgaanisilla.

#### **Hilseily**

Kuivassa maalipinnassa tapahtuva halkeaminen esimerkiksi yhden tai monien maalikerrosten lävitse. Alkuvaiheessa ongelma ilmenee hiushalkeamina, jonka seurauksena myöhemmin maali irtoaa liuskoina. Aiheuttaa lopulta koko maalipinnan vaurioitumisen, jollei pintaa korjata ajoissa.

#### **Kiiltoaste**

Kiillon lisääntyessä värin kylläisyys vain kasvaa ja samalla suhteella muuttuu vaaleus- sekä tummuusaste. Toinen asia, johon pintakäsittelyaineen kiilto vaikuttaa, on pinnan puhtaana pitämisen helppous. Karkeana sääntönä voidaan pitää, että mitä kiiltävämpi sekä kovempi pinta on, sitä helpompi se on puhdistaa sekä sitä paremmin se myös kestää puhdistamista.

Pintakäsittelyaineista löytyy useita eri kiiltoasteita, jotka ovat täyskiiltävä, kiiltävä, puolikiiltävä, puolihimmeä, himmeä sekä täyshimmeä.

#### **Kosteus**

Ilman kosteus- ja lämpötilavaihtelut laajentavat ja supistavat puunsolukkoa ja jo rakennusvaiheessa tulee huomioi-

da puun elämisvarat. Kosteus turvottaa puuta, kuivuminen kutistaa. Kosteudessa myös kasvaa sinistäjä-, home- ja lahottajasieniä.

- Lakka** Pintakäsittelyaine, joka tekee läpinäkyvän kalvon. Tarkoitus suojata ja parantaa kappaleen rasisuskestävyyttä.
- L-arvo** Arvo, jonka värinmittarilaite antaa kuvaa kappaleen väriä välillä mustasta (0) valkoiseen (+100).
- Liuote** Liuote on nestettä, jolla alennetaan sideaineiden viskositeettiä. Näillä säädellään pintakäsittelyaineen levitysominaisuuksia, tasoittumista sekä kuivumista. Liuote ohenteiset tuotteet perustuvat haihtuviin orgaanisiin yhdisteisiin.
- Maali** Pigmenttejä, joita on lisätty lakkaan, ei muuta eroa. Saa-  
vutetaan parempi peittävyys ja suojaus.

### **Mustan pinnan max. lämpötila**

Tässä kyseisessä tutkimuksessa oli 50 °C, jota ei saanut ylittää, koska tutkimus perustui standardin, SFS-EN ISO 4892-2 arvoihin. Pintalämpötilan noustessa yli 80 °C:n orgaaniset maalit sekä pinnoitteiden sideaineet alkavat hajota. Tällöin pinta voi alkaa tummua sekä haista.

- Orgaaniset pigmentit** Orgaaniset pigmentit saadaan kasvi- tai eläinkunnasta tai erilaisista tervatsileistä. Nämä ovat väreiltään kirkkaampia, mutta näiden kestävyysominaisuudet vaihtelevat erittäin paljon.

- PEFC- sertifioitu** Kestävästi hoidettujen metsien puusta valmistetun tuotteen tunnistaa tästä PEFC-merkistä. Merkki osoittaa myös sen, että jokaisella yhtiöllä, joka on puuta tai siitä valmistettua tuotetta matkan varrella käsitellyt, on PEFC-järjestelmän mukaisen sertifioitu puun alkuperän seuranta-järjestelmässä mukana.

<b>Pigmentti</b>	Maaleissa ja puunsuoja-aineissa käytetty ainesosa, joka aiheuttaa käsittelyaineen värin. Voidaan lisätä antamaan lisää suojaa UV-säteilyä vastaan. Pigmentit ovat yleensä hienojakoista värijauhetta tai kiinteää massaa.
<b>Pintakäsittelyaine</b>	Jokin nestemäinen aine, jolla parannetaan puun ulkonäköä tai suojataan kohde ulkoisilta rasituksilta.
<b>Puulaboratorio</b>	Tämä tutkimus on suoritettu Seinäjoen ammattikorkeakoulun puulaboratoriossa, on käytetty siellä olevia laitteita. Laitteita olivat sääkaappi, värinmittari sekä adheesiotesteri sekä suurennuslasi.
<b>Rasitus</b>	Rasituksia ovat esimerkiksi lämpö, kosteus ja auringon UV-säteily, jotka altistavat puupintaa niin sisä- kuin ulkotiloissa muuttaen puun oman rakenteen elämisprosessia. Myös erilaiset iskut, paineet ja viillot ovat rasituksia, joita yritetään estää pintakäsittelyaineilla.
<b>Sideaine</b>	Sideaineen pääsääntöinen tehtävä on sitoa yhteen pintakäsittelyaineen osat ja kiinnittää ne alustaan. Sideaineen valinta vaikuttaa maalin sekä lakan kuivumisnopeuteen ja työstöominaisuuksiin. Sideaineet muodostavat käsittelyaineen kalvon joko kuivuessaan taikka kovettuessaan. Tästä johtuen pintakäsittelyaineet luokitellaan yleensä sideainetyypin mukaan.
<b>Standardi</b>	On jonkun ammattiorganisaatioiden esittämä määritelmä kuinka, esimerkiksi tutkimus tulisi tehdä, jotta se olisi mahdollista suorittaa uudestaan ja voitaisiin luotettavimmin vertailemaan tuloksia. Jokaisella maalla on standardisomisjärjestöjä, Suomessa SFS. Muita merkittäviä standardeja ovat esimerkiksi Kansainväliset ISO sekä IEC, saksalainen DIN, eurooppalaiset CEN. Standardeja laativat myös ammatilliset organisaatiot kuten, esim. IEEE (tietoliikenne).

**Sääkaappi**

Laite, jolla saadaan simuloitua sään eri ilmiöitä sateen, auringon sekä lämmön yhteisvaikutusta tuotteeseen. Seinäjoen ammattikorkeakoulun puulaboratorion sääkaappina oli Arctest 1500 ja sillä päästiin altistamaan testikappaleet  $-40\text{ °C}$  –  $+150\text{ °C}$ :n lämpötiloilla, sadetukselle, UV-valolle sekä 20–95 % ilmakeudelle. UV-valon lähteenä toimivat Osramin Ultra Vitalux -lamput, joiden teho on 300 W ja joita on sääkaapin sisällä 4 kpl

**UV-säteily**

Auringosta aiheutuvat säteilyt, joista pahimpana lienee ultraviolettisäteily, aiheuttavat puupinnoilla nopeaa vanhenemista, siihen riittää jopa muutama kuukausi. UV-säteily hajottaa puun pintakerrosta ja harmaannuttaa sekä nukkaannuttava sen nopeasti. Puu harmaantuu, kellastuu, tummenee tai vaalenee riippuen puulajista ja rakennuksessa muun muassa ilmansuuntakin vaikuttaa pinnan tuhoutumiseen. Tarkemmin tästä aiheutuvaa tilannetta kutsutaan UV-säteiden aiheuttamaksi puun fotokemiallista hajoamista. Tästä siis aiheutuvat kiillon ja värin muuttuminen, halkeilu ja pinnan karhentuminen sekä lopullisessa vaiheessa murtuminen.

**Voc-aineet**

Liuteohenteiset tuotteet perustuvat haihtuviin orgaanisiin yhdisteisiin ja näitä aineita kutsutaan VOC-aineeksi (Volatile organic compound). Vain vesiohenteisissa ei ole VOC-yhdisteitä.

**Värimittari**

Laite, jolla voidaan mitata kappaleen värinmuutosta, joka ilmoittaa tulokset kolmena eri arvona L,a,b. Tuloksia ei pysty silmämääräisesti erottamaan toisistaan. Seinäjoen ammattikorkeakoulun puulaboratorion värimittauskoneena on Minolta DP-301. Siihen oli liitetty erillinen mittausyksikkö, jonka mallimerkintä oli Minolta CR-310 Series.

**Öljy**

Pintakäsittely, jolla saadaan likaa hylkivä pinta tai väriä pintaan joka, tunkeutuu syvemmälle puun soluihin.

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Työn tausta

Tutkimusprosessin tilaaja on Evijärvellä Jokikylän alueella sijaitseva puutarhaka-lustevalmistaja Järvi- Z Oy. Järvi- Z Oy:lle on aiheutanut ongelmia pintakäsittelyai-neiden, etenkin peittävän valkoisen puunsuojaaineen kanssa. Tutkimuksen aikana on tarkoituksena selvittää, voidaanko homeenestoaineella sekä hoitoainekäsittely-lä vaikuttaa tuotteiden laadun parantamiseen, kuten esimerkiksi säänkestävyyden parantamiseen ja mikrobiologisten muutosten pienenemiseen.

## 1.2 Työn tavoitteet

Työn ensisijaisena tavoitteena on selvittää eri tavoilla käsiteltyjen kappaleiden muutosten synty sääkaapissa. Tulosten pohjalta valitaan paras pintakäsittelytapa sekä mietitään, kuinka tutkimuksessa tulleet muut ongelmat voitaisiin ratkaista.

## 1.3 Toimenpiteet tavoitteiden saavuttamiseksi

Testattavat koekappaleet ovat tiheäsyistä mäntyä yhdeksällä eri tavalla käsiteltynä ja näissä on toisiinsa nähden eroja käsittelyaineiden ja kertojen suhteen. Testatta-vien kappaleiden värisävyjä on neljää. Pintakäsittelyaineiden toimittajia ovat Akzo Nobel ja Teknos ja tuotteiden eroja verrataan keskenään.

Tutkimus aloitetaan tutustumalla kirjallisuuteen, testistandardeihin sekä testilaittei-siin. Värimuutosta tutkittiin värimittauskoneella Minolta cr-310 ja adheesiota taas Elcometer 110 patti -testerillä. Tutkimuksessa kappaleita käytettiin myös sääkaa-pissa.

## 1.4 Yritysesittely

Järvi- Z Oy on perustettu vuonna 1991 ja sen omistavat veljekset Jani, Janne sekä Jyrki Järvinen. Yritys työllistää heidän lisäksi kymmenisen muuta henkilöä. Yritys valmistaa Reimann–puutarhakalusteita sekä toimii alihankkijana muille huonekaluteollisuudessa. Puutarhahuonekaluja yritys on valmistanut jo vuodesta 2004, sitä ennen yrityksen päätuotteena olivat kettujen ja minkkien nylkemislaudat. Yrityksen tuotteita löytyy hyvin varustelluista huonekaluliikkeistä ympäri maan. (Järvi- Z Oy, [viitattu 22.2.2012].)

Yrityksen konekanta on nykyaikainen ja perustuu CNC-tekniikkaan. Tuotteet valmistetaan kotimaisesta tiheäsyisestä männystä, joka on PEFC-sertifioitua. Tuotteilla on myös Avainlipun käyttöoikeus, joka takaa kotimaisuuden. Yrityksen ykköskriteerinä on laatu, jota tuotetaan erinomaisella asiakaspalvelulla, myös tuotteiden korkeasta laadusta, joka lähtee raaka-ainevalinnoista ja se kulkee läpi koko tuotannon. Laatua myös seurataan ja kehitetään jatkuvasti. Kotimaisuus on myös yritykselle tärkeä tekijä, jota yritys tukee ja pyrkii tuomaan esille. (Järvi- Z Oy, [viitattu 22.2.2012].)

Pintakäsittely tehdään pähkinän värisissä kappaleissa kastamalla ja valkoisissa ruiskumaalamalla, jolloin lopputuloksena on tasainen ja kestävä pinta. Yritys antaa myös hyvin tarkat ohjeet kalusteiden sekä pehmusteiden ja tekstiilien hoitoon. (Järvi- Z Oy, [viitattu 22.2.2012].)

Kuviossa 1 on esiteltynä yksi monista Järvi- z Oy:n pihakaluston tuotevalikoimasta löytyvä pihakalustomalli.



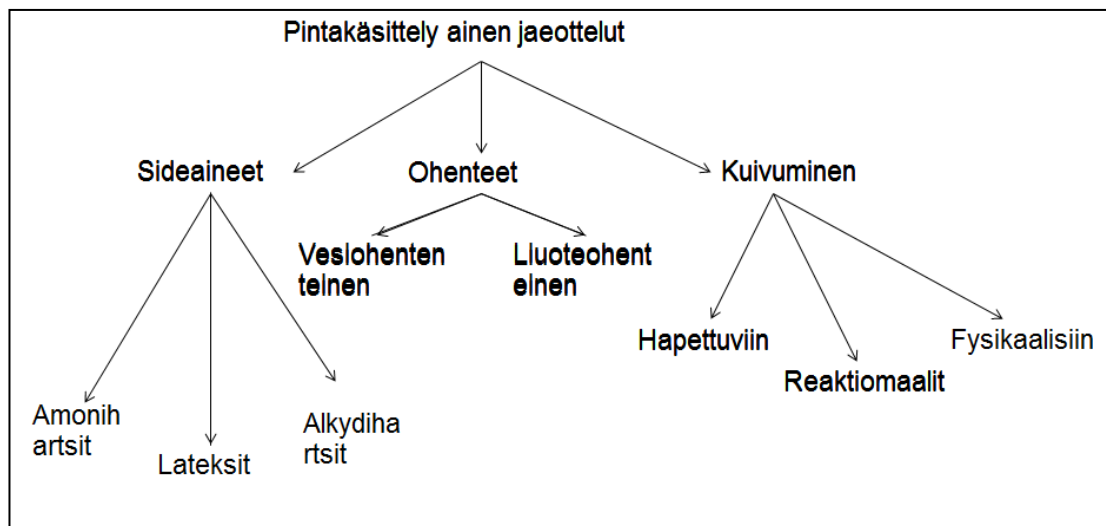
Kuvio 1. Järvi- Z Oy:n pihakalusto malli Polaris. (Järvi- Z Oy, [viitattu 22.2.2012].)



## 2 KIRJALLISUUSOSA

### 2.1 Pintakäsittely ja sen tarkoitus

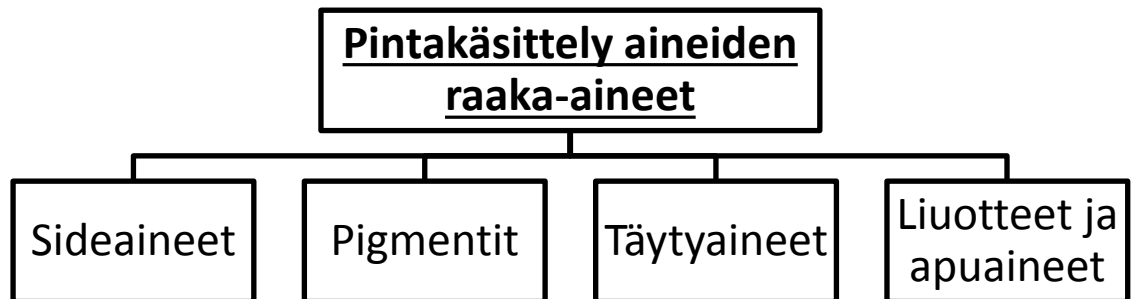
Maaleja sekä lakkoja kutsutaan yksinkertaisemmin yhteisnimikkeellä maali. Tällä hetkellä on pintakäsittelyyn soveltuvia tuotteita lukematon määrä ja usein ne on tarkoitettu vain tiettyihin käyttötarkoituksiin. Maaleja pystytään luokittelemaan eri ominaisuuksien kuten sideaineen, ohenteen taikka kuivumistavan mukaan, kuten kuviossa 2 on esitetty. (Koponen 1988,9.)



Kuvio 2. Pintakäsittely aineiden jaeotteluperusteet. (Koponen 1988,9.)

Käsittelyaineet muodostuvat kuvion 3 mukaan, josta selviää, että aineet muodostuvat sideaineiden, pigmenttien ja täyteaineiden sekä liuotteiden ja apu-aineiden mukaan. Käsittelyaineet siis muodostuvat näiden neljän suhteita muuttamalla ja niillä voidaan vaikuttaa siihen, kuinka ne ovat purkissa ja miten säilyvät sekä levitysvaiheessa ja valmiina pintana. Pinnoitteiden ominaisuuksien ja käyttömenetelmien tunteminen on perustana sille, että löydetään oikea pinnoitusratkaisu. Pintakäsittelylle muodostuu tarvetta jo sen takia, koska puu on biologisesta alkuperästä ja siitä johtuvista ominaisuuksista kuten, esimerkiksi tummuminen, kieroutuminen ja halkeaminen. Käsitlemätön puunpinta on arka likaantumiselle, kulutukselle sekä mikro-organismien aiheuttamille muutoksille etenkin kosteissa tiloissa sekä sään vaikutuksen alaisena. Käsitlemätön pinta on myös haastava pitää puhtaa-

na, esimerkiksi tahrojen poisto voi edellyttää pintojen hiomista. (Isomäki, Koponen, Nummela 2007,95; Koponen 1988,9; Puuinfo viitattu[14.3.2013].)



Kuvio 3. Pintakäsittelyaineiden muodostuminen (Koponen 1988,9.)

Kuviossa 4 on esitetty pinnoituksen tarkoitus kuvion muodossa, sekä miten ja millä ominaisuuksia voidaan parantaa. Pintakäsittelyllä on myös puupinnan kestävyysparantamisen lisäksi muita hyötyjä sekä käyttötarkoituksia, joita ovat, esimerkiksi korostaa puun sinänsä vaihtelevaa tai luonnollista ulkonäköä. Käsittelyillä tuodaan esille muun muassa seuraavia asioita: alkuperäistä ulkonäköä, värisävyä sekä erilaisia kiiltoja tai peittämään alkuperäinen kuvio, kuten kuvio 4 esittää. (Koponen 1988,9.)



Kuvio 4. Pinnoituksen tarkoitus (Koponen 1988,10.)

Puun hyvien ominaisuuksien lisääntyminen on lisännyt puutuotteiden käyttöä, jolloin myös useimpien puulajien huonoja ominaisuuksia, on pystytty parantamaan pinnoituksella, kuten mikro-organismien sekä säänkulutuksen kestävyyttä. Syynä pinnoittamiseen on usein puun tuhoutuminen auringonvalossa sekä kosteuden ja säänvaihtelujen takia. (Koponen 1988,10.)

Pintakäsittelyllä laajennetaan tuotteiden käyttöä sekä niiden ikää ja näin voidaan korvata muita kilpailevia tuotteita. Tästä syystä pintakäsittelyllä on puun käytössä ratkaiseva merkitys. (Koponen 1988,10.)

