

**Jarkko Louhio**

**Vesiohenteisten puulattialakkojen vertailu**

Insinööri työ

Työn ohjaaja: yliopettaja Kai Laitinen

Työn valvoja: yliopettaja Kai Laitinen

|  |  |
|--|--|
| Tekijä   | Jarkko Louhio                              |
| Otsikko  | Vesiohenteisten puulattialakkojen vertailu |
| Sivumäärä  | 41 sivua                                   |
| Aika   | 6.6.2010                                   |
| Koulutusohjelma  | materiaali- ja pintakäsittelytekniikka     |
| Tutkinto   | insinööri (AMK)                            |
| Ohjaaja  | yliopettaja Kai Laitinen                   |
| Ohjaava opettaja   | yliopettaja Kai Laitinen                   |
| <p>Insinööriyön aiheena oli vesiohenteisten puulattialakkojen vertailu. Työllä pyrittiin selvittämään ja mittaamaan lakkojen ominaisuuksia ja tämän avulla löytämään niiden mahdollinen paremmuusjärjestys.</p> <p>Vertailussa oli mukana 12 vesiohenteista pintalakkaa, yksi vesiohenteinen pohjalakka sekä yksi lakkabensiinihenteinen pintalakka. Lakoille suoritettiin Taber-kulutustesti, kemikaalien kestävyystesti, UV-valon vaikutustesti, lakan värisävymittaus, kovuusmittaukset ja kitkajälkitestaus. Näillä testeillä pyrittiin jäljittelemään rasituksia, joille lakkapinnat käytössä joutuvat.</p> <p>Testeissä syntyi eroja tuotteiden välillä, joten niiden keskinäinen vertailu oli mahdollista. Kaksikomponenttiset lakat suoriutuivat testeissä pääsääntöisesti Yksikomponenttisiä paremmin. Myös lakan sideaineella havaittiin olevan vaikutusta lakan ominaisuuksiin ja kestävyYTEEN. Polyuretaaneilla oli pääsääntöisesti akrylaattipolyuretaaneja paremmat ominaisuudet.</p> <p>Tuloksien avulla voidaan helpottaa lakan valintaa käyttöä, mahdollista koekäyttöä tai jatkotutkimuksia ajatellen.</p> |  |
| Hakusanat  | lattia, lakat, vesiohenteinen, Taber       |

## Helsinki Metropolia University of Applied Sciences    Abstract

|   |  |
|---|--|
| Author  | Jarkko Louhio                                |
| Title   | Tests for waterborne floor finishes          |
| Number of Pages   | 41 pages                                     |
| Date  | 6 June, 2010                                 |
| Degree Programme  | Materials Technology and Surface Engineering |
| Degree  | Bachelor of Engineering                      |
| Instructor  | Kai Laitinen, Principal Lecturer             |
| Supervisor  | Kai Laitinen, Principal Lecturer             |
| <p>The subject of this Bachelor's thesis was the comparison of waterborne finishes for wooden floors. The aim was to examine and measure the features of each finish and to find out what product performs the best.</p> <p>This comparison contained a total of twelve waterborne surface finishes, one waterborne primer and one Mineral Spirit-borne finish. Taber abrasion tests, chemical resistance tests, UV light tests, colour measurements, hardness tests and friction mark tests were carried out on the finished surfaces. These tests were chosen to imitate normal wear stresses.</p> <p>The test results indicated that there are differences between the finishes. Therefore, it was possible to compare them with each other. Two-component finishes performed better than one-component finishes in most of the tests. It was also found out that there is a difference in properties and durability between different types of dispersions. Most polyurethane finishes performed better than acrylic polyurethane finishes.</p> <p>These results can be used to make it easier to select finishes for further use or testing.</p> |  |
| Keywords  | floor, finishes, waterborne, Taber           |

## Sisällys

Tiivistelmä

Abstract

|     |                              |    |
|-----|------------------------------|----|
| 1   | Johdanto                     | 6  |
| 2   | Lakat puulattioilla          | 6  |
| 3   | Vesiohenteiset lattialakat   | 7  |
| 3.1 | Polyuretaanidispersiot       | 7  |
| 3.2 | Prepolymeerin valmistus      | 8  |
| 3.3 | Polyuretaanilakat            | 9  |
| 3.4 | Polyuretaaniakrylaattilakat  | 12 |
| 4   | Liuotinhenteiset lattialakat | 14 |
| 5   | Testimenetelmät              | 15 |
| 5.1 | Taber-kulutustesti           | 15 |
| 5.2 | Kemikaalien kestävyys        | 16 |
| 5.3 | UV-valon vaikutus            | 17 |
| 5.4 | Lakkojen värierot            | 18 |
| 5.5 | Lyijykynäkovuusmittaus       | 18 |
| 5.6 | Heilurikovuusmittaus         | 19 |
| 5.7 | Kitkajälki                   | 19 |
| 6   | Testattavat tuotteet         | 20 |
| 7   | Testitulokset                | 21 |
| 7.1 | Taber-kulutustesti           | 21 |
| 7.2 | Kemikaalien kestävyys        | 23 |
| 7.3 | UV-valon vaikutus            | 24 |
| 7.4 | Lakkojen värierot            | 25 |
| 7.5 | Lyijykynäkovuusmittaus       | 26 |
| 7.6 | Heilurikovuusmittaus         | 27 |
| 7.7 | Kitkajälki                   | 28 |
| 8   | Tulosten tarkastelu          | 28 |
| 8.1 | Taber-kulutustesti           | 28 |
| 8.2 | Kemikaalien kestävyys        | 29 |

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| 8.3 UV-valon vaikutus                 | 29 |
| 8.4 Lakkojen värierot                 | 29 |
| 8.5 Lyijykynäkovuusmittaus            | 29 |
| 8.6 Heilurikovuusmittaus              | 30 |
| 8.7 Kitkajälki                        | 30 |
| 9 Johtopäätökset                      | 31 |
| Lähteet                               | 34 |
| Liitteet                              |    |
| Liite 1: Lakkausolosuhteet            | 33 |
| Liite 2: Värisävymittausten tulokset  | 34 |
| Liite 3: Taber-kulutustestin tulokset | 37 |
| Liite 4: Kovuusmittaustulokset        | 39 |
| Liite 5: Pinnankarheusmittaustulokset | 40 |
| Liite 6: Kuivakalvonpaksuudet         | 41 |

## 1 Johdanto

Työn tavoitteena oli vertailla markkinoilla olevien vesiohenteisten puulattialakkojen ominaisuuksia sekä selvittää niiden mahdollinen ”paremmuusjärjestys”. Pääpaino työssä oli kulutus- ja pintaominaisuustesteissä, joten työhön valittiin pääasiassa pintalakkoja. Käyttö- ja levitysominaisuuksien testaamiseen ei ryhdytty, sillä se on laboratoriomittakaavassa ongelmallista erilaisten levitysvälineiden ja lakattavien pintaalojen vuoksi. Vertailuksi työhön valittiin myös yksi vesiohenteinen pohjalakka sekä yksi lakkabensiiniohenteinen pintalakka.