Käyttökohde ja puulaji vaikuttavat maaliainevalinnoissa. Lisäksi se, millaisilla työvälineillä ja tekniikoilla maalaus on aiottu tai voidaan suorittaa, vaikuttaa pintakäsittelyaineen valintaan. Tosin jo hyvin varhaisessa vaiheessa puurakenteita alettiin suojata sen omilla aineilla kuten tervalla, pihkalla sekä tärpätillä. UV-säteilyltä ja etenkin puutuholaishyönteisiltä suojaavalla käsittelyllä tehtiin esimerkiksi rautasulfaattikäsittelyllä. Nykyään puuteollisuus suosii maalaamista tai lakkaamista, vaikka myös on olemassa vaihtoehtoisia käsittelymuotoja, kuten öljyt ja vahat. (Pro Puu

ry, [viitattu 2.3.2012]; Auvinen, Isomäki, Koponen, Saimiovaara, Tiainen & Tolvanen 2002, 49.)

Mekaanisen teorian pinnoituksen perusideana on sitoa puupintaan puuaineiden ja pintakäsittelyaineen välisten adheesiovoimien avulla, jolloin kappaleen pintaan muodostuu tasainen maali- tai lakkakalvo. Termodynaamisen absorptioteorian perusideana on, että kappaleiden ja aineen pinnat tarttuvat toisiinsa. Tämä tapahtuu molekyylien välisien vetovoien ansiosta, jos pinnat ovat  $3\text{-}4 \cdot 10^{-8}\text{m}$  lähempänä toisiaan. (Koponen 1988,12.)

Käytännössä annettuja arvoja pintojen tasaisuudesta ei saavuteta, vaan etäisyys on useita kertaluokkia isompi. Tästä syystä pinnoituksessa pitää käyttää molekyyli-voimia välittävänä kerroksia sideaineita, jotka ovat kovettumishetkellä nestemäisessä muodossa. Pinnoitteen kestävyydelle ja sen muodostumiselle on asetettu seuraavat edellytykset: (Koponen 1988,12.)

1. Pinnoiteaineen pitää kostuttaa puupinta, jolloin sen kiinnittyminen puuaineeseen on mahdollista.
2. Pinnoitteen kiinnittymisen puuaineeseen eli adheesion on oltava riittävä.
3. Pinnoitteen sisäisen lujisuuden eli koheesion on oltava riittävä.
4. Pinnoitteen tulee kovettuttuaan pystyä seuraamaan rikkoutumatta puupinnan etenkin kosteusmuutosten aiheuttamaa elämistä.
5. Pinnoitteen tulee kestää käyttöolosuhteissa vanhentumatta.

Korkealuokkaisen pinnoituksen tärkeimpinä edellytyksiä ovat riittävän pinnan kostuminen sekä pinnoiteaineen tasainen levitys. Riittävä kostuminen pätee myös muissa, joissa on osana sideaineiden adheesio, kuten liimat. Kostumista mitataan niin sanotun rajakulman avulla. Tämä kulma ilmoittaa pinnoitteen tangentin ja maalattavan pinnan välisen kulman kohtauspisteessä. Kiinteän ja nesteen pinnan välinen niin sanotun adheesioenergian on todettu olevan lineaarisesti riippuvainen rajakulman kosineista. Neste siis leviää tällöin pinnalle, jos rajakulma on alle  $90^\circ$ . (Koponen 1988,12.)

Pinnoitteen kiinnittymiseksi on sideaineen tunkeuduttava puun rikkoutuneen solukon lävitse ehjään puuaineeseen. Käsittelyaineen kuivuessa ja kiinnittyessä puuaineeseen pinnoitteen tilavuus supistuu ja pinnoitekerrokseen syntyy vetojännityksiä, jotka koittavat rikkoa pintakerrosta, jotka aiheuttavat kappaleeseen muodonmuutoksia. Pinnoitteen on kuivuessaan oltava riittävän elastinen pystyäkseen mu-

kautumaan edellä mainittujen jännityksiin sekä myös puun kosteus- ja lämpöliikkeiden aiheuttamiin muutoksiin. (Koponen 1988,13, 61- 63.)

Luonnollisesti pinnoitteen on täytettävä jokapäiväisien asettamat kestävyysvaatimukset, joista tärkeimmät ovat:

- kulutuskestävyys
- kosteudenkestävyys
- säänkestävyys
- kemikaalien kestävyys
- Uv-valon kestävyys
- naarmuuntumisen kestävyys
- ulkonäön etenkin värinkestävyys. (Koponen 1988,13, 61- 63.)

Kappaleen ominaisuuksista on pinnoitukseen liittyen seuraavilla tekijöillä merkitystä:

1. huokoisuus, joka on puun tilavuuspaino. Tilavuuspainoltaan kevyt puu on huokoisempaa, joten käsittelyaineen imeytyminen on voimakkaampaa.
2. kevät- ja kesäpuun erot huokoisuudessa sekä tilavuuspainossa josta aikaisemmin imeytysero tulee paremmin esille samasta kappaleesta.
3. pinta- sekä sydänpuun eroavaisuudet. Sydänpuun solukot, jotka ovat tukkeutuneet, eivät pysty imemään käsittelyainetta yhtä paljon kuin pintapuun.
4. oksat, syyhäviöt sekä reaktiopuu, aiheuttavat käsittelyaineen erilaisen imeytymisen kuin säännöllisestä puurakenteesta. (Koponen 1988, 62.)

Myös kemiallinen koostumus vaikuttaa käsittelyyn on huomioitava erityisesti öljyt sekä pihkat, jotka vaikeuttavat pinnoitteiden sideaineiden kiinnittymistä. Uuteaineilla on vaikutusta pinnan väriin siten, että ne muuttavat kappaleen väriä.

## **2.2 Rakenteen elämisprosessiin vaikuttavat voimat**

Lämpö, kosteus ja auringon UV-säteily altistavat puupintaa niin sisä- kuin ulkotiiloissa muuttaen puun oman rakenteen elämisprosessia. (Pro Puu ry, [viitattu 2.3.2012].)

### 2.2.1 Auringosta johtuva rasitukset ja muutokset

Auringosta aiheutuvat säteilyt, joista pahimpana lienee ultraviolettisäteily, aiheuttavat puupinnoilla nopeutuvaa vanhenemista. Siihen riittää jopa muutama kuukausi. UV-säteily hajottaa puun pintakerrosta ja harmaannuttaa sekä nukkaannuttaa sen nopeasti, kuten kuviossa 5 voidaan nähdä. Puu harmaantuu, kellastuu, tummenee tai vaalenee riippuen puulajista. Rakennuksessa muun muassa ilmansuuntakin vaikuttaa pinnan tuhoutumiseen. (Kärkkäinen 2007, 346- 347; Pro Puu ry, [viitattu 2.3.2012].)

Tarkemmin tästä aiheutuvaa tilannetta kutsutaan UV-säteiden aiheuttamaa puun fotokemiallista hajottamista. Tästä siis aiheutuvat kiillon ja värin muuttumisen, halkeillun ja pinnan karheutumisen sekä lopullisessa vaiheessa murtumisen. Tähän, kun yhdistetään muut säärasitukset, se lisää sinistäjäsiemien sekä muiden mikrobikasvustojen syntyä, mikä taas edistää puunpinnan tuhoutumista. Jos pinta saa hajota vapaasti, vuosisadassa pinnasta lähtee luonnon-oloissa 6-7 mm verran kerrosta. (Kärkkäinen 2007, 346- 347; Pro Puu ry, [viitattu 2.3.2012].)



Kuvio 5. UV-säteilyn muuttama hirsiseinä (Kärkkäinen 2007, 347.)

Uv-säteily on puun kemiallisen hajoamisen pääsyy. Puun kaikki ainesosat reagoivat tällä aallonpituudelle. Tiheyden kasvaminen vaikuttaa säteilyn tunkeutumiseen puupintoihin. (Kärkkäinen 2007, 347.)

## **2.2.2 Kosteudesta johtuvat rasitukset ja muutokset**

Ilman kosteus- ja lämpötilavaihtelut laajentavat ja supistavat puunsolukkoa ja jo rakennusvaiheessa tulee huomioida puun elämisvarat. Kosteus turvottaa puuta, kuivuminen kutistaa. Kosteudessa myös kasvaa sinistäjä-, home- ja lahottajasieneä. Sinistäjäsienet eivät heikennä puun laatua, mutta lahottajasieni tekee puun käyttökelvottomaksi. (Pro Puu ry, [viitattu 2.3.2012].)

## **2.2.3 Kulutuskestävyys**

Käsittelyaineen kestävyyttä vaaditaan luonnollisesti kohteissa, joissa ne ovat alttiita ankarille pitkälle aikaiselle käytölle. Vaativimmat käyttökohteet ovat, lattioiden ja puurutilöiden pinnat, jotka joutuvat suoralle painamisen sekä epäpuhtauksien hankauksen kohteeksi. (Koponen 1988, 90.)

## **2.2.4 Iskunkestävyys**

Pinnalta vaaditaan useissa tilanteissa suurta iskunkestävyyttä. Tämä on riippuvainen puulajin ominaisuuksista sillä käsittelykerros on yleensä puuta kovempaa ja iskunkestävämpää. (Koponen 1988, 90.)

## **2.2.5 Home ja muut itiökasvistot johtuvat rasitukset ja muutokset**

Pintakalvoihin vaikuttavia mikro-organismeja on homeita, lahottajasieneä, sekä bakteereita. Kaikki pinnat, jotka ovat ilman kanssa kosketuksissa, ovat myös edellä mainittujen hyökkäyksen kohteena.

Käsittelykerroksen tuhoutumisen vaara on oikeissa olosuhteissa suuri, koska pinnan alla oleva puuainee antaa mikro-organismeille suhteellisen hyvän kasvualustan, jos kosteus on riittävän korkea. Käsittelyaineissa esiintyvät sienet eivät ole yleensä terveyshaittojen aiheuttajana. Sienistä tulevat esiintymät maalipinnassa

ovat, useimmiten kerroksen laikukkuisuus, ”likaisesta” ulkonäöstä. Paras kasvu-  
alusta sienille on n.20 % puunkosteus sekä vähintään 75 % ilman suhteellinen  
kosteus. Lämpötilan rajoina on 5...50 °C. (Koponen 1988, 91-92.)

Puunsuoja-aineissa sieneliöiden tuhoamiseen käytetyt tehoaineet olivat usein,  
käytetyt aineet: elohopea-, kupari- ja arseeniyhdisteet sekä kloratutfenolit. Baktee-  
reista on vaaraa vain, jos pinnoite sisältää vain kasvua edistäviä aineita kuten  
esimerkiksi proteiinejä. Lahoamissientien vaikutuksesta pinnoitteen alla on vaike-  
asti torjuttavat ilmiö. Vaativimmissa kohteissa puuainekasvusto on suojata jo ennen maa-  
lausta, hometta, sieniä sekä bakteereja vastaan. (Koponen 1988, 91- 92)

### 2.3 Pintakäsittelyaineiden koostumus

Maalituotteet koostuvat monista aineosista, kuten aikaisemmin on todettu, joka on  
kuviossa 3 esitetty. Ne sisältävät sideaineita, liuotteita, apuaineita sekä pigmentte-  
jä. Esimerkiksi öljymaalin ja öljylakan sideaine on pellavaöljy, liuote puutärpätti ja  
apuaineena muun muassa kuivike eli sikkatiivi. (Isomäki, Koponen, Nummela  
2007,95; ProPuu ry, [viitattu 2.3.2012].)

Sideaineen pääsääntöinen tehtävä on sitoa yhteen pintakäsittelyaineen osat ja  
kiinnittää ne alustaan. Sideaineen valinta on vaikuttavana maalin sekä lakan kui-  
vumisnopeuteen ja työstöominaisuuksiin. Sideaineet muodostavat käsittelyaineen-  
kalvon joko kuivuessaan tai kovettuessaan. Maalin kestävyys sekä kiinnitarttumi-  
nen alustaan riippuu myös sideaineesta. Tästä johtuen pintakäsittelyaineet luoki-  
tellaan yleensä sideaine tyyppin mukaan. (Isomäki, Koponen, Nummela 2007,95;  
Pro Puu ry, [viitattu 2.3.2012];Puutuoteteollisuus 2 2002,95)

1. **kemiallisesti kuivuessaan** eli hapettamalla kemiallisen reaktion avulla
2. **fysikaalisesti kuivumalla** eli niin, että sideaine kuivuu ilman kemiallista re-  
aktiota esim. liuotteen haihtuessa pois. (Isomäki, Koponen, Nummela 2007,  
95- 96 )

Liuote on siis nestettä, jolla alennetaan sideaineiden viskositeettiä. Näillä säädel-  
lään pintakäsittelyaineen levitysominaisuuksia, tasoittumista sekä kuivumista. Liu-  
otehenteiset tuotteet perustuvat haihtuviin orgaanisiin yhdisteisiin ja näitä aineita



kutsutaan VOC-aineeksi. Vain vesiohenteisissa ei ole VOC-yhdisteitä. (Isomäki, Koponen, Nummela 2007, 95- 96 )

Apuaineen päätehtävä on parantaa käsittelyaineen eri ominaisuuksia. Niitä on vähäinen määrä käsittelyaineissa, mutta niillä voidaan parantaa ratkaisevasti käsitte-lyaineiden eri ominaisuuksi. Apuaineita voidaan myös tarvita pelkästään vain helpottamaan maalin valmistusta. (Isomäki, Koponen, Nummela 2007,96; Pro Puu ry, [viitattu 2.3.2012].)

Pintakäsittelyssä käytettävät väriaineet ovat pigmenttejä. Pigmentit ovat yleensä hienojakoista värijauhetta tai kiinteää massaa. Pigmentit ovat jaettu orgaanisiin väriaineisiin, sekä epäorgaanisiin kivennäisväreihin. (Isomäki, Koponen, Nummela 2007,95; Pro Puu ry, [viitattu 2.3.2012].)

Orgaaniset pigmentit saadaan kasvi- tai eläinkunnasta tai erilaisista tervatisleistä. Nämä ovat väreiltään kirkkaampia, mutta näiden kestävyysominaisuudet vaihtelevat erittäin paljon. Epäorgaanisia pigmenttejä saadaan luonnosta ja ne ovat maaväreistä taikka keinotekoisesti valmistetuista mineraaliväreistä. Näillä pigmenteillä on hyvä peittokyky, mutta värjäysvoima ei ole yhtä hyvä kuin orgaanisilla. (Isomäki, Koponen, Nummela 2007,95; Pro Puu ry, [viitattu 2.3.2012].)

Seuraavassa pigmentit on ryhmitelty väreittäin. Värijoukkoon on valittu vain puun pintakäsittelyssä käytettyjä pigmenttejä, jotka ovat useimmin eri maaliaineisiin taikka väritteisiin sekoitettuna. (Pro Puu ry, [viitattu 2.3.2012].)

Jokaisesta pigmenteistä on kerrottu:

1. pigmentin kemiallinen kaava,
2. mistä pigmentti saadaan,
3. lyhyt historiikki sekä
4. sen kestävyys, soveltuvuus ja tärkeimmät ominaisuudet. (Pro Puu ry, [viitattu 2.3.2012].)

## **2.4 Pintakäsittelytuotteiden jaottelu**

Maalituotteet voidaan jakaa käyttötarkoitusten perusteella moniin ryhmiin. Puutuoteteollisuudessa yleisessä ovat maalit, lakat, kitit, petsit sekä puunsuojat. Maali-

tuotteet ovat peittäviä ja ne sisältävät pigmenttejä. Lakkatuotteet eivät taas sisällä pigmenttiä, vaan muodostavat läpinäkyvän pinnan. Molemmat pintakäsittely tuotteet sisältävät kuitenkin sideaineita, liuotteita ja apuaineita. Muita käytettyjä tuotteita ovat erilaiset suojaavat vahat sekä öljyt. (Isomäki, Koponen, Nummela 2007,96; Pro Puu ry, [viitattu 2.3.2012]; Isomäki, Koponen, Numela & Suomi- Lindberg 2007, 97, 98.)

Kaikilla näillä tuotteilla on omat vahvuutensa ja käyttökohteensa. Esim. Parketit, lauta- ja lankkulattiat voidaan lakata, kun halutaan näkyvä, mutta suojattu puupinta. Monissa lakoissa on lisäaineena uv-suoja-aineita, joiden ansiosta puupinta säilyttää värisävynsä. Öljykäsittely taas kyllästää puun pintasolukon, jolloin siihen ei pysty imeytymään likaa taikka kosteutta. Öljykäsittely on verrattain helppo sekä nopea tehdä, mutta se vaatii huoltoa, johon kuuluvat säännölliset uusintakäsittelyt samalla öljyllä. Vahaus on taas kevyt pintakäsittely, joita saadaan myös säilyttämättömänä jolloin, puu muuttuu varsin vähän. Näin säilyy luonnollinen värisävy ja puupinnan tuntu. (Puuinfo Oy [viitattu 14.3.2013].)

Ns. kuultokäsittelyissä puun pintaa taas sävytetään, mutta sen pintakuvio jää hyvin esille. Pinnan kuultokäsittelyjä voidaan tehdä sekä lakka-, öljy- tai vahatuotteilla taikka puunsuojilla tai kuultomaaleilla. Petsaus on taas puun säilyttämistä vesi- tai liuotinhenteisillä värjäystuotteilla. Petsaamalla värjätty pinta pitää yleensä lakata, jotta säilyttäminen näkyisi. Säilytyksen voi tehdä myös pelkästään sekoittamalla, petsiväriin suoraan lakkaan. (Puuinfo Oy [viitattu 14.3.2013])

#### **2.4.1 Kittit**

Kittien käyttökohteita ovat reikien, kolojen ja pinnantasoittamiseen sekä halkeamien täyttämiseen. Kitit ovat massoja, jotka toimivat kuten muutkin pintakäsittelytuotteet ja sisältävät samoja aineosasia sekä niiden pitää olla helposti levitettäviä, täytettäviä sekä kutistumattomia. Kittejä pystytään levittämään koneellisesti sekä käsin. (Isomäki, Koponen, Nummela 2007,96; Pro Puu ry, [viitattu 2.3.2012].)

### 2.4.2 Petsi

Petsaus on niin sanottua puun värjäämistä niin, että puun syykuviointi jää näkyviin. Petsien alhaisen pintajännityksen avulla saadaan petsi imeytymään syvälle sekä tasaisesti useampiin puulajeihin. Siinä ei ole sideainetta, joten petsit eivät suojaa puuta, antavat vain pelkän värin. Petsien värikirjo on erittäin laaja ja niiden käyttäytyminen erilaisilla puulajeilla entisestään vain laajentaa sitä. Petsejä saadaan liuotte- sekä vesiohenteisina riippuen käyttökohteesta. (Isomäki, Koponen, Nummela 2007,96- 97; Pro Puu ry, [viitattu 2.3.2012].)

Petsi kun on kuivunut vuorokauden, tulee pinta suojata joko öljyllä, vahalla tai lakalla. Spriipetsi on suositeltavampi vanhoille niin sanotuille entisöitäville tuotteille, joka tarttuu hieman paremmin epäpuhtauksia sisältävälle puupinnalle kuin vesipetsit. Vesipetsit nostavat myös pintaan ”karvoja”. Petsit eivät imeydy esimerkiksi liiman taikka rasvan päälle. (Isomäki, Koponen, Nummela 2007,96- 97; Pro Puu ry, [viitattu 2.3.2012].)

### 2.4.3 Puunsuoja-aineet

Puunsuoja-aineilla tarkoitetaan aineita, joiden pääasiallinen tehtävä on suojata pintaa ulkokäytössä, joko homeelta, sieni- tai lahokasvustolta, sekä sinistymiseltä. Nämä sisältävät yleensä sideaineita sekä orgaanisia yhdisteitä. Puunsuojan perusideana on estää liiallisen kosteuden imeytymistä puuhun. Pinnan sileyks taikka karheus ei vaikuta aineen toimivuuteen. (Isomäki, Koponen, Nummela 2007,97; Koponen 1988, 58; Pro Puu ry, [viitattu 2.3.2012].)

Puunsuoja ei muodosta yhtenäistä kalvoa, vaan tunkeutuu syvälle puun sisälle, joten vesi pääsee vapaasti liikkumaan pinnan lävitse kohtalaisen helposti. Kappaleista poistuva vesi ei aiheuta kalvon irtoamista, vaan enemmän esineen turpoamista sekä pitkän ajan aika kieroutumista. Suoja-aineita on saatavilla värillisinä sekä värittöminä. Värillisissä suoja-aineissa on säänkestäviä väripigmenttejä. Jollain suoja-aineilla pystytään myös estämään UV-säteilyn vaikutukset sekä vähentämään tuholaihyönteisten kiinnostuksen rakenteita kohtaan. (Isomäki, Koponen, Nummela 2007,97; Koponen 1988, 58; Pro Puu ry, [viitattu 2.3.2012].)

#### 2.4.4 Lakat

Lakat ovat pintakäsittelyaineita, jotka alustalle levitettäessä muodostavat alustaan tarttuvan, läpinäkyvän kalvon. Alustan tai kappaleen rakenne, raaka-aine, sekä muoto vaikuttavat lakan, sekä pinnoitusmenetelmän valintaan. Sillä sopimaton lakka ja puulajiin aiheuttavat esim. värihäiriöitä. Asiat, jotka myös vaikuttavat lakan valintaan, kuinka kappale on esikäsitelty, kuivattu sekä liimattu. (Isomäki, Koponen, Nummela 2007,97,98; Pro Puu ry, [viitattu 2.3.2012]; Isomäki, Koponen, Nummela & Suomi- Lindberg 2007, 97,98)

Lakat erotetaan yleensä toisistaan sideainetta ilmaisevalla etuliitteellä. Puutuoteollisuudessa on yleisesti käytössä joko katalyytti-, polyuretaani- ja nitrosellulosa-lakkoja, myös vesiohenteisia sekä UV -kovetteisia lakkoja. Lakat joiden kuiva-ainepitoisuus on pieni, niillä saadaan syitä mukaileva jälki. Tämä johtuu siitä, että lakka tunkeutuu paremmin puun huokosiin. (Isomäki, Koponen, Nummela 2007,97,98; Pro Puu ry, [viitattu 2.3.2012]; Isomäki, Koponen, Nummela & Suomi- Lindberg 2007, 97,98.)

Avosyisissä puissa on syytä käyttää edellä mainittuja lakkoja, jolla vältetään ilmakuplia. Lakat joissa on taas suuri kuiva-aine pitoisuus tai joilla saadaan paksu kerros kerralla, saadaan pinnasta enemmän muovisen pinnoitteen näköinen. (Isomäki, Koponen, Nummela 2007,97,98; Pro Puu ry, [viitattu 2.3.2012]; Isomäki, Koponen, Nummela & Suomi- Lindberg 2007, 97,98.)

Lakat voidaan myös jakaa pohja- sekä pintalakkoihin, näillä on toisistaan vaihtelevia kohteita ja käyttötarkoituksia. Pohjalakojen tärkein ominaisuus on usein hyvä hiottavuus. Pintalakkojen tärkein ominaisuus on taas yleensä, hyvä mekaanisen kulutuksen kesto sekä kemiallinen kestävyys. (Isomäki, Koponen, Nummela 2007,97,98; Pro Puu ry, [viitattu 2.3.2012]; Isomäki, Koponen, Nummela & Suomi- Lindberg 2007, 97,98.)

Lakka, jotka joutuvat ulkokäyttöön on syytä olla elastisia. Sillä ne kestävät parhaiten säästä johtuvia rasituksia. Myös kosteissa tiloissa vaaditaan näitä samoja ominaisuuksia. Lakka – tyyplistä riippuen, ne värjäävät puualustan joko voimakkaasti tai lievästi. Kostuminen ilmenee alustan tummumisena. Vaaleissa puulajeissa la-

kan tavoite on vähäinen kostuminen, jolloin puu jää luonnollisen vaaleaksi. Vaaleutta voidaan säädellä myös käyttämällä valkoista titaanidioksidipigmenttiä, jolla myös estetään puun kellastumista UV-säteilyllä. (Isomäki, Koponen, Nummela 2007,97,98; Pro Puu ry, [viitattu 2.3.2012]; Isomäki, Koponen, Numela & Suominen Lindberg 2007, 97,98.)

#### **2.4.5 Maalit**

Maaleissa on samoja aineita kuin lakoissa. Eroavaisuus syntyy siitä, että maaleissa on väripigmenttejä, jotka antavat niiden ominaisen peittokyvyn. Tämän lisäksi maaleilla on parempi täyttökyky ja siitä johtuu, että se antaa paremmin suojaa alustalle esim. UV-säteily. Maalien sävyt saadaan aikaiseksi yhdistelmällä erivärisiä pigmenttejä. (Isomäki, Koponen, Nummela 2007,98; Pro Puu ry, [viitattu 2.3.2012])

Maalituotteet voidaan myös jakaa samalla tavalla kuin lakat liuotteiden sekä sideaineiden mukaan eri ryhmiin. Myös maaleissa käytetään pohja- sekä pintamaaleja ja niissä on yhtäläiset ominaisuudet. Pohjamaaleissa on siis hyvä hiottavuus, täyttyvyys sekä peittävyys. Pintamaaleissa on taas yhtäläisesti samat ominaisuudet kuin lakoissa, jotka ovat hyvä mekaaninen kestävyys, sekä kemiallinen kestävyys (Isomäki, Koponen, Nummela 2007,98; Pro Puu ry, [viitattu 2.3.2012])

#### **2.4.6 Vahat**

Vaha voiva imeytyä puunsolukkaan jopa 2 cm:n syvyyteen, tämä tosin riippuu puulajista. Vahoilla voidaan muodostaa hylkivä kalvo puun pintaan, joka ei pelkästään hylji likaa sekä pölyä vaan, myös muita pintakäsittelyaineita. Vahattaessa tulisikin käsittää, että teko on joitain poikkeuksia lukuun ottamatta lopullinen pintakäsittelyvaihtoehto. Hyvä neuvo on se, jos vähänkin tuntuu tai epäilee, kannattaako jokin tuote vahata, on sen pinnalle hyvä levittää ensin väritöntä sellalakkaa. Tällä menetelmällä joskus tulevaisuudessa voidaan vaha korvata toisella pintakäsittelyaineella. (Pro Puu ry, [viitattu 2.3.2012])

Vaha on suosittu etenkin vanhojen huonekalujen käsittelyihin, sekä kaikenlaisiin puisiin koriste- ja käyttöesineisiin, sekä kiillotustarkoituksiin. Huoltokäsittely on tehtävä säännöllisesti riippuen käyttökohteesta sekä puulajista. Alussa tiheämpi vahausväli on vain hyvästä, jolloin puun vanhetessa huoltovälit harvenee. Vahaa voidaan levittää tai hieroa puuhun useita ohuita kerroksia, jotka annetaan kuivua välillä riittävän kauan. Näin kyllästetään puun solukon kosteutta kestäväksi sekä likaa hylkiväksi. Vahakerrosten välissä on hyvä tehdä teräsvilla-käsittely, jolla saadaan seuraava kerros tarttumaan paremmin. Älä pyyhi vahattua pintaa kostealla liinalla tai se muuttuu tahmeantuntuiseksi. Jos haluat poista syntyneet tahrat niin kostuta liina mineraalitärpätillä tai lakkabensiinillä (Pro Puu ry, [viitattu 2.3.2012])

Kaupan valmis vaha sisältää usein pellavaöljyä. Pellavaöljy on itsestään syttyvä aine esim. räteistä ja rievuista syntyy lämpöenergiaa, joka johtuu öljyn haihtumisesta. Tästä syystä muu ympärillä oleva palava materiaali voi syttyä. Rievut kannattaa heti polttaa käytönjälkeen, jolloin estetään tahattomat palot. (Pro Puu ry, [viitattu 2.3.2012])

#### **2.4.7 Öljyt**

Öljiillä on enemmän tai vähemmän kellastavia vaikutuksia. Öljyjä on kuivuvia, kuivumattomia jotka näkyvät kuviossa 6. Joitakin öljyjä suositellaan ohentamaan, jotta saavutetaan parempi imeytyminen puuhun. Jotkut öljyt ovat niin happamia pH:nsa mukaan, jolloin ne sattuvat kestävänsä hyvin muun muassa mikrobeja. Parafiiniöljy on öljyistä ainoa mineraalipohjainen öljy. Öljy on suosittu vaaleutensa puolesta sekä sen takia, sillä se ei kellastu.

Synteettistä parafiiniöljyä on suositeltu jopa käyttämään laiturien öljyämisiin aina kevättöiden yhteydessä. Niin sanotut kuivuvat öljyt soveltuvat erinomaisesti muun muassa ruoka-aineiden kanssa kosketuksissa oleviin puuesineisiin, kuten leikkulautoihin sekä paistinlastoihin. Ohennettu kiinanpuuöljy kuivuu nopeammin, kuin pellavaöljy sekä pinnasta tulee likaa hylkivämpi. Sekä myös kulutuksenkestävämpi kuin pellavaöljystä, joten se soveltuu hyvin esimerkiksi keittiötasoihin. Kuivumattomien öljyjen käyttö ei ole suositeltavia sellaisenaan. Sillä niihin täytyy lisätä kui-

vikkeita taikka muita apuaineita jollain ne saattavat kuivua johonkin käyttöön sopiviksi. ( Pro Puu ry, [viitattu 2.3.2012].)

Kuivuvat öljyt	Kuivumattomat öljyt
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Pellavaöljy</li> <li>•Vernissa</li> <li>•Keitetty pellavaöljy</li> <li>•Tungöljy (kiinanpuuöljy)</li> <li>•Unikkoöljy</li> <li>•Kalaöljy</li> <li>•Ruokaöljyt (rypsi- ja rapsiöljy)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Puuwillansiemenoöljy</li> <li>•Risiiniöljy</li> <li>•Pähkinäöljy</li> <li>•Parafiiniöljy</li> </ul>

Kuvio 6. Öljyjen lajittelu kuivuviin ja kuivumattomiin. ( Pro Puu ry, [viitattu 2.3.2012].)

#### 2.4.8 Kovetteet

Kovetteilla yleensä tarkoitetaan maalin sekaan laitettavaa ainetta, jolla lakka saadaan kovettumaan tuotteen päälle. Kovetteita on kahta lajia, katalyyttejä tai kovettajia. Kovettajat osallistuvat pintakäsittelyaineen kuivumisreaktioon ja muodostavat kalvon pintakäsittely aineen kanssa. Katalyytti on taas puolestaan vaan käynnistämässä pintakäsittelyaineen kuivumis-reaktiota. ( Isomäki, Koponen, Numela & Suomi- Lindberg, 2002, 98)

#### 2.4.9 Ohenteet

Ohenteen pääasiallinen käyttötarkoitus on saada pintakäsittely aine sellaiseen muotoon, että sen levittäminen tuotteen pinnalle onnistuu helposti. Ohenteen tehtävänä on myös liottaa sideaineita sekä luoda hyvät tasoitusominaisuudet. Nopeasti haihtuvat ohenteet tekevät kalvon nopeammin, kuin hitaasti haihtuvissa ohentimissa, jolloin taas saadaan aikaiseksi parempi tasoittuminen, mutta samalla myös valumisriski kasvaa. Useimmat pintakäsittely ongelmat johtuvat ohentimista, sillä ne ovat joko sopimattomia tai ohennemäärät ovat liian isoja maalissa. (Isomäki, Koponen, Numela & Suomi- Lindberg, 2002, 99)

### 3 KOKEELLINEN OSA

#### 3.1 Testikappaleet ja tutkittavat materiaalit

Yrityksen toimittamat testikappaleet numeroitiin sekä alkuperäinen väri mitattiin ja mittauspaikka merkittiin ennen sääkaappiin laittoa. Mittaus suoritetaan värinmittauskoneella. Sääkaapissa ollessa kappaleita mitataan kahden viikon välein (14 vrk, 28 vrk ja 48 vrk) ja koko testi kestää 6 viikkoa. Tämä tutkimus pohjautuu Standardiin SFS-EN ISO 4892-2, jossa on määriteltynä sääkaapissa käytettävät raja-arvot. Sääkaapin jälkeen kappaleille tehdään viimeinen mittaus sekä adheesiotesti, jolla määritellään pintakäsittelyaineen kiinnipitävyys. Lopuksi tehdään silmämääräinen tutkiminen sekä mitattujen tuloksien pohjalta loppupäätelmä. Testikappaleiden määrä, käsittelykerrat ja -aineet olivat yrityksen itsensä määrittelemiä, sillä tutkimusaikataulu oli tiukka.

#### 3.2 Koekappaleet ja koejärjestelyt

Tutkittavana materiaalina on tiheäsyinen suomalainen mänty, joka on käsitelty seuraavien taulukoiden (Taulukko 1 ja Taulukko 2) mukaisesti. Taulukosta käy ilmi kappalemäärät, puulaji ja testikappaleiden aineyhdistelmät. Kuviossa 7 on tutkimuksessa olevat kappaleet ryhmittäin.

Kuviossa 8 on taas kuvattu tutkimuksessa olevien kappaleiden merkintätapa sekä mittauspiste.



Kuvio 7. Tutkimuksessa mukana olevat kappaleet ryhmittäin. Vaaleat kappaleet ovat kuultomaalattuja ja tummat kappaleet ovat öljytyjä.



Taulukko 1. Tutkittavat valkoiset kappaleet käsittelykertoineen.

Sarja nro.	Kappale määrä	Puula-ji	2x Kuultovalkoinen	Pino-tex hoito aine	Wh-900 pohjus-te	Pohjus-te	Käsittely aine valmita-ja	
							A	T
1.	2	Mänty	X	X			X	
2.	4	Mänty	X				X	
3.	1	Mänty	X		X		X	
5.	3	Mänty	X		X		X	
7.	4	Mänty	X			X		X

Taulukon 1 tuloksissa vertaillaan kappaleiden muutosta sarjan 3 kappaleeseen, joka toimii vertailukappaleena muille ryhmille. Ryhmien eroina, kuinka ne ovat eri aineilla käsiteltynä käyttäytyneet.

Taulukko 2. Tutkittavat tummat kappaleet käsittelykertoineen.

Sarja nro.	Kappale määrä	Puula-ji	Pinotex hoitoai-ne	Öj-ly	Kuulo-te	2 X Lakka-us	Pohjus-te	Käsittely aine valmita-ja	
								A	T
4.	1	Mänty	X	X		X		X	
6.	3	Mänty		X	X	X		X	
8.	4	Mänty			X	X	X		X
9.	3	Mänty		X	X	X			X
10.	3	Mänty	X	X	X	X			X

Taulukon 2. tuloksissa vertaillaan kappaleiden muutosta sarjan 4 kappaleeseen, joka toimii vertailukappaleena muille ryhmille. Ryhmien eroina on, kuinka niillä ovat erilaiset käsittelyainekerrat. Tutkimuksen eri ryhmillä oli eri kappalemäärä. Tämä johtui siitä, että yrityksellä olivat omat käsitykset, kuinka eri aineet käyttäytyisivät tutkimuksessa ja tämän takia kappale määrät vaihtelivat sarjoittain.



Kuvio 8. Sääkaapitestissä olevien kappaleiden merkintätapa sekä mittauspiste.

### 3.3 Tutkimuslaitteet

Tässä tutkimuksessa käytettiin sääkaappia, värimittaria ja adheesiotesteriä, jotka käsitellään seuraavaksi.