Työ suoritettiin Metropolia Ammattikorkeakoulun materiaali- ja pintakäsittelytekniikan laboratoriotiloissa Myyrmäessä. Koska jotkin mittaustavat ja -laitteet eroavat standardien mukaisista, tämän työn tulokset eivät ole täysin verrattavissa lakan valmistajien ilmoittamiin tuloksiin. Lakkojen keskinäinen vertailu sen sijaan on mahdollista.

## 2 Lakat puulattioilla

Lakkaus on yksi puun pintakäsittelytapa. Lakan tarkoituksena on suojata alla olevaa puumateriaalia peittämättä sen ulkonäköä. Lakatun lattian etuina ovat helppohoitoisuus ja kestävyys verrattuna esimerkiksi öljytyyn tai öljyvahattuun pintaan. Lakkapinnalle riittää imurointi tms. ja kevyt pesu kostealla liinalla pelkän veden tai miedon pesuaineen avulla. Öljyvahatut pinnat vaativat yleensä oikeanlaisia pesu- ja hoitoaineita ja mahdollisesti koneellista uudelleen käsittelyä tietyin määrävälein.

Hyvältä puulattialakalta edellytetään sopivaa kovuuden ja elastisuuden suhdetta, jolloin selvästi näkyvien jälkien syntyminen vähenisi eikä lakan lohkeamista ilmenisi. Hyvä kulumiskestävyys voi pidentää lattian huoltoväliä ja jopa vähentää tarvittavaa lakan määrää. Liian elastiseen tai kumimaiseen lakkakalvoon voi syntyä herkästi lian pinttymistä, jolloin lakkakalvo mustuu ajan saatossa, vaikka se ei kuluisikaan puhki. Kitkajälkien kestävyyttä tarvitaan etenkin julkisissa tiloissa tai muutoin, mikäli lakatuilla lattioilla kuljetaan kengät jalassa, sillä kitkan vaikutuksesta tapahtuva

lämmön nousu ja mustapohjaiset jalkineet voivat aiheuttaa näkyviä ja pysyviä jälkiä lakan pintaan. Hyvää kemikaalikestävyyttä tarvitaan lian irrottamisessa ja mahdollisissa vahinkotapauksissa, jotta itse lakka ei vaurioituisi, kun se joutuu tekemisiin yleisimpien kemikaalien kanssa. Näillä ominaisuuksilla lakatusta lattiasta saadaan kestävä ja tyylikäs pitkäksi ajaksi, mikäli lattian valmistelu- ja viimeistelytyöt on tehty oikein. [1;2]

Lakkoja on saatavilla useissa eri kiiltoasteissa. Yleisimmät asteet ovat kiiltävä, puolikiiltävä tai silkinhimmeä ja himmeä. Kiiltoasteella ei ole todettu olevan merkitystä lakan ominaisuuksiin, kuten likaantumiseen. Sen sijaan kiiltoaste vaikuttaa pinnan ulkonäköön, kuten pinnan virheiden, epätasaisuuksien ja kuluman havaitsemiseen.

### **3 Vesiohenteiset lattialakat**

Vesiohenteiset lattialakat ovat olleet markkinoilla 1970-luvulta lähtien. Niiden käyttö on sen jälkeen yleistynyt, ja ne ovat nykyään käytetyimpiä lakkoja lattioiden lakkauksissa Suomessa. Suurin syy vesiohenteisten lakkojen kehittämiseen on ympäristönormituksen kiristyminen sekä käyttöturvallisuuden kehittyminen.

Vesiohenteisten lakkojen etuina liuotinpohjaisiin verrattuina on nopea kuivuminen, alhainen VOC-määrä (haihtuvat orgaaniset yhdisteet), nykyisin noin 40-100 g/l, vähäisempi hajuhaitta sekä käytön helppous. Huonoin ominaisuus vesiohenteisillä lakoilla on veden tuoma puun pehmeän osan turvotus ja tikkuuntuminen. [6;7;8;9]

Käytetyimmät vesiohenteiset lakat ovat polyuretaani- ja akrylaatti-polyuretaanidispersioita, joita on saatavilla sekä yksi- että kaksikomponenttisina. [2]

#### **3.1 Polyuretaanidispersiot**

Polyuretaanidispersioita voidaan valmistaa asetoni-, sula-, ketamiini- tai prepolymeeriprosessin avulla. Prepolymeerin sekoitusprosessi on kannattavin siihen tarvittavien liuotainaineiden vähyyden ansiosta. Pääsääntöisesti käytetään kolmea raaka-

ainetta, jotka vaikuttavat polyuretaanidisersion ominaisuuksiin: di-isosyanaatti- ja polyolimonomeeri sekä emulgaattori. [1]

Yleisimmät käytetyt polyuretaanidisersioidot perustuvat alifaattisiin di-isosyanaatteihin, sillä ne reagoivat vähemmän veden kanssa ja omaavat paremman ultravioletti-valokestävyyden. Tosin niiden hinta on aromaattisia di-isosyanaatteja kalliimpi. [1;4]

Polyoleja on valittavana useita, mutta yleensä valinta tapahtuu polyeetteri-, polyesteri- ja polykarbonaattipolyolin välillä. Polyeetteripolyoli tuo hyvän alhaisen lämpötilan elastisuuden, vedenkestävyyden sekä tartunnan. UV- ja lämmönkestävyys ovat huonommat kuin polyesteripolyoliin perustuvalla polyuretaanilla. Polyesteripolyoli on yleisimmin käytössä oleva laji sen hyvän liuotinkeston, tartuntakyvyn, UV-kestävyyden, kohtuullisen vedenkestävyyden ja alhaisten kustannusten vuoksi.