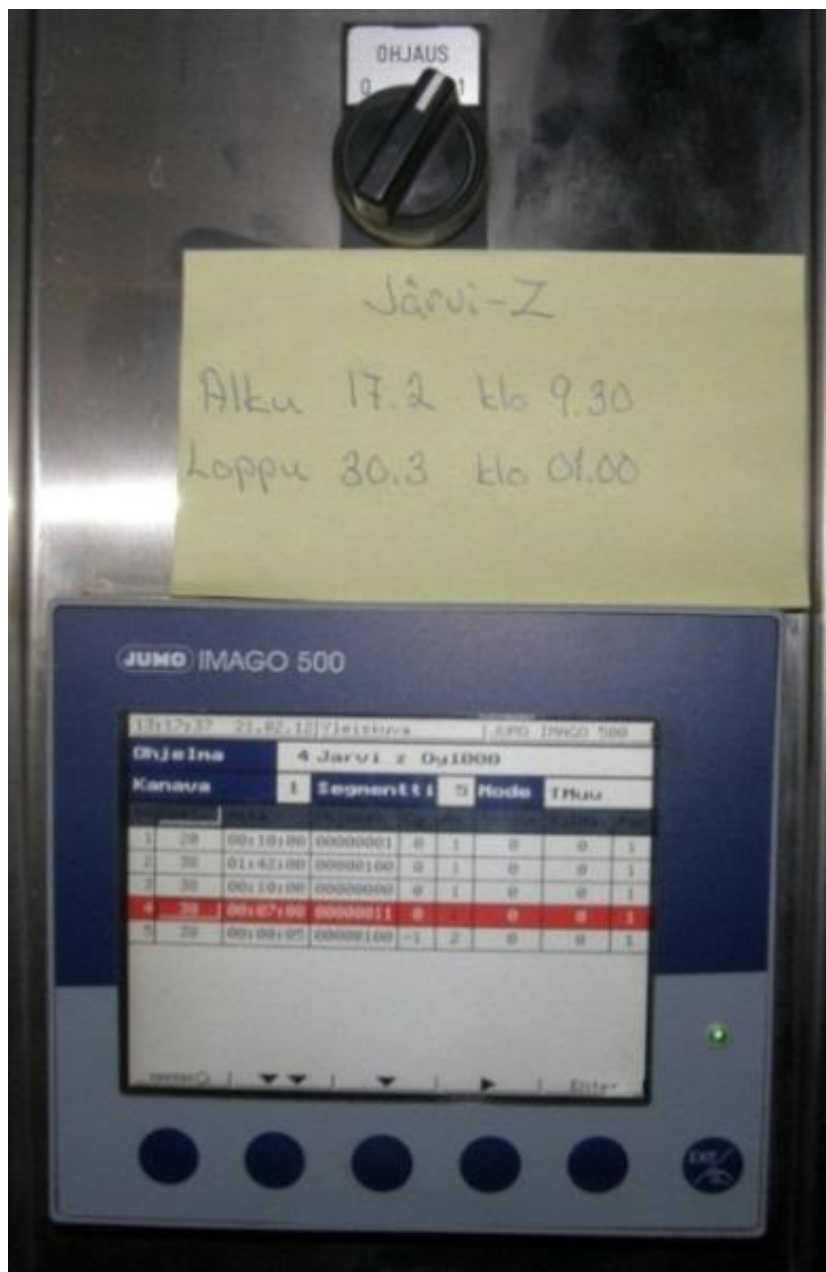
#### 3.3.1 Sääkaappi Arctest ARC 1500

Testissä ensimmäisessä vaiheessa käytettiin Arctestin valmistamaa sääkappia malliltaan ARC 1500. Testilaitte on suunniteltu erilaisten standardien mukaisten testien tekemiseen. Sääkaapin perusideana on saada materiaalit altistumaan monenlaisille säätymiöille, kuten sateelu sekä lämpötilojen, UV- säteilyn sekä ilmankosteuden vaihteluille. Seinäjoen ammattikorkeakoulun puulaboratorion sääkaapilla päästään altistamaan testikappaleet  $-40\text{ °C}$  -  $+150\text{ °C}$ :n lämpötiloille, sadetukselle, UV-valolle sekä 20–95 % ilmankosteudelle. UV-valon lähteenä toimivat Osramin Ultra Vitalux –lamput, joiden teho oli 300 W ja joita on sääkaapin sisällä 4 kpl.

Kuviossa 10 on sääkaappi ennen kokeen aloittamista ja jossa ritilä on asennettu 50 cm:n etäisyydelle lamputa.

Kuviossa 9 on Arctest 1500-sääkaapin ohjausyksikkö ja ohjelma, jolla tutkimus suoritettiin, sekä milloin säätesti alkoi ja päättyi. Itse olosuhteet olivat olosuhdetestissä seuraavat:

- Kierro oli 1000 h eli 42 vrk.
  - Jossa piti olla 102 min.
  - UV-altistumisen alaisena ja lämmön ollessa 38 °C sekä kosteuden ollessa RH 50 % mustan pinnan max. lämpötila ei saanut ylittää 50 °C:a
- Sadetusta oli 18 min per. kierro.
- Eli tätä 2 h testikiertoa ajettiin yhteensä n. 42 vrk.
- Kappaleiden lähempi tarkastus suoritettiin ennen testauksen aloitusta sekä tasaisesti 2 Vko välein ja testijakson päättyttyä.



Kuvio 9. Sääkaapin ohjausyksikkö sekä tutkimusohjelma.

Puulaboratorion sääkaapin (kuvio 10) sisämitat ovat 1450 mm x 980 mm x 1050 mm (k x l x s) ja tilavuus on 1,49 m<sup>3</sup>. UV-valon lähteenä toimivat 4 kpl Osramin Ultra Vitalux ja joiden teho oli 300 W. Lamppujen ja ritilän etäisyys oli standardin SFS-EN ISO 4892-2 testiohjelman mukaisesti, jossa ritilän piti olla 500 mm etäisyydellä lampuista.



Kuvio 10. Tutkimuksessa käytetty Arctest 1500 -sääkaappi ja koejärjestely.

### 3.3.2 Värimittari Minolta DP-301

Kappaleen pinnan värin määrittämiseen ja sen muutokseen käytettiin japanilaisvalmisteista laitetta nimeltä Minolta DP-301. Siihen oli liitettyä erillinen mittaussyk-sikkö, jonka mallimerkintä oli Minolta CR-310 Series. Mittaustulokset tulevat mitta-uslaitteesta kolmena eri lukuarvona, L, a, b. Mittari piti ennen käyttöä kalibroida laitteen mukana tulevalla valkopintaisella kalibroitilevyllä. Kuviossa 11 on värimit-tari ja siihen tarvittavat välineet matkasalkussa. Mittaustulosten lukuarvojen tar-kempi selvitys on tehty luvussa 3.4 Värin muuttumisen määrittäminen.



Kuvio 11. Värimittari Minolta cr-310 Series ja tarvikkeet. Mittari antaa eri värisävyn mittausravot. Kirkkaus (L), sävy (a) ja kylläisyys (b)



### 3.3.3 Adheesiotesteri Elcometer 110 patti

Elcometer 110 on pneumaattinen adheesio testilaite, joka on esitetty kuviossa 12. Laite toimii yksinkertaisen periaatteen avulla, joka on seuraava: vetoniitti liimataan pika- ja epoksiliimalla pinnalle, joka sitten vedetään pois paineilmamännän avulla. Laite ilmoittaa näytölle numeroarvon, joka kirjataan ylös. Adheesiovoima luetaan taulukosta. Laitteen vetovoima on jopa 70 MPa. Alla oleva taulukossa 3 on tiedot eri mäntien kuormitusalueesta sekä männän halkaisijasta.

Taulukko 3. Mäntien kuormitusalue sekä halkaisija tiedot.

Mäntä	Kuormitusalueen		Männän halkaisija	
	MPa	PSI	mm	tuumaa
F-1	0-3,4	0-500	44,5	1,75
F-2	0-6,9	0-1000	57	2,25
F-4	0-13,8	0-2000	76	3
F-8	0-27,6	0-4000	98	3,875
F-16	0-55,2	0-8000	127	5
F-20	0-70	0-10000	146	5,75

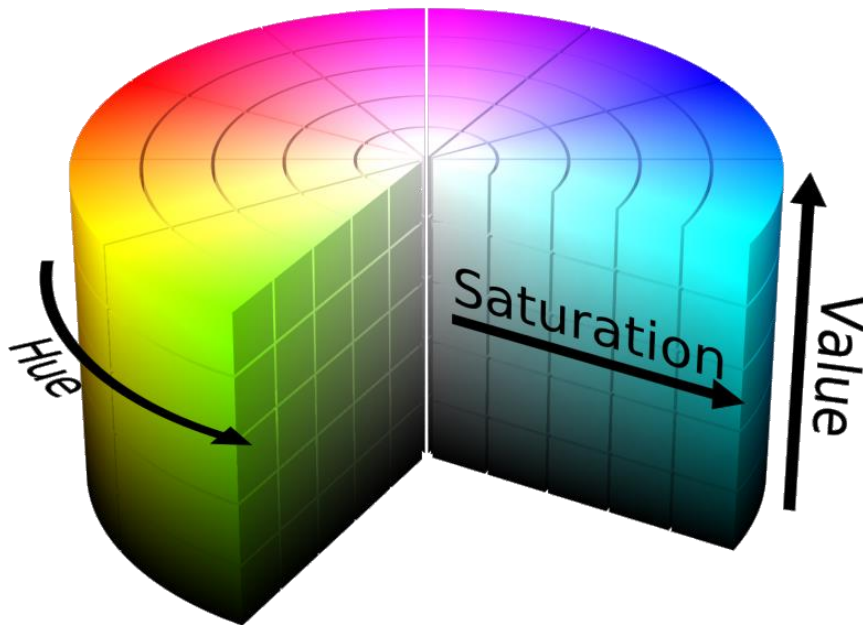
Tässä tutkimuksessa käytiin F-4 kokoista mäntää, jolla päästäisiin noin 14 MPa:n vetolujuuteen.



Kuvio 12. Adheesiotesteri Elcometer 110 Patti, testimännät, vetoniitit ja liimat.

### 3.4 Värin muuttumisen määrittelyminen

Värin muuttumisen määrittelyssä käytetään värimittaria. Värimittauksia suoritettiin ennen sääkaappiin laittoa, jolloin mittauspaikka merkittiin ja josta seuraavat mittaukset myös mitataan. Mittauksia tehdään aloitusmittauksen jälkeen vielä testin aikana kahteen kertaan ja sen lisäksi lopullinen mittaus. Mittausanturi kuvaa puunpinnan, josta se lähettää tiedot laitteistolle. Anturin pitää olla juuri samalla alueella sekä kiinni kappaleen pinnassa, etteivät mittaukset vääristy paikanmuutoksen takia sekä ettei ulkopuolelta tuleva valo muuttaisi pinnan todellista väriä.

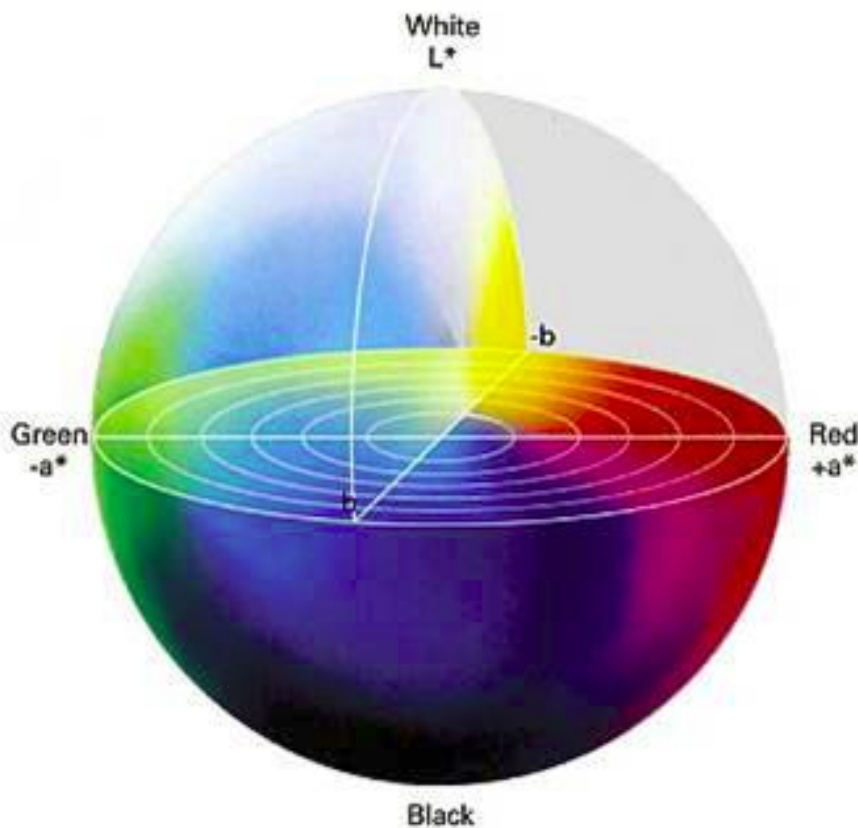


Kuvio 13. Väriympyrän sävy, kylläisyys sekä kirkkaus.

Laite on varustettu digitaalisella mittarilla, joka ilmoittaa mitatun tuloksen kolmena eri arvona. Nämä arvot ovat seuraavassa järjestyksessä kirkkaus (Value), sävy (Hue) sekä kylläisyys (Saturation) kuten kuviossa 13 nähdään. Jotka ovat L, a, b, näiden tulokset merkataan taulukkoon, josta tuloksia on helppo vertailla. Nämä tulokset on myös muutettu erilliseen  $\Delta E_{CMC}$ , joka on numeroarvo värisävyn muutoksessa. Tämä arvo kertoo helpommin värin muuttumisen. Tähän arviointitapaan on asteikko, joka alkaa nolasta. Missä  $\Delta E = 0$  tarkoittaa sitä, että näkyvää eroa ei

ole. Kun  $\Delta E$  2 - 3, eroavaisuus alkaa olla havaittavana. Usein  $\Delta E$  1 pidetään kaupallisesti hyväksyttävänä muutoksena raja-arvona.

Tässä tutkimuksessa ensimmäisen mittaushetken (14 vuorokautta) muutoksen erotuksen väri on sininen, toinen (28 vuorokautta) on punainen, sekä kolmas (42 vuorokautta) lopullinen muutos on vihreä. Nämä värit voidaan lukea tulevista kuvi-  
oista.



Kuvio 14. Väriavaruuden väripallo.

Mittauksen tarkoituksena oli selvittää, kuinka pintakäsittelyaineiden väri muuttuu testien aikana. Kuviossa 14 on esitetty kuinka määritellään väriarvot, L-arvo kuvaa kappaleen värin välillä mustasta (0) valkoiseen (100), a-arvo taas välillä punaisesta (-130) vihreään (+130) sekä b-arvo välillä keltaisesta (-130) siniseen(+130) alkuperäiseen.



### 3.5 Kiinnipysyvyyden määrittäminen

Kiinnipysyvyys määritellään adheesiotestillä, jossa laite antaa arvot ja niiden mukaan luetaan taulukosta lukuarvo. Lukuarvoa verrataan kolmeen vertailukappaleeseen, jotka eivät mahtuneet sääkaappiin sisälle. Kuviossa 15 on testissä käytetyt liimat, jotka olivat pikaliima sekä epoksiliima. Liimojen annettiin kuivua yli 24 tuntia, jonka jälkeen ne testattiin. Vetotulokset kuvattiin joista, nähdään kuinka adheesiotestissä on käynyt. Kuvista voidaan nähdä, onko liima antanut periksi vai onko nuppi irrottanut kappaleesta puuta mukanaan.



Kuvio 15. Adheesiotutkimuksissa käytetyt epoksi- ja pikaliima.

### **3.6 Muiden muutosten määrittelemine**

Muiden muuttujien määrittelemisellä tarkoitetaan silmämääräistä tarkistelua kappaleiden välillä. Vertailukohtina käytetään valokuvia, joita on kuvattu testattavista kappaleista eri vaiheessa testiä sekä kolmea vertailukappaletta, jotka eivät mahtuneet sääkaappiin sisälle. Muutokset kirjataan heti, kun huomataan eroa edelliseen mittaukseen kertaan sekä lopussa.

## 4 TULOKSET JA TULOSTEN TARKISTELU

Mittaustulokset ovat kirjattu niin, kuin taulukossa 1 ja 2 on esitetty, josta näkee sarjanumerot (1, 2, 3...10) sekä kappalenumerot (1... 4). Puulaji, sekä muut aineet kertovat mitä kappaleet ovat sekä kuinka kappaleita on käsitelty. Tässä osiossa on kirjattu lyhyesti sarjakohtaiset muutokset tutkimuksen aikana. Tarkemmat tulokset ovat kerrottu yksittäin tutkimuksen eri vaiheista. Ensimmäisessä osiossa tulokset ovat esitetty värinmittaustulosten mukaisina tuloksina. Toinen osio kertoo, kuinka kappaleen kiinnipysyvyys on reagoinut säärasituksen aikana. Vertailutuloksia saa kappaleista, jotka jäivät pois sääkaapista. Kolmannessa kappaleessa on kerrottu muista testin aikana tulleista huomioista.

Taulukossa 1 on kerrottu valkoisten kappaleiden tulokset sarjoittain. Siinä on kerrottu sarjojen 1, 2, 3, 5 sekä 7 sisällä tapahtuneista muutoksista sarjoittain. Sarja 3 toimi vertailukohtana muille sarjoille. Sarjoista voidaan todeta seuraavia yhtäläisyyksiä

- Pintakäsittelyn alla puu on tummunut, jolloin kappaleisiin tullut punertavaa sävyä.
- Ensimmäisen 5 päivän UV-altistuksen jälkeen oksat olivat tummuneet ja tulleet selvästi näkyviin.
- Muutamia halkeamaa on kappaleen toisessa päässä.
- Muuten kappaleet ovat kestäneet testin hyvin ja käsittelyaine oli hyvin kiinni alustassa.

Tutkimuksessa olleet kappaleet olivat käsiteltynä kahden eri ainevalmistajan aineilla ja näiden välistä eroa ei pystynyt erottamaan tuloksista.

1. Sarja 2x kuultovalkoinen + pinotex hoitoaine
  - Pintakäsittelyn alla puu on tummunut, jolloin kappaleisiin tullut punertavaa sävyä.
  - Ensimmäisen 5 päivän UV-altistuksen jälkeen oksat olivat tummuneet ja tulleet selvästi näkyviin.
  - Kappaleet kestivät testin hyvin sekä käsittelyaine oli hyvin kiinni alustassa.
  - Muutamia halkeamia löytyi kappaleiden toisessa päässä.
2. Sarja 2x kuultovalkoinen
  - Pintakäsittelyn alla puu on tummunut, jolloin kappaleisiin tullut punertavaa sävyä.

- Ensimmäisen 5 päivän UV-altistuksen jälkeen oksat olivat tummuneet ja tulleet selvästi näkyviin.
  - Muutamia halkeamaa toisessa päässä muuten kappaleet kestäneet testin hyvin ja käsittelyaine oli hyvin kiinni alustassa.
  - Vertailussa sarjaan 1 ja 3 kanssa, ei löytynyt muuta eroa, kuin muutamit hiushalkeamat.
3. Sarja WH-900 pohjuste + 2x kuultovalkoinen + hoitoaine
- Pintakäsittelyn alla puu on tummunut, jolloin kappaleisiin tullut punertavaa sävyä.
  - Ensimmäisen 5 päivän UV-altistuksen jälkeen oksat olivat tummuneet ja tulleet selvästi näkyviin.
  - Muuten kappaleet olivat kestäneet testin hyvin ja käsittelyaine oli hyvin kiinni alustassa.
5. Sarja WH-900 pohjuste + 2x kuultovalkoinen
- Pintakäsittelyn alla puu on tummunut, jolloin kappaleisiin tullut punertavaa sävyä.
  - Ensimmäisen 5 päivän UV-altistuksen jälkeen oksat olivat tummuneet ja tulleet selvästi näkyviin.
  - Joitakin pieniä hiushalkeamia oli pinnassa.
  - Silmämääräisessä tarkastelussa ei havaittu muita virheitä pinnassa sekä kappaleet olivat kestäneet testin hyvin.
  - Käsittelyaine oli pysynyt hyvin kiinni alustassa.
  - Vertailussa ei huomattu eroja sarjoihin 1 ja 2 sekä 3 välillä.
7. Sarja pohjuste + 2x valkoinen
- Ensimmäisen 5 päivän UV-altistuksen jälkeen oksat olivat tummuneet ja tulleet hyvin selvästi näkyviin.
  - Silmämääräisessä tarkastelussa ei havaittu muita virheitä pinnassa, kappaleet kestäneet testin hyvin.
  - Käsittelyaine oli pysynyt hyvin kiinni alustassa.
  - Kun vertaillaan muihin vaaleisiin kappaleisiin, tässä sarjassa ei havaittavissa puun tummumista vaan maali oli vain hiukan kellastunut UV:n vaikutuksesta, muuten sarjat olivat pysyneet melko valkoisina.

Kuten taulukossa 2 on kerrottu, tummien kappaleiden tulokset, ovat seuraavassa kohdassa sarjoittain. Siinä on kerrottu sarjojen 4, 6, 8, 9 sekä 10 sisällä tapahtuneista muutoksista. Sarja 4 toimi vertailukohtana sarjoille 6 sekä 8. Sarjoja 9 ja 10 verrattiin toisiinsa. Sarjoista voidaan todeta seuraavia yhtäläisyyksiä:

- Kappaleet olivat kestäneet testin hyvin.
- Silmämääräisessä tarkastelussa ei ollut havaittavissa virheitä pinnassa.
- Käsittelyaine olivat pysyneet hyvin kiinni alustassa.

Tutkimuksessa olleet kappaleet olivat käsiteltynä kahden eri ainevalmistajan aineilla ja näiden välistä eroa ei pystynyt erottamaan tuloksista, kumpi näistä olisi ollut parempi.

4. Sarja    Öljy + kuullote + 2x lakkaus + hoitoaine
  - Kappaleet olivat kestäneet testissä hyvin.
  - Silmämääräisessä tarkastelussa ei ollut havaittavissa mitään virheitä pinnassa.
  - Käsittelyaine oli pysynyt hyvin kiinni alustassa.
  - Vertailussa sarjan 6 kanssa ei huomattu hoitoaineen vaikutusta.
  
6. Sarja    Öljy + kuullote + 2x lakkaus
  - Kappaleet olivat kestäneet testin hyvin.
  - Muutamia pieniä hiushalkeamia pinnassa.
  - Silmämääräisessä tarkastelussa ei havaittu muita virheitä pinnassa.
  - Käsittelyaineet olivat pysyneet hyvin kiinni alustassa.
  
8. Sarja    Pohjuste + kuullote + 2x lakkaus
  - Kappaleet olivat kestäneet testin hyvin.
  - Silmämääräisessä tarkastelussa ei ollut havaittavissa virheitä pinnassa.
  - Käsittelyaineet olivat pysyneet hyvin kiinni alustassa.
  
9. Sarja    Öljy + kuullote + 2x lakkaus
  - Kappaleet olivat kestäneet testin hyvin.
  - Silmämääräisessä tarkastelussa ei ollut havaittavissa virheitä pinnassa.
  - Käsittelyaineet olivat pysyneet hyvin kiinni alustassa.
  
10. Sarja    Öljy + kuullote + 2x lakkaus + hoitoaine
  - Kappaleet olivat kestäneet testin hyvin.
  - Silmämääräisessä tarkastelussa ei ollut havaittavissa virheitä pinnassa.
  - Käsittelyaineet olivat pysyneet hyvin kiinni alustassa.
  - Silmämääräisessä tarkastelussa ei ollut eroa sarjan 9 kanssa.

#### 4.1 Värimittaus

Värimittauksissa saadut muutokset olivat melko pieniä. Vaaleissa kuultosävyissä UV:n vaikutuksesta puu on tummunut (punertunut) ja se näkyy koko pinnan ruskehtavana sävynä, joka tunkee kuultokäsittelyn lävitse. Maalatuissa valkoisissa on taas vastaavasti hiukan havaittavissa kellastumista, mutta eroa on melko vaikea havaita ilman vertailukappaletta. Tummissa sävyissä taas ne ovat hiukan vaalenneet, mutta pääsääntöisesti melko hyvin kuitenkin säilyttäneet värinsä.

Taulukoissa 4 ja 5 on verrattu alkuperäisen värimittaus tuloksen ja värimittauksien keskiarvojen muutosta. Taulukon lukua on helpotettu värien muuttumisella punaisesta vihreään. Näin nähdään helposti suuret muutokset värimittaustuloksien keskiarvoissa.

Taulukko 4. Tutkittavien valkoisien kappaleiden keskiarvojen muuttuminen, joita verrataan alkuperäiseen mittaus tuloksen

Kpl nro	14 vrk			28 vrk			42 vrk		
	L1	a1	b1	L2	a2	b2	L3	a3	b3
1 Sarjan Keskiarvo	0,58	0,09	0,03	-0,69	0,27	0,20	-0,58	0,07	-0,28
2 Sarjan Keskiarvo	-0,29	0,35	-0,17	0,00	0,33	-0,35	0,02	0,16	-0,66
3 Sarjan Keskiarvo	0,22	-0,49	1,42	0,40	-0,38	0,64	0,72	-0,66	0,20
5 Sarjan Keskiarvo	-0,66	0,29	-0,24	-0,09	0,13	-0,76	-0,04	-0,16	-1,18
7 Sarjan Keskiarvo	1,49	0,17	-0,91	2,37	-0,08	-0,97	2,74	-0,33	-1,19

Punainen tarkoittaa, että mittaustulos on mennyt negatiiviseen (-3) suuntaan verrattuna alkuperäiseen tulokseen. Vihreä tarkoittaa taas, että tulos on mennyt positiivisen (+3) suuntaan. Keltaisen sävyt ilmoittavat, että tulos on muuttunut vain joi-tain kymmenyksiä. Kirkaskeltainen on positiiviseen suuntaan, kun taas oranssiin vivahtava on negatiiviseen suuntaan.

Taulukko 5. Tutkittavien tummien kappaleiden keskiarvojen muuttuminen, joita verrataan alkuperäiseen mittaus tuloksen

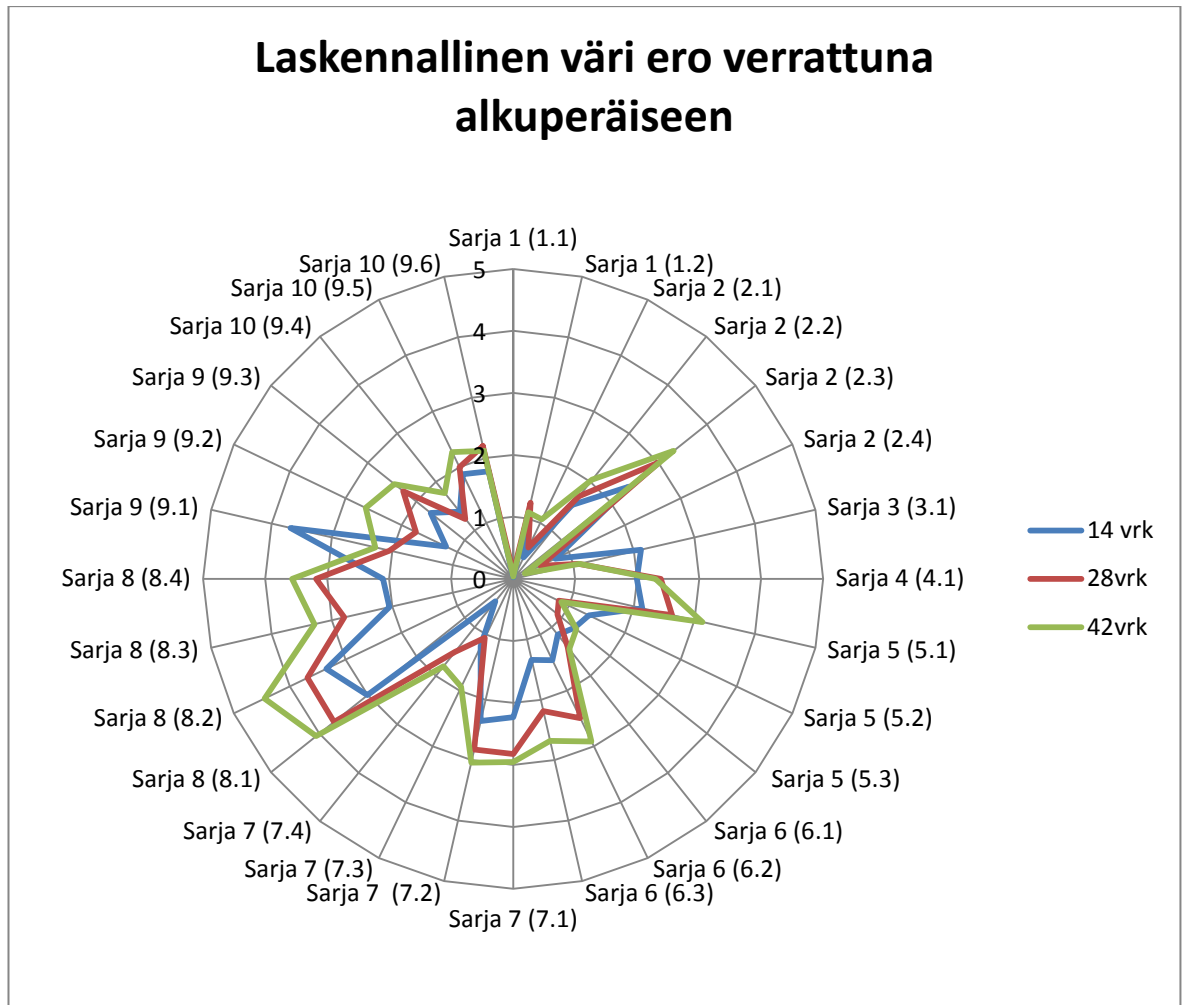
Kpl nro	14 vrk			28 vrk			42 vrk		
	L1	a1	b1	L2	a2	b2	L3	a3	b3
4 Sarjan Keskiarvo	-1,16	0,34	-1,33	1,25	-0,73	-2,30	1,47	-0,63	-2,00
6 Sarjan Keskiarvo	-0,14	0,21	-1,02	0,58	-0,31	-1,97	0,92	-0,50	-2,24
8 Sarjan Keskiarvo	-14,38	1,25	-2,19	-2,06	1,56	-3,22	-2,28	1,49	-4,19
9 Sarjan Keskiarvo	-1,36	0,59	-0,83	0,12	0,37	-1,05	0,91	0,17	-1,46
10 Sarjan Keskiarvo	0,42	0,24	-0,89	0,60	0,18	-1,02	1,15	-0,13	-1,17

Alkumittaamisen ja välimittausten (14 vrk ja 28 vrk), sekä (42 vrk) lopullisen mittauksen välissä on tapahtunut tasaista muutosta. Tulokset, jotka ovat olleet negatiivisia, ovat myös pysyneet negatiivisina, sillä niissä ei ole tapahtunut ensimmäisen mittauksen jälkeen kovin isoa muutosta. Tarkemmat tulokset ovat kirjattuna liitteissä, joista niistä voidaan nähdä, että kappaleissa on tapahtunut pieniä muutoksia numeroarvoissa.

Keskiarvoja kun tulkitaan, voidaan seuraavien sarjojen tuloksista päätellä niiden hieman vaalentuneen sekä punertuneen tai kellastuneen. Nämä sarjat ovat 2, 3, 4, 6, 7 näistä valkoisia sarjoja ovat 2 ja 3 sekä 7. Tummiin sarjoihin taas kuluvat 4 sekä 6. Edellisessä valkoisissa sarjoissa keskiarvillisesti katsottuna kappaleen maali on siis hieman voinut ohentua ja puu on lähtenyt punertumaan alta. Tummissa kappaleissa taas tämä tarkoittaa, että ne ovat hieman menettäneet sävyään vaalentumalla. Nämä muutokset eivät näy silmämääräisesti, sillä muutos on ollut vain parhaimmillaan yhden numeroarvon verran.

Taas seuraavat sarjat 1 ja 5 sekä 8 ovat mustuneet. Näistä valkoisia kappaleita olivat 1 ja 5. Näissä sarjoissa tulos tarkoittaa sitä että, kappaleiden pinta oli kellastunut hieman. Tummiin sarjoihin kuului vain 8 ja tässä kappaleet olivat menettäneet kirkkauttaan.

Kun verrataan 9 ja 10 sarjojen tuloksia toisiinsa, ne ovat vaalentuneen saman verran. Sarja 9 on vähän vihertynyt, kun taas sarjan 10 on muuttunut vähän liilaan. Numerollisesti nämä muutokset ovat olleet vain 0,15, josta johtuu toisen sarjan vihertyminen ja toisen liiloittuminen. Myöskään näitä eroja ei silmällä huomaa, vaan pelkästään koneen antamilla numeroarvoilla.



Kuvio 16. Laskennallinen värieron arvon muutos alkuperäisestä.

Tuloksia katsottaessa  $\Delta E$  CMC-arvon mukaan, sillä kappaleissa on tapahtunut värisävyn muutosta. Eniten sävyn muutosta on tapahtunut kuvion 16 mukaan kappaleissa 8.1 sekä 8.2, jotka ovat yli neljä numeroa verrattuna alkuperäiseen mittaustulokseen. Yli 3 numeroa ovat muuttuneet seuraavat kappaleet, joista suurimmasta pienempään ovat 8.4 ja 6.2 Sekä 7.2. Lähellä kolmea muutosnumeroa ovat seuraavat kappaleet 2.3 sekä 5.1. Vähiten muuttuneet kappaleet olivat 1.1 ja 2.1 sekä 2.4. Kuvion 16 voidaan myös nähdä suuret poikkeamat verrattuna kappaleisiin, jotka eivät mahtuneet sääkaapin sisälle. Nämä kappaleet olivat 2.3 ja 9.3 sekä 10.3. Kaikissa näissä tulokset ovat muuttuneet tasaisesti verrattuna muihin.

Eri ryhmien sisällä muutokset ovat mittauksien välillä muuttuneet tasaisesti. Joissakin kappaleissa viimeisin mittaustulos on pienempi kuin välimittaustulokset. Tämä tarkoittaa sitä, että tulos on aluksi ollut huonontumassa, mutta lopullisessa mit-



tauksessa se ei ole muuttunut ensimmäisen kahden viikon sääkaapissa olon jälkeen mihinkään. Tähän on voinut vaikuttaa mahdollinen kappaleen pinnalle jäänyt kalkki. Kalkkeutuminen johtuu sääkaapin veden kalkkipitoisuudesta. Kalkin jäämistä pintaan ja sitä myöden tuloksien vääristymistä estettiin huolellisella puhdistamisella ennen mittauksien suorittamista.

Kun verrataan valkoisia keskenään kappaleeseen 3, joka toimii sarjojen 1, 2 ja 5 sekä 7 vertailuarvona, voidaan todeta seuraava päätelmä kuvion 16 mukaan, nämä hoitoaineella sekä pohjusteella käsitellyistä kappaleista voidaan todeta, että sarjan 1 kappaleet ovat vertailukappaleeseen nähden vähemmän muuttaneet väriänsä. Kun taas sarjan 7 kappaleet ovat vertailukappaleeseen katsottuna enemmän muuttaneet väriään. Sarjan 2 ja 5 kappaleet ovat vertailukappaleen kummallakin puolella ja näissä ryhmissä on suurin hajonta. Jos siis halutaan samanlaiset tulokset kuin sarja 3, samanarvoisen tuloksen saa sarjalla 1 valkoisella.

Kun verrataan tummia keskenään kappaleeseen 4, joka on sarjojen 6, 8 ja 9 sekä 10 vertailuarvo, voidaan todeta, että parhaimmat tulokset tulivat sarjan 6 sekä 10 kappaleilla. Sarjan 10 tulokset ovat: vertailu-arvojen alle. Tämä tulos voi johtua hoitoaineesta, sillä sarjat 6 ja 9 ovat käsitelty muuten samalla tavalla, mutta ilman hoitoainetta. Sarjan 6 arvot ovat vertailu-arvojen kummallakin puolella. Eniten muuttunut sarja on 8, jonka arvot ovat lähes kaksinkertaiset verrattuna vertailusarjaan 4, tämä tulos voi johtua öljyn puuttumisesta. Jos siis halutaan saavuttaa samanlaatuinen pinta kuin sarjalla 4, parhaimman tulokset saa sarjalla 6 sekä 10.

## 4.2 Kiinnipysyvyys

Kiinnipysyvyyttä testattiin kahdella eri aineella, jotka olivat: pikaliima sekä epoksiliima. Kuviossa 17 on esitetty koejärjestely. Testin tulokset vaihtelevat suuresti ja parhaat tulokset tulivat pikaliimalla tehdyistä tuloksista. Epoksiliimalla tulleet tulokset olivat puolet pienempiä kuin pikaliimalla tulleet.

Adheesiotutkimuksesta saadut tulokset olivat erittäin hyviä. Liitteen 2 kuvista ja kuviosta 18 voidaan nähdä, että liima on irrotanut puuta sekä pintakäsittelyainetta, mutta muuten pintakäsittelyaineet pysyivät hyvin kiinni vielä tutkimuksen jälkeenkin. Eikä vetoniitti ole vain irronnut pelkästään liimauksesta.



Kuvio 17. Vetoniittien liimaus ennen koestusta Elcometer 110 Patilla.

Taulukossa 6 on käsiteltynä adheesiotestin prosentuaalisia tuloksia. Arvosteluasteikko on itse laadittu. Yksikään tulos ei ole kuitenkaan alle  $1 \text{ N/mm}^2$ . Arvoasteikko näkyy taulukossa missä on määritelty tulokset ja niiden määreet. Prosentuaalisesti tuloksista voidaan sanoa, että epoksiliiman osalta tulokset ovat kohtalaisia, kun taas pikaliimalla saadut tulokset ovat olleet pääsääntöisesti hyviä.