Polykarbonaattipolyolipohjaisia polyuretaaneja käytetään kohteissa, joissa tarvitaan erinomaisia ominaisuuksia. Ne ovat hinnaltaan kalliita, mutta ominaisuudet muunlaisiin polyoleihin pohjautuvia polyuretaanidisersioidia ovat paremmat. [1;4]

Polyuretaanin saamiseksi vesidisersioksi pitää siihen liittää hydrofiilisiä ketjuja kuten anionisia, ionittomia tai kationisia ryhmiä. Anioniryhmät ovat näistä käytetyimpiä emulgaattoreita. [1]

### **3.2 Prepolymeerin valmistus**

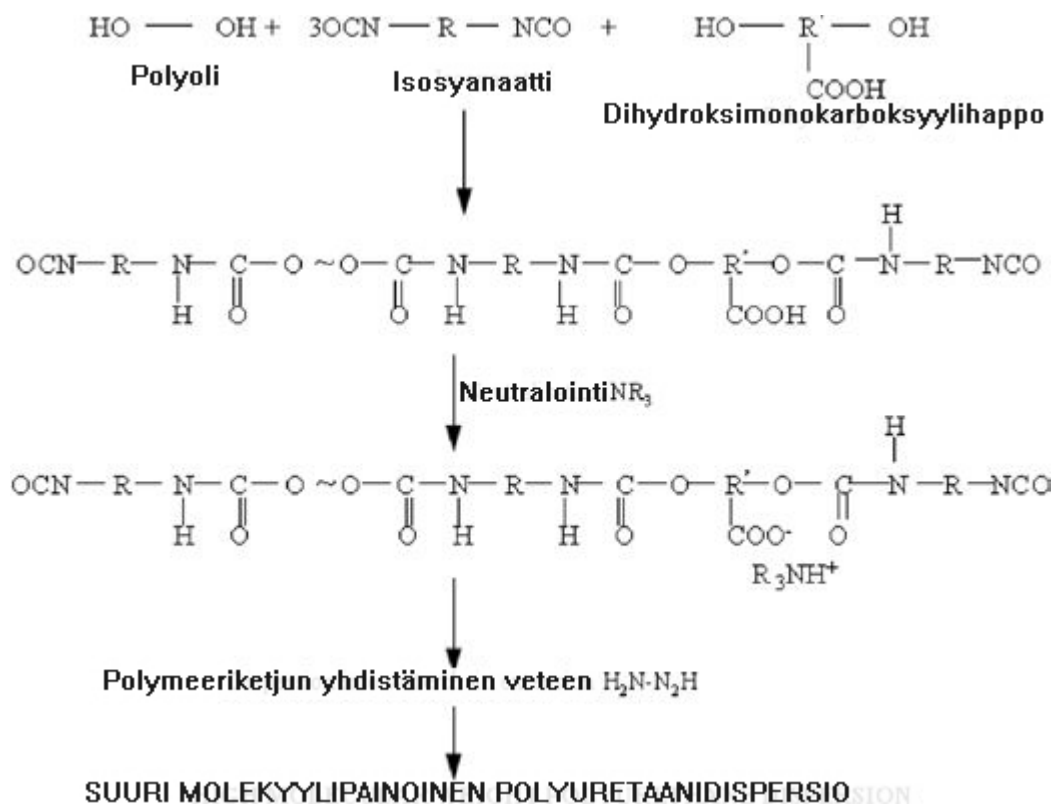
Prepolymeerin valmistusprosessi sisältää kaksi päävaihetta, raaka-aineiden sekoittamisen keskenään sekä syntyneen polymeerin muuttamisen vesidisersioksi. Prosessin kulku on esitetty kuvassa 1. Polymerisaatio suoritetaan vesiliukoisen apuliuottimen avulla kuten N-metyylipyrrolidonin (NMP), 2-butanonin (MEK) tai asetonin avulla. Nykyään NMP:tä pyritään välttämään, sillä se on Euroopan komission toimesta määritetty tietyillä pitoisuuksilla myrkylliseksi.[1]

DMPA:n avulla säädellään dispergoitumista sekä polyuretaanidisersion partikkelikokoa. Dispersioiden partikkelikoko vaihtelee 30 nanometristä 150 nm:iin,



jolloin dispersion ulkonäkö muuttuu läpinäkyvästä partikkelikoon kasvaessa maitomaiseksi.[1;4]

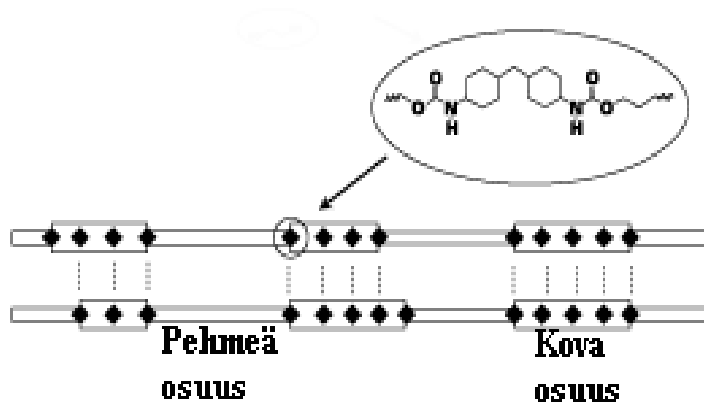
Lopullinen polymeeriketjun muutos saadaan aikaan aminoryhmän avulla, joka reagoi NCO-ryhmän kanssa. Tämä aikaansaa suuri molekyyllipainoisen polyuretaanidispersioon, jonka sisäänrakennettu emulgaattori (ioniryhmä) pitää polymeerin partikkelimuodossa. [1;4]



Kuva 1. Esimerkki prepolymeerin valmistusprosessista [1]