Taulukko 6. Adheesiotutkimuksen tuloksien prosenttialinen jakautuminen.

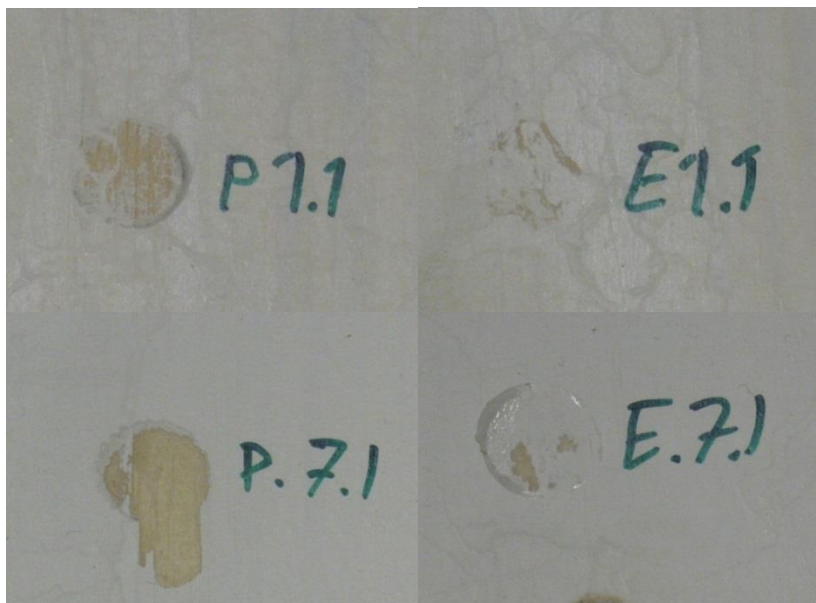
$\text{N/mm}^2$	E= Epoksiliimalla	P= Pikaliimalla
Huono (0 -1,85)	32 %	7 %
Kohtalainen (1,86 - 3,70)	61 %	29 %
Hyvä (3,70 - 5,55)	4 %	46 %
Erinomainen (5,56 - 7,40)	4 %	14 %

Taulukossa 7 on esitetty keskiarvallisesti ryhmien tulokset epoksi- ja pikaliimalla. Keskiarvallisesti katsottuna tuloksista voidaan päätellä sen, että pikaliima on ottanut paremmin kiinni. Yhdenkään sarjan tulokset eivät olleet alle 1,5 Mpa:n vetolujuutta. Tästä syystä voidaan olettaa pinnoitteen pysyvän hyvin kiinni.

Taulukko 7. Adheesiotestien keskiarvolliset tulokset.

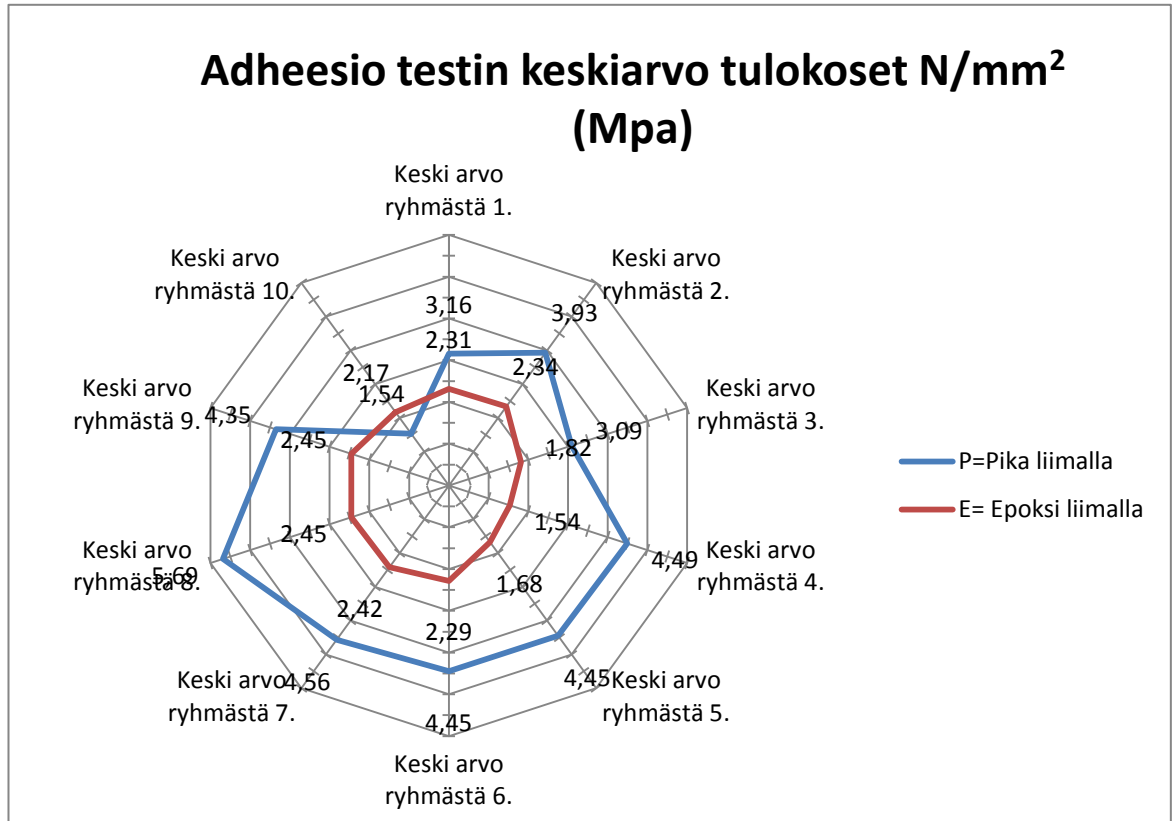
Kappale nro.	E= Epoksi liimalla	P=Pika liimalla
	Mpa	Mpa
Keskiarvo sarjasta 1.	2,31	3,16
Keskiarvo sarjasta 2.	2,34	3,93
Keskiarvo sarjasta 3.	1,82	3,09
Keskiarvo sarjasta 4.	1,54	4,49
Keskiarvo sarjasta 5.	1,68	4,45
Keskiarvo sarjasta 6.	2,29	4,45
Keskiarvo sarjasta 7.	2,42	4,56
Keskiarvo sarjasta 8.	2,45	5,69
Keskiarvo sarjasta 9.	2,45	4,35
Keskiarvo sarjasta 10.	2,17	1,54

Kuviosta 18 voidaan nähdä, kuinka erilaisia jälkiä testeissä saatiin aikaiseksi. Kuviosta 19 voidaan nähdä, kuinka epoksi- ja pikaliimat eroavat testi tuloksissa keskiarvallisesti.



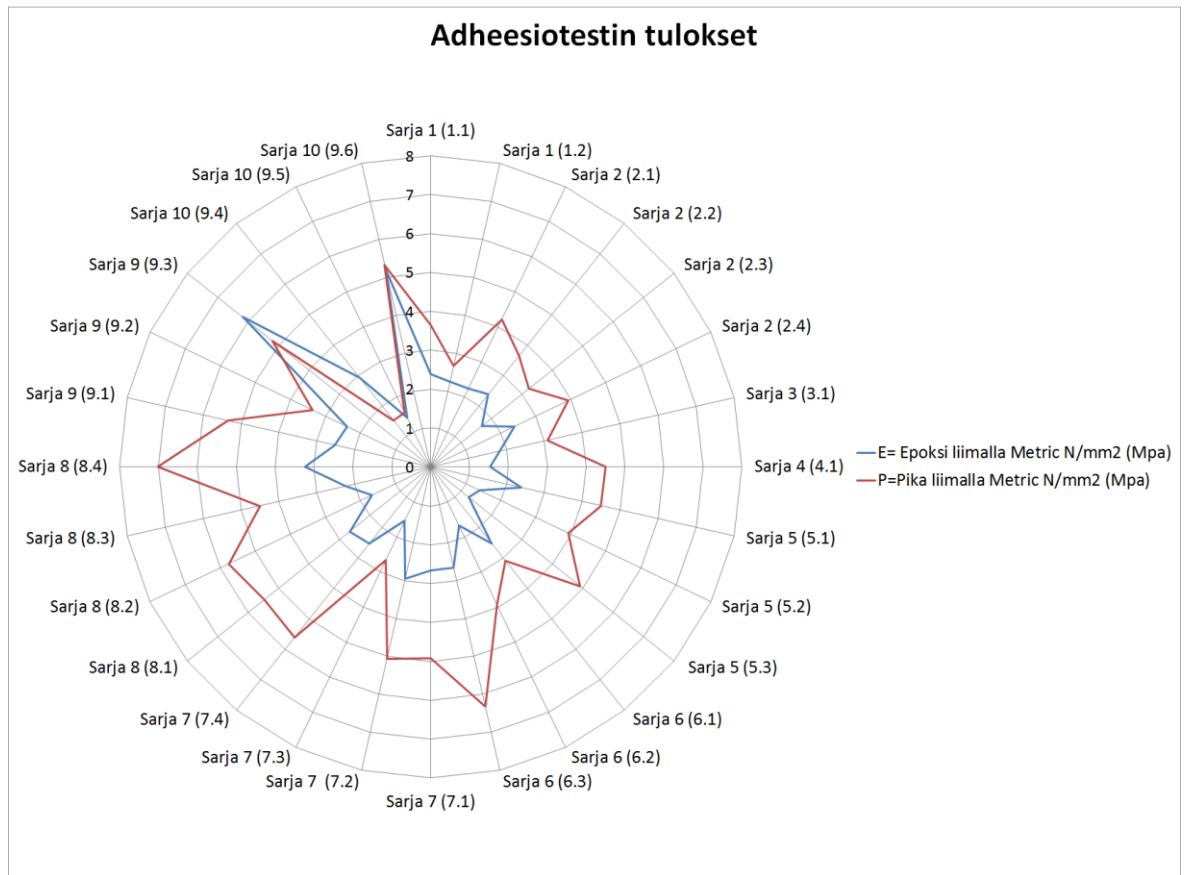
Kuvio 18. Adheesiotutkimuksen tulokset pikaliimalla ja epoksiliimalla.

Tuloksista ja kuvioista 18 voidaan nähdä, että pikaliima on jopa irrottanut puuta vetoniitin mukana. Epoksiliimalla vedetyt niitit ovat irrottaneet myös puuta, mutta huomattavasti vähemmän.



Kuvio 19. Adheesiovoiman keskiarvojen erot liimojen välillä.

Kuviossa 19 on käsitelty adheesiotestin sarjojen keskiarvojen tulokset, joista voidaan nähdä, että kaikilla muilla ryhmillä kuin 10 pikaliima on ollut kestävämpi. Tämän sarjan yksittäiset kappaleet ovat olleet pienimmät tulokset muihin verrattuna. Ulommainen ympyrä on siis pikaliima ja sen sisällä oleva ympyrä on epoksiliimalla. Ulommaisesta ympyrästä suurin osa arvoista on pysynyt yli 2.2 MPa:n.

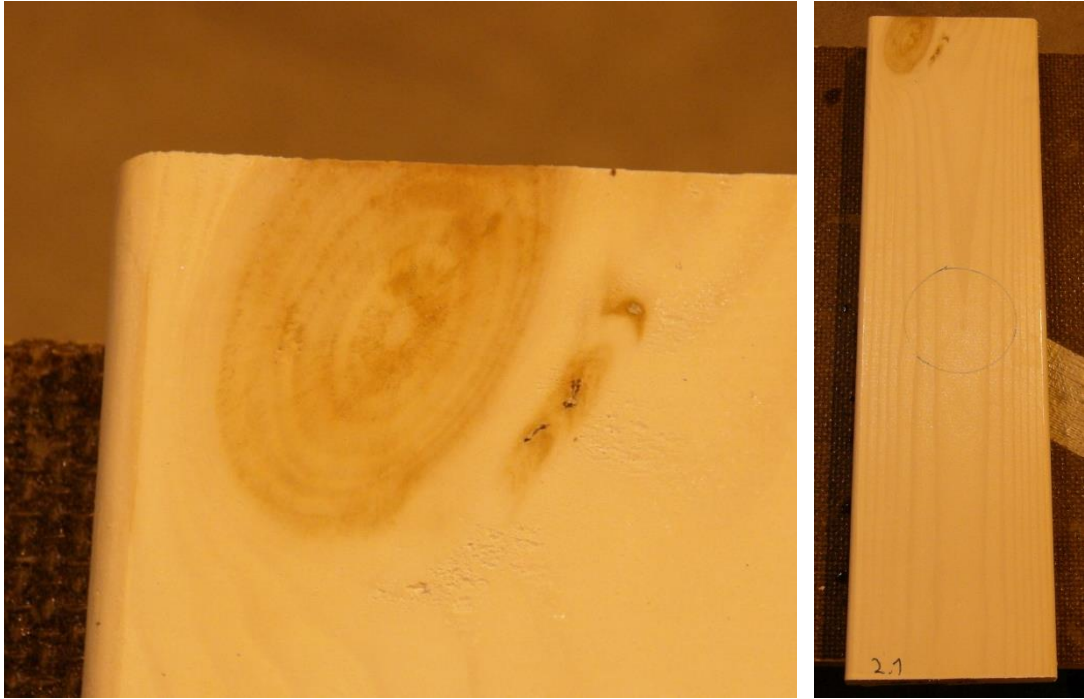


Kuvio 20. Adheesiotestin vertailutulokset.

Kuviossa 20. on esitetty adheesiotestin yksilölliset tulokset, joista käy ilmi, miten edellä mainittu Taulukko 6 on muodostunut. Kuvioista voidaan poimia tuloksien tasaisuuden suhteet, jotka ovat 1.1, 1.2, 6.1 ja 7.2 sekä kaikki 9.2 eteenpäin. Näissä liimojen erot ovat olleet vain alle  $1 \text{ N/mm}^2$ , kun muissa ne ovat olleet reippaasti yli  $1 \text{ N/mm}^2$ . Pikaliima on uloimmalla kehällä ja epoksiliima on pienemmällä kehällä. Tarkemmat tulokset ovat kirjattuna liitteessä 3 niin kuin myös vetokuvat, jotka ovat liitteissä 6.

### 4.3 Muut ulkoiset muuttujat

Tutkimuksen alkuvaiheessa, kun kappaleet olivat olleet sääkaapissa 5 vuorokautta, valkoisissa kappaleissa oli jo oksien kohdalta selvästi huomattava tummuminen. Kuviossa 21 on esitetty kappaleissa tapahtunut muutos 5 vuorokauden sääkaapissa olon jälkeen.



Kuvio 21. Valkoisissa sarjoissa tapahtunut muutos viiden vuorokauden sääkaapissa olon jälkeen.

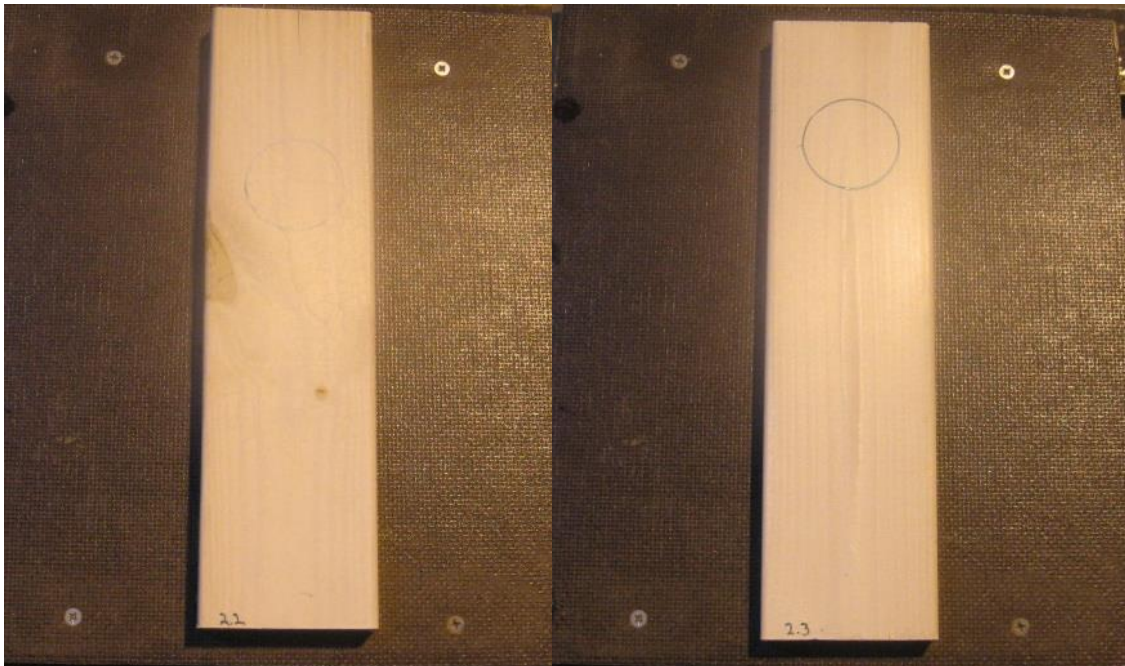


Kuvio 22. Vääntymisestä johtuva pinnan halkeaminen.

Sarjan 9 ja 10 kappaleet olivat kärsineet kosteudesta. Pinta oli vääntynyt ja haljennut 12 päivän jälkeen enemmän kuin muiden sarjat tässä vaiheessa (kuvio 22).



Syy tähän oli kappaleen eläminen tangentin suuntaisesti, mikä on normaalia näissä olosuhteissa.



Kuvio 22. Kappaleiden eroavaisuudet, jotka olivat olleet sääkaapissa tai säilössä.

Vertailukappaleiden ja sääkaapissa olleiden kappaleiden välinen ero, ovat selkeämmin huomattavissa tummissa kappaleissa kuin vaaleissa, kuten kuviosta 22 sekä kuvioista 23- 25 voidaan verrata.



Kuvio 23. Kappaleiden eroavaisuudet, jotka olivat olleet sääkaapissa tai säilössä.

Testin lopussa puun väriin voi myös vaikuttaa kalkkeutuminen, joka johtuu sääkaapin veden kalkkipitoisuudesta. Tämä on huomioitu tuloksia tarkisteltaessa. Kappaleiden peittävyys oli hieman heikentynyt ja läpikuultavuus selvästi lisääntynyt, joka voidaan myös nähdä liitteistä nro 1.



Kuvio 24. Kappaleiden eroavaisuudet, jotka olivat olleet sääkaapissa tai säilössä.