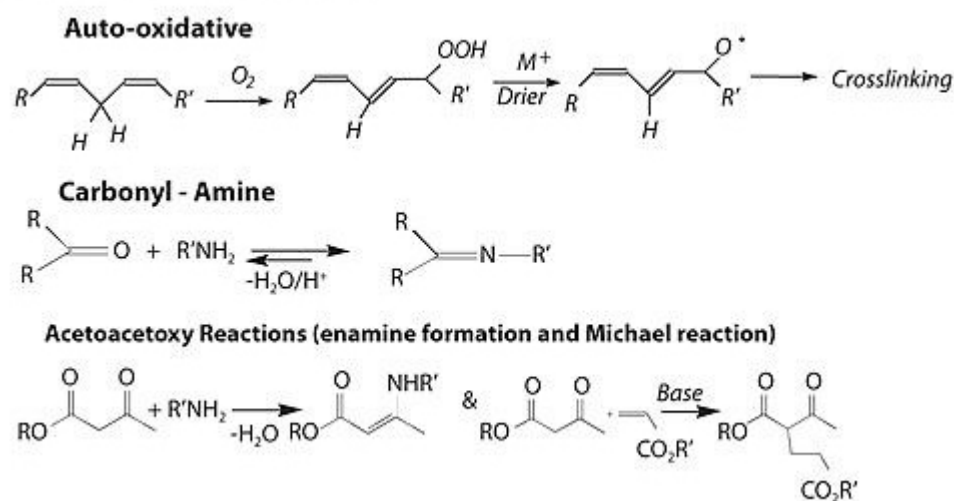
### 3.3 Polyuretaanilakat

Polyuretaanilakat ovat sideaineeltaan 100 % polyuretaania. Polyuretaanilakkoja on yksi- ja kaksikomponenttisina. Kuten kuvassa 2 on osoitettu, polyuretaanilakan ominaisuudet perustuvat sen sisältämien polymeeriketjujen koviin (esim. uretaaniosuus) ja pehmeisiin (esim. polyesteriosuus) osuuksiin. Tähän perustuu myös polyuretaanilakkojen hyvät ominaisuudet, kuten tietynlainen kovuus, sitkeys, kemikaalikesto ja kulumiskestävyys. [1;2]



Kuva 2. Havainnekuva polyuretaanin rakenteesta [3]

Yksikomponenttinen polyuretaani saadaan ristosilloittumaan hapen kanssa, jos dispersioon lisätään kovettuvia öljyjä tai rasva-happoja. Koska polyuretaanin hyvät ominaisuudet halutaan säilyttää, on lisättävän rasvahapon kytkeydyttävä polyuretaaniketjun ns. pehmeään osaan. Jo alle 10 %:n öljyn lisäyksellä saadaan toivottu lopputulos. Tällä ns. rasvahappomodifioinnilla saadaan kengän kitkajälkien kestävyttä parannettua, mutta hankaus- ja kellastumiskestävyys sekä elastisuus heikkenevät hieman. Näitä ominaisuuksia voidaan kompensoida valitsemalla sopivia raaka-aineita polymeeridisersion. Tämä ja muita itse ristosilloittumisvaihtoehtoja on esitetty kuvassa 3. [1;2;3]



Kuva 3. Vaihtoehtoja itse ristosilloittumiselle [2]

Joihinkin yksikomponenttisiin lakkoihin on saatavilla myös kemiallista ristosilloittajaa, jolloin sen ominaisuuksia ja tartuntaa alustaan huoltolakkauksien yhteydessä saadaan parannettua.[7]

Alin kalvonmuodostumislämpötila polyuretaanidispersioilla on noin 10 °C. Koska polyuretaanidispersio on täysin reagoitunut, se tarvitsee hyvin vähän, jopa alle 5 %, tai ei tarvitse ollenkaan apuliuotteita riippuen dispersion raaka-aineista. Dispersiossa olevan veden haihduttua muodostuu veteen uudelleen liukenematon polyuretaanikalvo toisin kuin akrylaateilla. [1;3]

Tyypillisimmät kaksikomponenttiset lakat ovat polyuretaanilakkoja. Niiden kovettimina, ts. ristosilloittajina, toimivat isosyanaatti-, atsiridiini- tai karbodiimidipohjainen kovetin, joista ensimmäiset kaksi ovat yleisimmät. Lakkaan sekoitettavan kovettimen määrä vaihtelee muutamasta prosentista reiluun kymmeneen prosenttiin. Kaksikomponenttisilta lakoilta edellytetään parempia ominaisuuksia kuin yksikomponenttisilta, komponenttien helppoa sekoitettavuutta sekä sopivaa käyttöaika.[1;2;3]

Polyatsiridiini toimii ristosilloittajana karboksyylihappofunktionaalisilla polyuretaanidispersioilla. Tämän tyyppisillä kaksikomponenttisilla lakoilla on pitkä käyttöaika jopa 8 tuntia, minkä jälkeen lakkaan voidaan sekoittaa uusi annos kovettajaa

jos käyttöaika on ylittynyt. Atsiridiinipohjaisen kovettimen huonona puolena on sen myrkyllisyys. Se aiheuttaa ihoärsytystä ja allergisia reaktioita, ja sen on epäilty aiheuttavan syöpää ja perimävaurioita ihmisillä. [1;2]

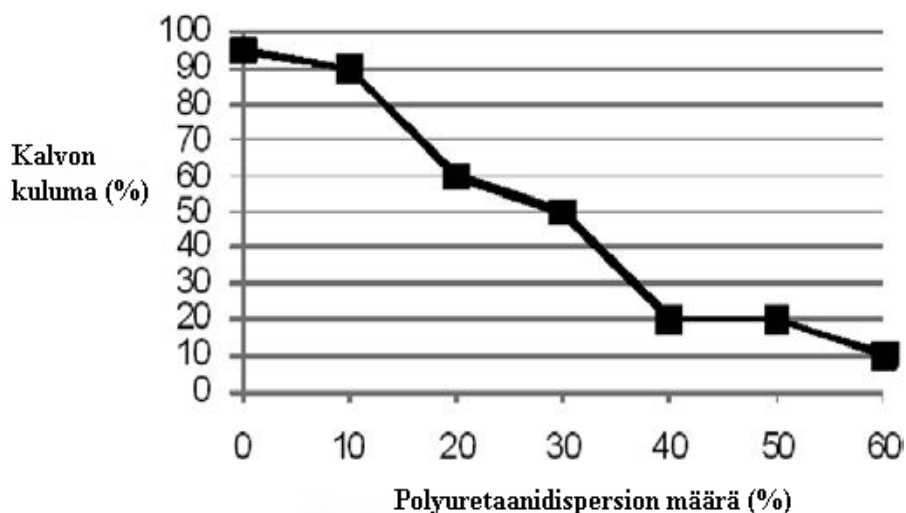
Polyisosyanaatti reagoi aktiivisten hydrosiryhmien, kuten hydroksyyliiryhmien ja aminioiden kanssa polymeeriketjun "keskiosassa" tai sen päässä. "Itsetiivistymisreaktio" on pääreaktio polyuretaanidispersioiden ja polyisosyanaatin välillä huoneenlämpötilassa. Reaktion aikana vapautuu pieni määrä hiilidioksidia. [1;2]