Mitään isompia halkeamia ei ole, muuta kuin joissakin kappaleissa, kuten kuviossa 25 näytetty. Pinta on pysynyt hyvin kiinni puussa, sekä niin sanottua hilseilyä ei ole tapahtunut.





Kuvio 25. Testin loppuvaiheessa näkyviin tulleet hiushalkeamat.

Ottaen huomioon erot sääkaapin sekä oikeiden rasiusten laadussa voidaan sanoa testin mahdollisesti vastaavan 2-4 vuotta. Tuloksien vertailussa vaikuttaa olosuhteiden eroavaisuus, kuten esimerkiksi hiukkaset, UV-valon sekä veden määrä ja laatu. Kappaleista ei voi silmällä nähdä, olisiko niissä hometta, pinnan halkeilua tai rapistumisia. Pintakäsittelyaineet ovat pysyneet kiinni.

## 5 SUOSITUKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET

### 5.1 Johtopäätökset

Tutkimuksessa pintakäsittelyjen kiiltoaste on kärsinyt hieman, mutta osasyynä tähän voidaan pitää vesijohtovedessä oleva kalkkia, joka on kiinnittynyt pintaan ja himmentänyt samalla kiiltoa.

Muuten tutkimuksessa olleet kappaleet ovat kestäneet testit hyvin. Vaikutus pohjusteella tai hoitoaineella käsitetyllä tai maalin valmistajan eroista on melko vaikea määrittellä, koska silmin nähtäviä selviä muutoksia ei havaittu.

Tutkimuksessa myös havaittiin, että lähes kaikissa sarjoissa on joissakin kappaleissa nähtävissä muutamia hiushalkeamia. Puumateriaalilla ja luonnollisella elämisellä voi olla myös osuutta halkeamien esiintymiseen.

Kappaleiden testauksessa saadut tulokset ovat muuttuneet hyvin vähän ja värin muutosta ei erota muusta kuin lisääntyneestä kuultomaisuudesta ja lievästä punertuneisuudesta. Tarkemmat tulokset, joista voi nähdä erot, ovat värinmittauksella saavutetut. Niissäkään ei ole kovin isoja muutoksia tapahtunut ja jos on, ne ovat olleet korkeintaan 1 yksikön verran. Parhaiten värinsä on säilyttänyt valkoisissa sarjoissa 1 ja tummissa 6 sekä 10. Valkoisissa kävi tulosten perusteella niin, että niiden maalin paksuus on voinut ohentua ja puu on lähtenyt punertumaan maalin alla. Tummissa ryhmissä kappaleet ovat menettäneet kiiltoansa ja puu on myös lähtenyt punertumaan pintakäsittelyaineen alla.

Adheesiotesti onnistui myös hyvin ja tulokset olivat kohtalaisia sekä hyviä riippuen käytetystä liimasta, sillä adheesio testattavista kappaleista irtosi puuta niitin mukana. Testin aikana puu eli puulle ominaisen tyylin mukaan, mikä on otettu huomioon testin arvioissa. Myös veden kalkkipitoisuus on otettu huomioon tulosten arvioissa. Kalkin aiheuttamat muutokset on pyritty ehkäisemään ennen mittaamisia.

Muut silmämääräisesti huomattavat ulkoiset muutokset olivat oksien tummuminen, mikä tapahtui jo 5 vuorokaudessa, olivat puun normaali kosteus, eläminen sekä UV-valon aiheuttama vaaleneminen. Testin aikana kappaleissa ei näkynyt mitään

homeeseen tai mikrobiologisia viittaavia merkkejä. Halkeilua ei tapahtunut yhtään normaalia enempää. Pinnoitteet pysyivät hyvin kiinni sekä säilyttivät muotonsa. Täysin vertailukelpoisia tuloksia ulkona oleviin kappaleisiin ei voida antaa, sillä testeistä puuttuivat ulkona olevat saastehiukkaset.

## **5.2 Suositukset**

Suosittelen suorittaa lisää testejä sillä tutkimuksen aikana tulleet oksien läpityöntymisen on estettävissä. Mitkään kappaleet eivät nimittäin osoittaneet minkäänlaisia mikrobiologisia muutoksia. Pohjusteen ja hoitoainekäsittelyllä kappaleiden erot eivät olleet kovin suuria. Sillä kolme sarja, olivat 1 ja 6 sekä 10 käsitelty näin. Näistä sarjat 1 sekä 10 olivat käsitelty hoitoaineella. Sarjan 10 tulokset olivat vain hieman pienemmät, kun muiden vertailussa olleet sarjat. Kovin suuria eroja, joita olisi silmämääräisesti huomannut, ei käsittelyjen välillä siis ollut.

Kappaleiden oksien kellastuminen olisi seuraava isompi ongelma johon olisi hyvä kokeilla niin sanottu, oksalakkaa, sillä testin aikana ne tulivat vaaleissa esille jo 5:ssä vuorokaudessa. Myös käsittely pinnan ja paksuuden lisäämisen tutkiminen, jolla voitaisiin ehkäistä kappaleen haalistumisen.

Kappaleiden testaaminen olisi ollut helpompaa jos kappaleet olisivat olleet kaikki samankokoisia lautoja ja määriltään samanlaisia esimerkiksi laudan koko pituus 300 mm, leveys 100 mm paksuus 27 mm ja määrä 4 kappaletta per sarja. Nyt kappaleiden määrän sekä yhden sarjan koko vaikeuttivat testin tekemistä.

## **5.3 Ehdotuksia jatkotoimenpiteiksi**

Ehdotan jatkotoimenpiteiksi, sitä miten oksien läpityöntymisen voitaisiin ehkäistä. Pintakäsittely aineiden haalistumisen, ehkäiseminen. Myös voitaisiin suorittaa hankaus, kestävyys sekä iskunkestävyyttä.

## 6 YHTEENVETO

Tutkimusprosessin tilaaja on Evijärvellä Jokikylän alueella sijaitseva puutarhaka-lustevalmistaja Järvi- Z Oy. Järvi- Z Oy:lle on aiheuttanut ongelmia pintakäsittely-aineiden, etenkin peittävän valkoisen puunsuoja-aineen homehtuminen. Pintakä-sittelyaineiden säänkestävyys ja mahdolliset mikrobiologiset muutokset riitti syyksi tämän opinnäytetyön tutkimusprosessiin. Tutkimuksessa oli tarkoitus selvittää voi-daanko homeenestoaineella sekä hoitoaineella käsittelyllä vaikuttaa tuotteiden laadun parantamiseen. Työn ensisijaisena tavoitteena on selvittää eri tavoilla käsi-teltyjen kappaleiden muutoksien synty sääkaapissa. Tulosten pohjalta valitaan paras pintakäsittelytapa sekä mietitään, kuinka tutkimuksessa tulleet kyseiset on-gelmat voitaisiin ratkaista. Testattavat koekappaleet on saatu yritykseltä, puulajina on mäntyä ja yhdeksällä eri tavalla käsiteltyjä.

Yrityksen toimittavat testikappaleet mitataan ja mittauspaikka merkitään ennen sääkaappiin laittoa ja mittaus suoritetaan värinmittauskoneella. Sääkaapissa olles-sa, kappaleita mitataan kahden viikon välein ja koko testi kestää 6 viikkoa. Sää-kaapin jälkeen kappaleille tehdään viimeisin mittaus sekä adheesiotesti, jolla mää-ritellään pintakäsittelyaineen kiinnipitävyys. Lopuksi tehdään silmämääräinen tut-kiminen sekä mitattujen tuloksien pohjalta loppupäätelmä siitä, onko testi onnistu-nut ja olisiko jotain tehtävä toisin. Testikappaleiden määrä, käsittelykerrat ja -aineet olivat yrityksen itsensä määrittelemiä.

Testissä ensimmäisessä vaiheessa käytettiin Arctestin valmistamaa sääkappia mal-liltaan ARC 1500. Seinäjoen ammattikorkeakoulun puulaboratorion sääkaapil-la päästään altistamaan testikappaleet -40 °C - +150 °C:n lämpötiloille, sadetuk-selle, UV-valolle sekä 20–95 % ilmankosteudelle. Uv-valon lähteenä toimivat Ultra Vita Lux-lamput joiden teho 300 W. Näitä on sääkaapin sisällä 4 kpl.

Kappaleen pinnan värin määrittelemiseen ja sen muutoksiin käytettiin japanilais-valmisteista laitetta nimeltä Minolta DP-301. Siihen oli liitettyä erillinen mittausyk-sikkö, jonka mallimerkintä oli Minolta CR-310 Series. Mittaustulokset tulevat mitta-uslaitteesta kolmena eri lukuarvona, L, a, b.

Elcometer 110 on pneumaattinen adheesio-testauslaite. Laite toimii yksinkertaisen periaatteen avulla, joka on seuraava: mäntä liimataan pinnalle joka, sitten vedetään pois paineilman avulla pinnasta. Laite ilmoittaa tuloksen näytölleen, joka kirjataan ylös ja luetaan taulukosta oikeat arvot.

Muiden muuttujien määrittelemisellä tarkoitetaan silmämääräistä tarkastelua kappaleiden välillä. Vertailukohtina käytetään valokuvia joita on kuvattu testattavista kappaleista eri vaiheessa testiä sekä kolmea vertailu kappaleita, jotka eivät mahduneet sääkaappiin sisälle.

Alkumittaamisen ja vaiheiden 1 ja 2 sekä lopullisen mittauksen välissä on tapahtunut tasaista muutosta. Tulokset, jotka ovat olleet negatiivisia, ovat myös pysyneet negatiivisina ja niissä ei ole tapahtunut ensimmäisen mittauksen jälkeen kovin isoa muutosta.

Keskiarvoja kun tulkitaan, voidaan seuraavien ryhmien tuloksista päätellä niiden hieman vaalentuneen ja punertuneen sekä kellastuneen. Nämä sarjat ovat 2, 3, 4, 6 ja 7. Taas sarjat 1, 5 ja 8 ovat mustuneet. Kun verrataan 9 ja 10 sarjojen tuloksia toisiinsa, ne ovat vaalentuneen saman verran. Sarja 9 on vähän vihertynyt, kun taas sarja 10 on muuttunut vähän liilaan. Numerollisesti nämä muutokset ovat olleet vain 0,15, josta johtuu toisen sarjan vihertyminen ja toisen liiloittuminen. Myöskään näitä eroja ei huomaa silmällä vaan pelkästään koneen antamalla numeroarvoilla.

Tuloksia katsottaessa arvon  $\Delta E$  CMC mukaan kappaleissa on tapahtunut värisävyn muutosta. Eri ryhmien sisällä muutokset ovat mittausten välillä muuttuneet tasaisesti. Joissakin kappaleissa viimeisin mittaustulos on pienempi kuin välimittaustulokset. Tähän on voinut vaikuttaa mahdollinen kappaleen pinnalle jäänyt kalkki. Kalkin jäämistä pintaan ja sitä myöden tuloksien vääristymistä estettiin huolellisella puhdistamisella ennen mittausten suorittamista. Kun verrataan valkoisia keskenään kappaleeseen 3, joka toimii ryhmien 1, 2 ja 5 sekä 7 vertailuarvona, voidaan todeta seuraava päätelmä: jos halutaan samanlaiset tulokset kuin sarjan 3, samanarvoisen tuloksen saa sarjalla 1 valkoisella. Taas kun verrataan tummia keskenään kappaleeseen 4, joka on ryhmien 6, 8 ja 9 sekä 10 vertailuarvona, voidaan todeta että, parhaimmat tulokset tulivat sarjan 6 sekä 10 kappaleilla.

Kiinnipysyvyyttä testattiin kahdella eri aineella, jotka olivat pikaliima sekä epoksiliima. Testin tulokset vaihtelevat suuresti ja suuremmat tulokset tulivat pikaliimalla tehdyistä tuloksista. Epoksiliimalla tulleet tulokset olivat puolet pienempiä kuin pikaliimalla tulleet. Testi on onnistunut sillä liitteen kuvista voidaan nähdä, että liima on irrottanut puuta sekä pintakäsittelyainetta, eikä se ole vain irronnut liimauksesta. Prosentuaalisesti tuloksista voidaan sanoa, että epoksiliiman tulokset ovat kohdallaisia, kun taas pikaliimalla saadut tulokset ovat olleet pääsääntöisesti hyviä.

Testin alkuvaiheessa, kun kappaleet olivat olleet sääkaapissa 5 vuorokautta, valkoisissa kappaleissa oli jo oksien kohdalta selvästi huomattava tummuminen. Sarjan 9 sekä 10 kappaleet olivat kärsineet kosteudesta. Pinta oli vääntynyt ja haljennut 12 päivän jälkeen enemmän kuin muut sarjat tässä vaiheessa.

Vertailukappaleiden ja sääkaapissa olleiden kappaleiden välinen ero on selkeämmin huomattavissa tummissa kappaleissa kuin vaaleissa. Mitään isompia halkeamia ei ole. Ottaen huomioon erot sääkaapin sekä oikeiden rasiusten laadussa voidaan sanoa testin mahdollisesti vastaavan 2–4 vuotta. Tuloksien vertailussa vaikuttaa olosuhteiden eroavaisuus kuten esim. hiukkaset, UV-valon sekä veden määrä ja laatu. Kappaleista ei voi silmällä nähdä, että olisiko niissä homeita, pinnan halkeilua taikka rapistumisia.

Kappaleiden testauksessa saadut tulokset ovat muuttuneet hyvin vähän ja värin muutosta ei erota muusta kuin lisääntyneestä kuultomaisuudesta ja lievästä punertuneisuudesta. Niissäkään ei ole kovin isoja muutoksia tapahtunut ja jos on, niin ne ovat olleet korkeintaan 1 yksikön verran.

Muut silmämääräisesti huomattavat ulkoiset muutokset olivat oksien tummuminen, puun normaali kosteus, eläminen sekä UV-valon aiheuttama vaaleneminen. Täysin vertailukelpoisia tuloksia ulkona oleviin kappaleisiin ei voida antaa, sillä testeistä puuttuivat ulkona olevat saastehiukkaset.

Suosittelen suorittamaan lisätestejä, sillä näissä testeissä ei ole saatu haluttua homehtumista. Mitkään kappaleet eivät nimittäin osoittaneet minkäänlaisia mikrobiologisia muutoksia. Pohjusteen ja hoitoaineen käsittelyllä kappaleiden erot eivät olleet kovin suuria.

Kappaleiden oksien kellastuminen olisi seuraava isompi ongelma, sillä testin aikana ne tulivat vaaleissa esille jo 5 vuorokaudessa. Myös käsittelypinnan ja paksuuden lisäämistä kannattaisi tutkia. Näillä voitaisiin ehkäistä kappaleen haalistumista.

Kappaleiden testaaminen olisi ollut helpompaa, jos kappaleet olisivat olleet kaikki samankokoisia lautoja ja määriltään samanlaisia esimerkiksi laudan pituus 300 mm, leveys 100 mm paksuus 27 mm ja määrä 4 kappaletta per sarja. Nyt kappaleiden määrän sekä yhden sarjan koko vaikeuttivat testin tekemistä.

Lisäksi voitaisiin tutkia sitä, miten oksien läpityöntyminen voitaisiin ehkäistä sekä pintakäsittelyaineiden haalistumisen ehkäisemistä. Myös voitaisiin suorittaa hankauskestävyyden sekä iskunkestävyyden tutkimista.

## LÄHTEET

Auvinen, S. Isomäki, O. Koponen, H. Saimiovaara, J. Tiainen, J. Tiainen & J. Tolvanen, P. 2002. Puutuoteteollisuus 3, Puusepänteollisuus. Helsinki: Opetushallitus

Isomäki, Koponen, Numela & Suomi- Lindberg. 2002. Puutuoteteollisuus 2, Raaka-aineet ja aihiot. Helsinki: Opetushallitus

Järvi-Z yhtiö. 2011. [Verkkosivu] Järvi-z Oy. [Viitattu 22.2.2012]. Saatavana: <http://www.reimann.fi/>

Koponen, H. 1988. Puutuotteiden pinnoitus, Hämeenlinna: Otakustantamo Oy

Kärkkäinen, M. 2007. Puunrakenne ja ominaisuudet. Hämeenlinna: Metsäkustannus Oy

ProPuu ry. 2012. Puuproffa. [Verkkójulkaisu]. [Viitattu 2.3.2012] Saatavana: <http://www.puuproffa.fi/>

Puuinfo Oy. 2013. Puuinfo. [Verkkójulkaisu]. [Viitattu 14.3.2013] Saatavana: <http://www.puuinfo.fi>



## LIITTEET

LIITE 1: Sääkaapin vertailukuva

LIITE2: Adheesiotestin vertailu kuvia

### Vertailu kuvat Sarja 1 (1.1)



### Vertailu kuvat Sarja 1 (1.2)



## Vertailu kuvat Sarja 2 (2.1)



## Vertailu kuvat Sarja 2 (2.2)



### Vertailu kuvat Sarja 2 (2.3)



### Vertailu kuvat Sarja 2 (2.4)



## Vertailu kuvat Sarja 3 (3.1)



### Vertailu kuvat Sarja 4 (4.1)



### Vertailu kuvat Sarja 5 (5.1)



### Vertailu kuvat Sarja 6 (6.1)



### Vertailu kuvat Sarja 6 (6.2)





### Vertailu kuvat Sarja 6 (6.3)

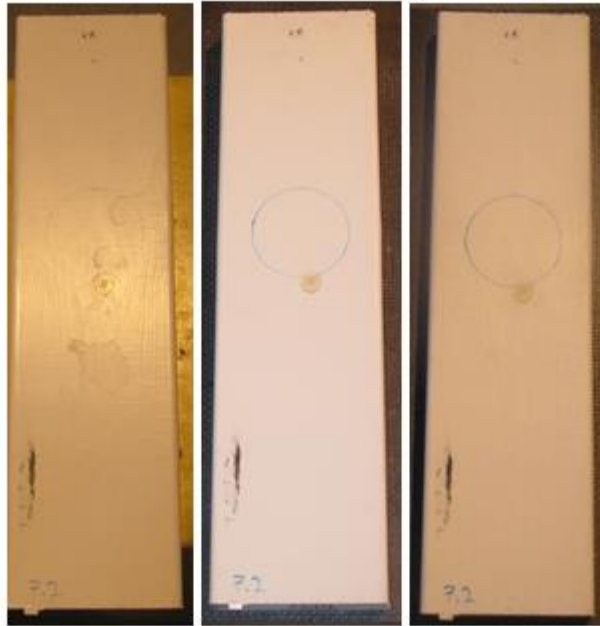


### Vertailu kuvat Sarja 7 (7.1)





### Vertailu kuvat Sarja 7 (7.2)



### Vertailu kuvat Sarja 7 (7.3)



### Vertailu kuvat Sarja 7 (7.4)



### Vertailu kuvat Sarja 8 (8.1)



### Vertailu kuvat Sarja 8 (8.2)



### Vertailu kuvat Sarja 8 (8.3)



### Vertailu kuvat Sarja 8 (8.4)



### Vertailu kuvat Sarja 9 (9.1)



### Vertailu kuvat Sarja 9 (9.2)



### Vertailu kuvat Sarja 9 (9.3)



### Vertailu kuvat Sarja 10 (9.4)





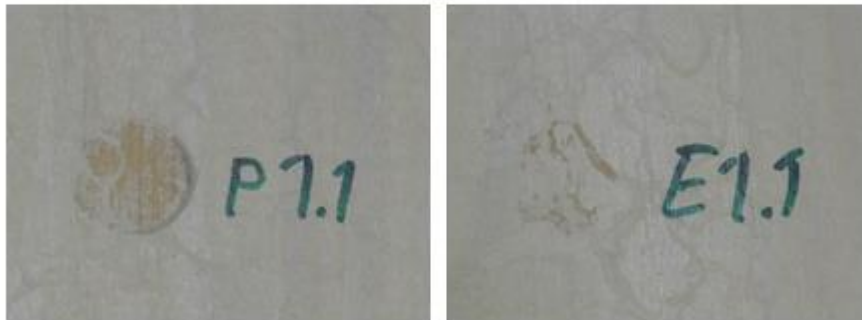
### Vertailu kuvat Sarja 10 (9.5)