Polyisosyanaatti kovettimen käytöllä päästään samoihin tai lähes samoihin ominaisuuksiin kuin atsiridiinipohjaisella kovettimella, tosin käyttöaika on vain noin 4 tuntia, minkä jälkeen seos on käyttökelvoton. Tämä voi lisätä hukkaan menevää lakan määrää. Polyisosyanaatti voi aiheuttaa allergisia reaktioita, ihoärsytystä sekä astmaa. [2]

### **3.4 Polyuretaaniakrylaattilakat**

Akrylaattidispersiota ja polyuretaanidispersiota voidaan sekoittaa keskenään, mikäli ne ovat keskenään yhteensopivia. Seossuhde niiden välillä voi olla jopa 50 % polyuretaanidispersiota akrylaattidispersiossa, kuitenkin yleisesti puun pintakäsittelyssä seossuhde on noin 20 % polyuretaania ja loput akrylaattia. Polyuretaanidispersioiden määrä lisää lopullisen tuotteen hintaa, joten sen määrä on pyritty pitämään mahdollisimman pienenä niin, että päästään haluttuihin ominaisuuksiin. [1]

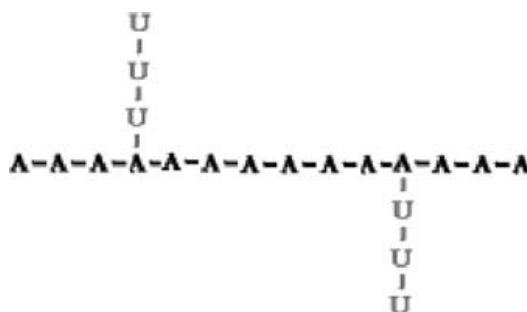
Kuten kuvasta 4 voidaan havaita, seossuhteet vaikuttavat lopullisen dispersioiden kulumiskestävyyteen. Suurempi polyuretaanipitoisuus parantaa kulumiskestävyyttä. Akrylaatit ovat polyuretaaneja hauraampia ja vetolujuudeltaan heikompia, joten polyuretaani tuo valmiiseen lakkakalvoon joustavuutta ilman, että sen kovuus liiemmin heikkenee. Myös kulumis-, iskun- ja naarmuuntumiskestävyys paranee jo 20 %:n polyuretaanidispersiolisäyksellä. [1]



Kuva 4. Polyuretaanidispersiön määrän vaikutus polyuretaaniakrylaatin kulumiskeston [1]

Polyuretaanidispersiön lisääminen akrylaattidispersiön joukkoon madaltaa alinta kalvon muodostumislämpötilaa, jolloin myös tarvittavien apuliuotteiden tarve vähenee. Tämän myötä myös VOC-päästöt vähenevät. [1]

Näitä hybrididispersioita voidaan valmistaa eri tavoin. Yleinen vaihtoehto on valmistaa ns. kopolymeeri, jossa “kovan” akrylaatin ympärillä on “pehmeä” polyuretaanikerros (kuva 5). Tämäntyyppisillä lakoilla on alhainen alin kalvonmuodostumislämpötila ja hyvä kestävyysominaisuuksien tasapaino.[1]



Kuva 5. Havainnekuva kopolymeerin rakenteesta [1]

Toinen valmistusvaihtoehto on saattaa polymeerit polymeroitumaan ja ristosilloittumaan toistensa kanssa. Polymeerien välillä on ainoastaan kemiallisia sidoksia, kuten kuvassa

6 on osoitettu. Tämän menetelmän avulla lakan ominaisuuksia saadaan parannettua samalla tavoin kuten kopolymeeritekniikalla. [1]



Kuva 6. Havainnekuva polymeerien liittymisestä [1].

Näiden menetelmien yhdistäminen ja jatkojalostaminen on myös mahdollista, jolloin pystytään melko tarkasti määrittelemään valmiin pinnoitteen haluttuja ominaisuuksia. Akrylaattipolyuretaanidisersioiden partikkelikoko on tyypillisesti polyuretaanidisersioita suurempi, 75-120 nm, jolloin dispersiot ovat ulkonäöltään maitomaisia. [1]

#### 4 Liuotinhenteiset lattialakat

Liuotinhenteiset lakat ovat olleet käytössä vuosikymmeniä. Kuitenkin niiden haittaominaisuuksien vuoksi on siirrytty yhä enemmän vesiohenteisten lakkojen käyttöön. Yleisimpiä ja käytetyimpiä liuotinhenteisiä lakkoja ovat polyuretaanialkydilakat ja ns. happolakat. VOC-pitoisuudet niillä ovat 400-500 g:n/l tuntumassa. Etenkin uretaanialkydilakkojen kuivuminen on melko hidasta, jolloin lakkauksen valmistuminen vie useita päiviä. Lakat voivat vaatia välihionnan jokaisen lakkauksen välissä hyvän tartunnan takaamiseksi, jolloin työmäärä ja työaika lisääntyvät. [8;9;10]

## 5 Testimenetelmät

Tämän työn testeillä pyrittiin jäljittelemään rasituksia, joille lakattu lattia normaalisti altistuu. Tavoitteena oli selvittää tuotteiden sekä sideaineiden eroavaisuuksia toisistaan. Testivalinnoilla pyrittiin monipuolisuuteen, jotta lakkojen ominaisuudet selviäisivät paremmin.

Testeiksi valittiin Taber-kulutus-, kemikaalien kestävyys-, värisävynmuutos-, kovuus- ja kitkajälkitestaukset. Testeissä käytettiin Metropolia Ammattikorkeakoulun pintakäsittelylaboratorion koneita ja mittalaitteita.

### 5.1 Taber-kulutustesti

Kokeessa käytettiin Taber Industriesin valmistamaa 5131-mallista kulutustestauslaitteistoa. Kuluttavina pyörinä käytettiin keskikarkeita CS-10-pyöriä, joita laitteessa oli yhteensä kaksi. Laitteeseen asetettiin myös lisäpainot, joilla kummankin pyörän alustaan kodistavaa massaa saatiin kasvatettua 1000 grammaan per puoli. Laitteen kuluttama alue oli pinta-alaltaan 30 cm<sup>2</sup>. Näytettä kuluttavat pyörät pyörivät pystyasennossa näytettä vasten vastakkaisiin suuntiin (kuva 4), jolloin näytteen pintaan syntyi ns. ristikkojälki. Tämän ansiosta kuluttavat voimat saatiin kohdistettua pinnan kaikkiin suuntiin.



*Kuva 4. Taber-kulutustestin toimintaperiaate [12]*

Taber-kulutustestissä alusmateriaalina käytettiin 3 mm:n kovalevyä. Jokaiselle lakalle sahattiin oma noin 20 x 30 cm:n kokoinen levy pala. Levyjen pinta hiottiin 120 meshin

hiomapaperilla epäkeskohiomakoneella hyvän tartunnan aikaansaamiseksi. Lakat levitettiin lakkaukseen tarkoitettulla siveltimellä levyille mahdollisimman tasaisesti neljään kertaan. Ensimmäisen lakkauksen jälkeen suoritettiin kevyt välihionta käsin 150 meshin hiomapaperilla. Hiontapölyt poistettiin mikrokuituliinalla. Lakkausolosuhteet mitattiin ja kirjattiin ylös (liite 1).

Lakattujen levyjen annettiin kuivua kaksi viikkoa ennen kulutustestiä. Kuivumisen jälkeen jokainen levy sahattiin noin 10 x 10 cm:n kokoisiksi paloiksi, jotta ne mahtuivat pyörimään Taber-laitteessa.

Ennen testiä ja jokaisen levynvaihdon välissä kulutuspyörien pinta puhdistettiin Taber-laitteen omilla puhdistuskiekoilla. Testi aloitettiin pyörittämällä jokaista lakattua levyä 25 kierrosta laitteessa, jotta mahdolliset pinnan epätasaisuudet saatiin poistettua. Tämän jälkeen levyistä poistettiin mahdollinen pöly ja roskat siveltimellä, minkä jälkeen levyt punnittiin 0,01 mg:n tarkkuudella käyttäen Precisa 200A -vaakaa.

Punnituksen jälkeen jokaista lakattua levyä pyöritettiin kulutuslaitteessa 400 kierrosta. Kullekin lakalle tehtiin kolme kulutuskoeetta. Kulutusten jälkeen levyt punnittiin uudelleen ja laskettiin lakkapinnasta hävinnyt massa. Mitä enemmän lakkakalvosta kului massaa, sitä heikommaksi sen kulumiskestävyys luokiteltiin.

## **5.2 Kemikaalien kestävyys**

Lakkojen kemikaalitestauksessa käytettiin 10 prosenttista HCl-liuosta, 10 prosenttista NaOH-liuosta, lakkabensiiniä ja vettä. Kokeessa käytettiin Taber-testauksesta ylijääneitä lakattuja kovalevyn paloja. Kutakin testattavaa liuosta tiputettiin noin 3 cm<sup>2</sup>:n kokoiselle alueelle tutkittaville lakkapinnoille. Liuosten annettiin vaikuttaa noin 15 minuuttia, minkä jälkeen ne pyyhittiin pois. Tämän jälkeen tarkasteltiin silmämääräisesti, oliko lakkakalvossa tapahtunut muutoksia, kuten pehmenemistä, mattaantumista tai värimuutosta. Pehmenemistä tutkittiin raapimalla lakkaa tukevan rautalangan avulla.



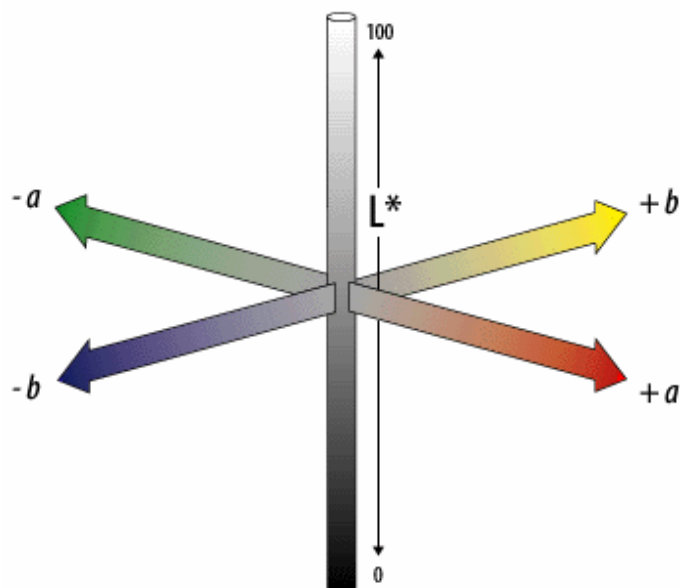
### 5.3 UV-valon vaikutus

UV-valon vaikutusta alustamateriaalin värin muuttumiseen tutkittiin 9 mm:n koivuvanerin avulla. Koivuvaneri valittiin sen luonnollisen tasavärisyyden vuoksi. Vanerista sahattiin jokaiselle lakalle 15 x 15 cm:n kokoinen pala. Vanerin pinta hiottiin epäkeskohiomakoneella 120 meshin hiomapaperilla, minkä jälkeen lakat siveltiin vanerille kolmeen kertaan valmistajien ohjeiden mukaisesti. Ensimmäisen lakkauksen jälkeen tehtiin välihionta käsin 150 meshin hiomapaperilla. Hiontapölyt poistettiin mikrokuituliinalla. Lakkojen annettiin kuivua vuorokausi huonetilassa ja noin kaksi viikkoa valolta suojattuina ennen koetta. Lakkausolosuhteet mitattiin ja kirjattiin ylös (liite1).

Koe suoritettiin UV-kaapissa. Käytössä olivat UVA 340 -lamput  $0,85 \text{ W:n/m}^2$  säteilyvoimakkuudella. Koeajaksi valittiin 168 tuntia eli yksi viikko. Kaapin sisälämpötila oli pienin mahdollinen eli  $45 \text{ }^\circ\text{C}$ . Kaappiin laitettiin myös pinnoittamaton vanerilevy vertailuksi.