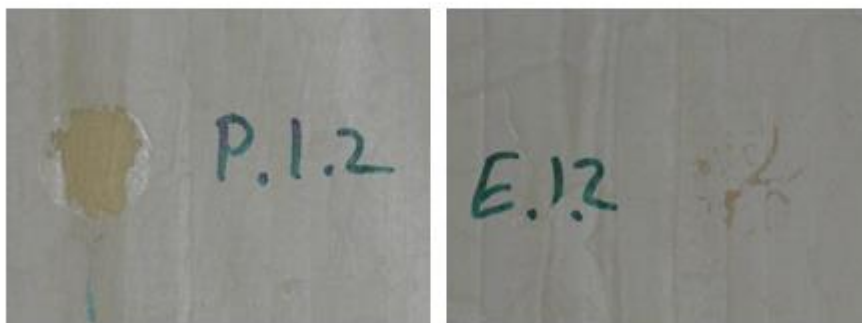
### Vertailu kuvat Sarja 10 (9.6)



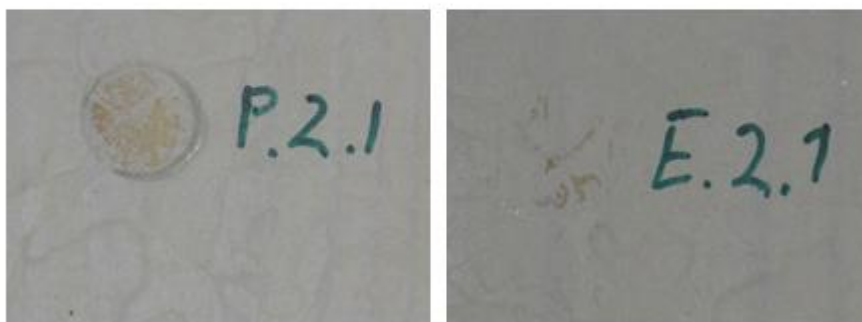
Adheesio testin vertailu kuvat  
Sarja 1(1.1)



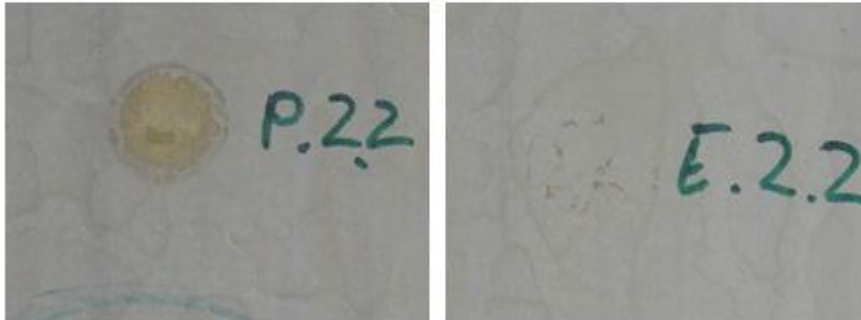
Adheesio testin vertailu kuvat  
Sarja 1 (1.2)



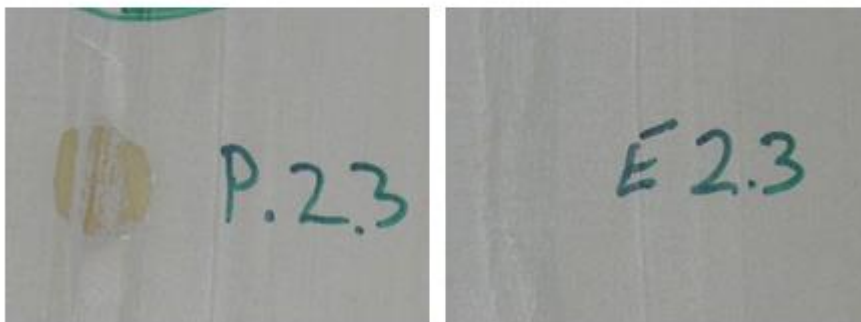
Adheesio testin vertailu kuvat  
Sarja 2 (2.1)



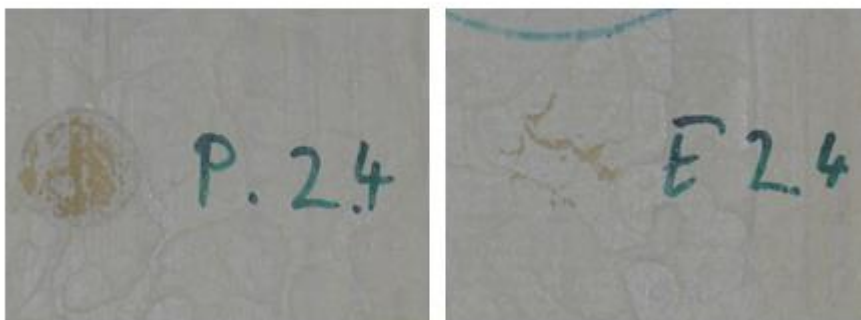
Adheesio testin vertailu kuvat  
Sarja 2 (2.2)



Adheesio testin vertailu kuvat  
Sarja 2 (2.3)



Adheesio testin vertailu kuvat  
Sarja 2 (2.4)

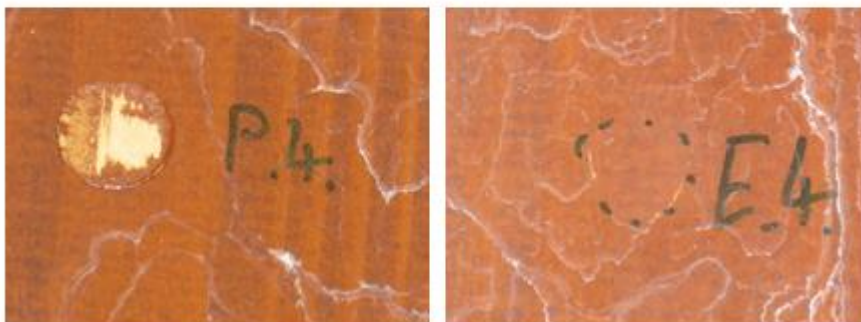




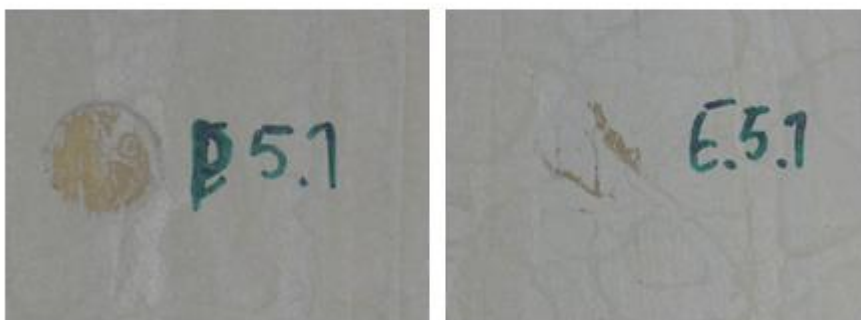
Adheesio testin vertailu kuvat  
Sarja 3 (3.1)



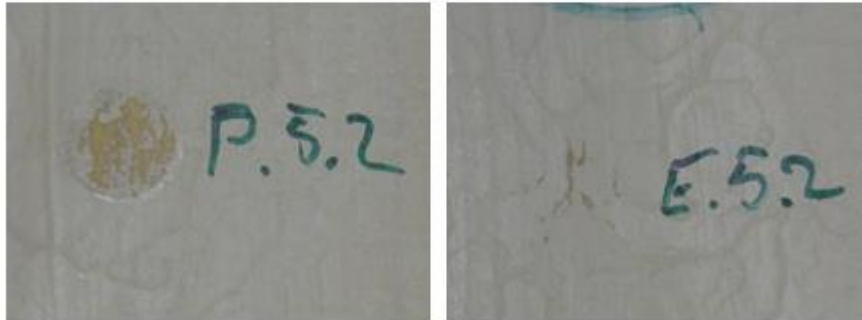
Adheesio testin vertailu kuvat  
Sarja 4 (4.1)



Adheesio testin vertailu kuvat  
Sarja 5 (5.1)



Adheesio testin vertailu kuvat  
Sarja 5 (5.2)



Adheesio testin vertailu kuvat  
Sarja 5 (5.3)



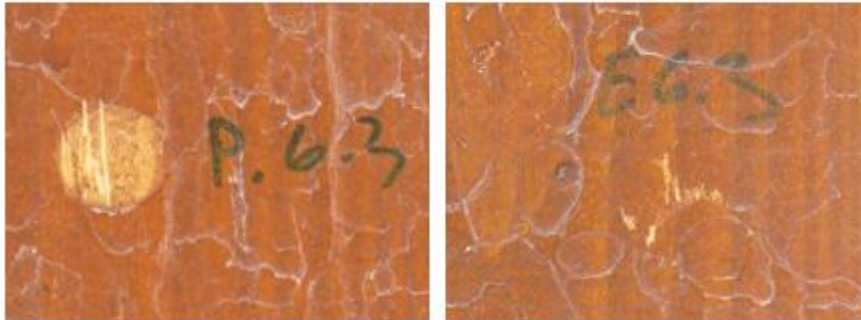
Adheesio testin vertailu kuvat  
Sarja 6 (6.1)



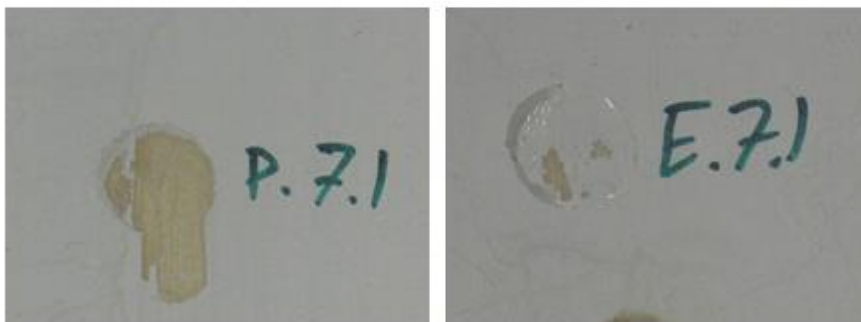
Adheesio testin vertailu kuvat  
Sarja 6 (6.2)



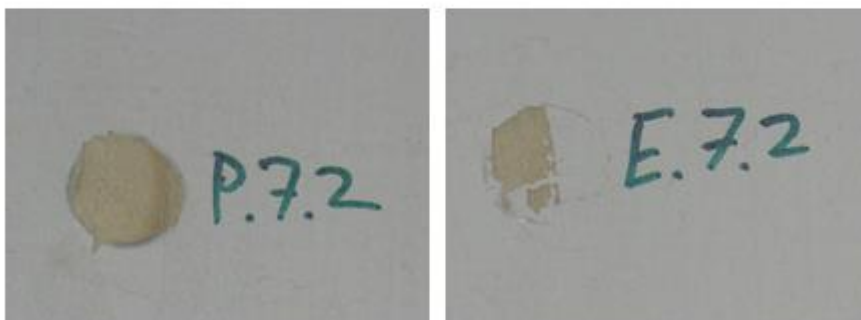
Adheesio testin vertailu kuvat  
Sarja 6 (6.3)



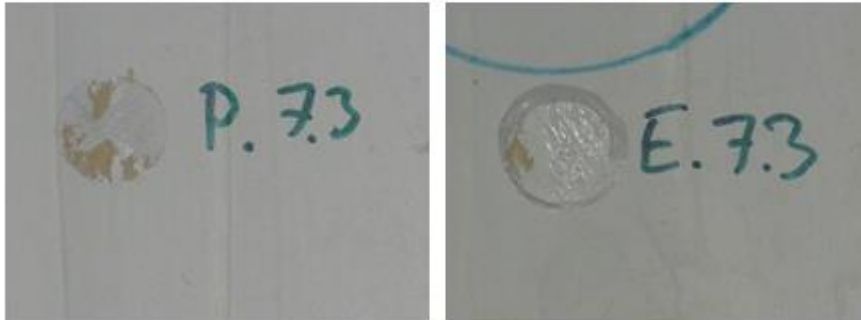
Adheesio testin vertailu kuvat  
Sarja 7 (7.1)



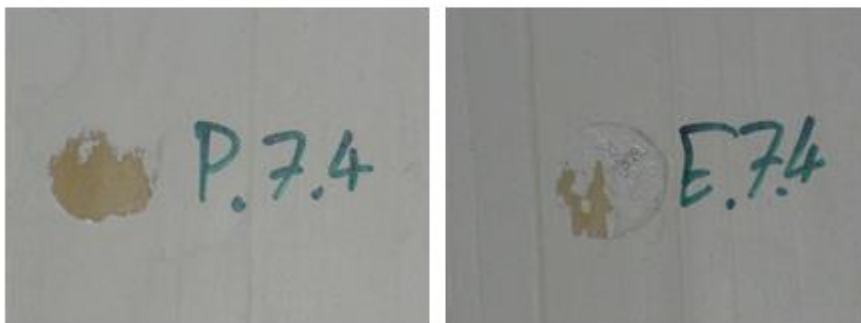
Adheesio testin vertailu kuvat  
Sarja 7 (7.2)



Adheesio testin vertailu kuvat  
Sarja 7 (7.3)



Adheesio testin vertailu kuvat  
Sarja 7 (7.4)



Adheesio testin vertailu kuvat  
Sarja 8 (8.1)





Adheesio testin vertailu kuvat  
Sarja 8 (8.2)



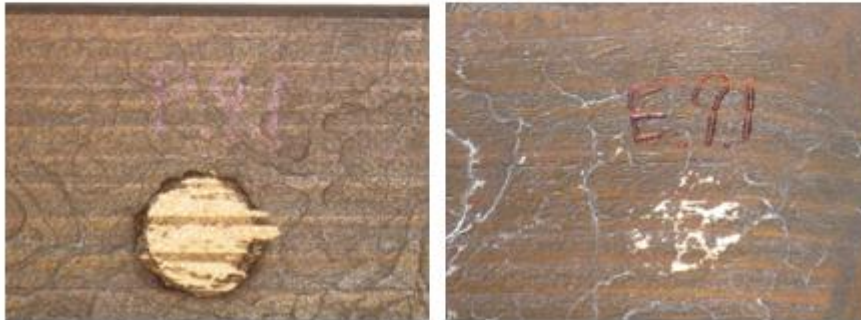
Adheesio testin vertailu kuvat  
Sarja 8 (8.3)



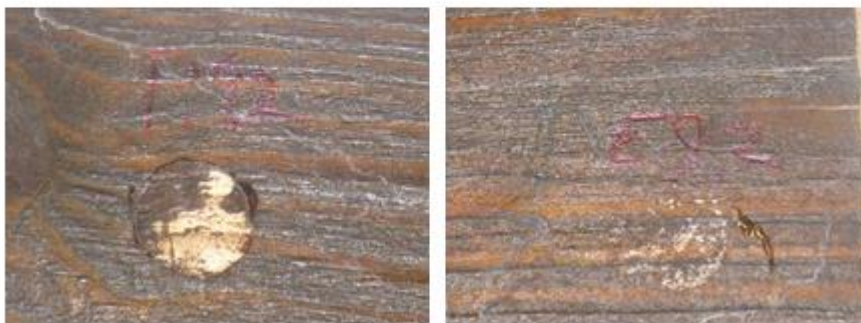
Adheesio testin vertailu kuvat  
Sarja 8 (8.4)



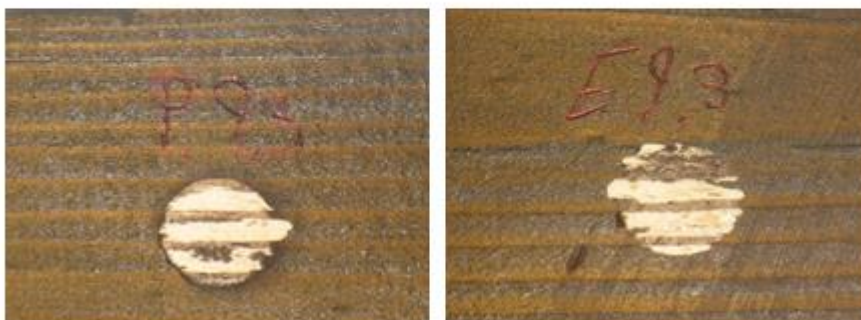
Adheesio testin vertailu kuvat  
Sarja 9 (9. 1)



Adheesio testin vertailu kuvat  
Sarja 9 (9. 2)



Adheesio testin vertailu kuvat  
Sarja 9 (9. 3)



Adheesio testin vertailu kuvat  
Sarja 10. (9.4)



Adheesio testin vertailu kuvat  
Sarja 10 (9.5)



Adheesio testin vertailu kuvat  
Sarja 10 (9.6)