Kullekin UV-kaapissa olleelle kappaleelle oli samanlainen valolle alistumaton vertailukappale. UV-valon vaikutusta mitattiin Konica Minolta Spectrophotometer CM-2500d -värisävymittarilla vertailukappaleista sekä UV-kaapissa olleista kappaleista. Mittari mittasi L.a.b.-väriavaruuden arvot (kuva 5), joista L tarkoittaa pinnan valkoisuutta. L:n saadessa arvon 100 on väri valkoinen ja arvolla 0 väri on musta. Akselilla a tarkoitetaan vihreä-punainen-akselia. Kun arvo on tällä akselilla positiivinen värisävy on punertava ja arvon ollessa negatiivinen on sävy vihertävä. Kolmas akseli on b-akseli. Tämän akselin positiivisilla arvoilla värisävy on kellertävä ja negatiivisilla arvoilla sinertävä. Kappaleille tehtiin kolme mittausta, joiden keskiarvoista laskettiin

värierot,  $\Delta E$ , kaavalla  $\Delta E = (\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)^{\frac{1}{2}}$  . [5;13]



Kuva 5. *L.a.b.*-koordinaatisto [11]

#### 5.4 Lakkojen värierot

Pinnoitteen värisävyn tutkimaan käytettiin alustana valkoista applikointipaperia. Lakat applikoitiin paperille 200  $\mu\text{m}$ :n applikaattorilla, minkä jälkeen lakkojen annettiin kuivua valoisassa tilassa kaksi viikkoa. Värisävyt mitattiin Konica Minolta Spectrophotometer CM-2500d -värisävymittarilla lakkaamattomalta paperilta sekä lakatun kohdan päältä. Mittari ilmoitti suoraan värieron  $\Delta E$  lakkaamattoman ja lakatun pinnan välillä, kun applikointipaperin *L.a.b.*-väriavaruuden arvot oli mitattu. Mittaus suoritettiin kolmeen kertaan ja niiden tuloksista laskettiin keskiarvot.

Voimakkaan ominaissävyn tai sävy muutoksen omaavilla lakoilla voi lakattaessa tai lakkauksen jälkeen lattian värisävy muuttua. Tämä voi olla joissakin tapauksissa epäsuotavaa.

#### 5.5 Lyijykynäkovuusmittaus

Erikovuuksisilla kynillä ”piirrettiin” jälkeä lakkapintoihin ja pyrittiin löytämään sellainen kynän kovuus, joka jättää jäljen tai painauman lakkapintaan. Käytössä olleiden kynien kovuusjärjestys pehmeimmästä kovimpaan oli seuraava: 5B, 4B, 3B, 2B, B, HB,

F, H, 2H, 3H, 4H ja 5H. Kynän kovuuden määritti sen ”lyijyn” sisältämän saven ja grafiitin suhde. Mitä kovempi kynä oli, sitä enemmän se sisälsi savea. Mittaus aloitettiin kovimmalla kynällä edeten pehmeämpään, kunnes lakkapintaan ei jäänyt enää jälkeä. Koska kaikkiin lakkoihin ei saatu lyijykynäkovuudella 5H naarmua aikaiseksi, yritettiin havaita myös painauman aiheuttamaa kynän kovuutta. Tällä tavoin pyrittiin selvittämään lakkapinnan mahdollista naarmuuntumisalttiutta. [13]

## 5.6 Heilurikovuusmittaus

Heilurikovuusmittauksessa käytettiin BYK Garnerin heilurikovuusmittalaitetta. Mittaus suoritettiin Königin menetelmällä. Mittaukseen käytettiin samoja levyjä kuin Taber-testissä eli 10 x 10 cm:n kokoisia kovalevyn paloja.

Heilurin kokonaismassa oli 200 +/- 0,2 g, ja sen alapäässä oli automaattiset mittausturrit heilahduksien mittaamiseen. Heiluri heilui tutkittavan pinnan päällä kahden kuulan varassa. Heiluri vapautettiin kuuden asteen kulmassa. Mitattiin aika, joka kului siihen, että heiluri ei enää tavoittanut kolmen asteen kulmaa. Laitteen toiminta tarkistettiin sileän lasilevyn avulla, jolloin heilahdusajaksi saatiin 245 sekuntia. Mitä vähemmän aikaa heiluri heilui tutkittavalla lakkapinnalla, sitä pehmeämpi se oli. Mittaus suoritettiin kolme kertaa kullakin lakalla ja tuloksista laskettiin keskiarvo.

Pehmeämmillä lakoilla voidaan olettaa olevan parempi muodonmuutoskyky kuin kovilla lakoilla. Tosin pehmeään lakkaan jää helpommin painaumuksia sekä naarmuja.

## 5.7 Kitkajälki

Kitkajäljen tekemiseen käytettiin pyyhekumia sekä Gufexin valmistamaa virallista jääkiekkoa. Pyyhekumilla (vaalea kitkajälki) pyyhittiin lyijykynän lyijykynäkovuusmittauksessa tulleita jälkiä pois lakkapinnasta ja sormella hangaten levitettiin lyijykynän grafiittia pyyhekumin kitkajäljen kohdalle. Tällä pyrittiin selvittämään, eroaako kitkajäljen likaantuminen ehjästä lakkapinnasta. Jääkiekkoa käytettiin jäljittelemään mustapohjaisen jalkineen aiheuttamaa kitkajälkeä ja mustan kumin mahdollista tarttumista lakkapintaan. Kiekkoa hangattiin käsin lakkapintaa

vasten pinnan suuntaisella liikkeellä noin 5 cm:n matkalla ja poistettiin sormella ja mikrokuituliinalla hankaamalla. Kitkajäljen voimakkuutta arvioitiin silmämääräisesti.

## 6 Testattavat tuotteet

Testattaviksi tuotteiksi valittiin Suomessa käytössä olevia tuotteita lakkojen. Lakkoja testissä oli yhteensä 14. Näistä Compo, Traffic, Kalle ja Kaksi olivat kaksikomponenttisiä polyuretaanilakkoja. Unic, Mega ja Intense olivat yksikomponenttisiä polyuretaanilakkoja, joista Intense oli pohjalakka. Unica Super oli lakkabensiinihenteinen uretaanialkydilakka. Muut lakat olivat vesiohenteisia akrylaattipolyuretaanilakkoja. Syntecon Yksi ja Kaksi olivat uusia markkinoille tulevia testituotteita eivätkä ole oikeita tuotenimiä. Kaikki vertailussa mukana olleet tuotteet on listattu taulukossa 1.

*Taulukko 1. Vertailussa käytetyt tuotteet*

| Valmistaja | Tuotteen nimi |             |            |         |
|------------|---------------|-------------|------------|---------|
| Arboritec  | Standard      | Unic        | Compo 2K   |         |
| Bona       | Novia         | Mega        | Traffic 2K | Intense |
| Kiilto     | Aku De Luxe   | Kalle 2K    |            |         |
| Synteco    | Basic         | “Yksi”      | “Kaksi” 2K |         |
| Tikkurila  | Parketti-Ässä | Unica Super |            |         |

Kaikilla muilla kaksikomponenttisillä lakoilla, paitsi Arboritecin Compo-lakalla, käytettiin polyisosyanaattipohjaista kovetinta. Compon kovettimena käytettiin atsiridiinipohjaista kovetinta, joka sekoitetaan ensin veteen. Taulukossa 2 on esitetty kunkin valmistajan kaksikomponenttiseen lakkaan käytetty kovetin sekä dispersioon sekoitettava osuus.

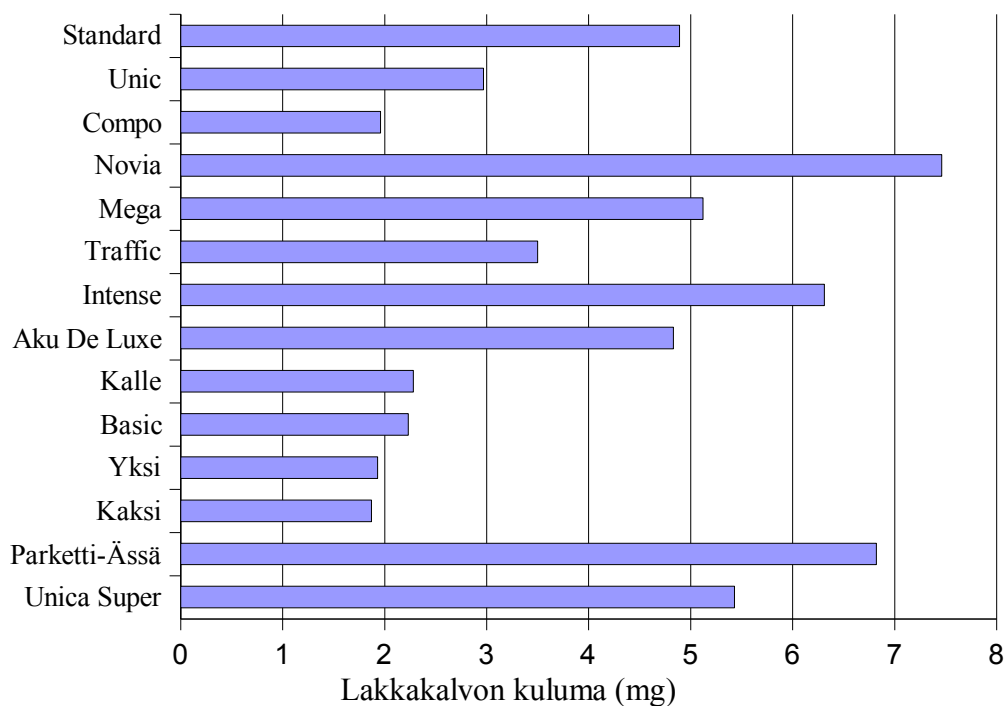
Taulukko 2. 2-komponenttisten lakkojen kovettimet

| Lakka           | Kovetintyyppi                     | Kovettimen osuus (%) |
|-----------------|-----------------------------------|----------------------|
| Arboritec Compo | Polyfunktionaalinen atsiridiini   | 1,11                 |
| Bona Traffic    | Alifaattinen polyisosyanaatti     | 10,00                |
| Kiilto Kalle    | Alifaattinen polyisosyanaatti     | 11,11                |
| Synteco "Kaksi" | Heksametyleeni-1,6-di-isosyanatti | 5,00                 |

## 7 Testitulokset

### 7.1 Taber-kulutustesti

Kuvassa 6 on esitetty kulutustestin kolmen mittauksen tuloksista lasketut keskiarvot. Mittaustulokset ovat liitteessä 3.



Kuva 6. Taber-kulutustestin tulokset

## 7.2 Kemikaalien kestävyys

Kestävyys arvioitiin asteikolla 1-5, jossa 1 tarkoittaa lakkakalvon täydellistä tuhoutumista. Numerolla 5 tarkoitetaan vahingoittumatonta lakkapintaa. Taulukossa 4 on esitetty saadut tulokset. Lakkojen muutokset NaOH:lla olivat tummentumia lukuunottamatta Unica Superia, joka tuhoutui täysin. Lakkabensiini aiheutti pehmenemistä. Vesi ja suolahappo eivät aiheuttaneet näkyviä muutoksia yhdellekään lakkapinnalle.

*Taulukko 4. Kemikaalikestävyyden tulokset*

| Lakka         | HCl (10 %) | NaOH (10 %) | Vesi | Lakkabensiini |
|---------------|------------|-------------|------|---------------|
| Standard      | 5          | 4           | 5    | 5             |
| Unic          | 5          | 3           | 5    | 5             |
| Compo         | 5          | 5           | 5    | 5             |
| Novia         | 5          | 2           | 5    | 4             |
| Mega          | 5          | 4           | 5    | 5             |
| Traffic       | 5          | 5           | 5    | 5             |
| Intense       | 5          | 5           | 5    | 5             |
| Aku De Luxe   | 5          | 3           | 5    | 5             |
| Kalle         | 5          | 5           | 5    | 5             |
| Basic         | 5          | 3           | 5    | 4             |
| Yksi          | 5          | 5           | 5    | 5             |
| Kaksi         | 5          | 5           | 5    | 5             |
| Parketti-Ässä | 5          | 4,5         | 5    | 5             |
| Unica Super   | 5          | 1           | 5    | 5             |

### 7.3 UV-valon vaikutus

Talukossa 5 on esitetty värimittarilla saadut tulokset kolmen mittauksen keskiarvoina sekä niiden avulla laskettu väriero  $\Delta E$ . Mittaustulokset on esitetty liitteessä 2.

*Taulukko 5. Lakatun koivun värisävy ennen UV-altistusta ja sen jälkeen*

| Lakka             | Vertailukappale |     |      | UV-altistuksen jälkeen |     |      | Väriero<br>$\Delta E$ |
|-------------------|-----------------|-----|------|------------------------|-----|------|-----------------------|
|                   | L               | a   | b    | L                      | a   | b    |                       |
| Standard          | 79,5            | 4,7 | 20,7 | 75,4                   | 7,0 | 31,0 | 11,3                  |
| Unic              | 79,0            | 4,5 | 20,8 | 71,3                   | 8,9 | 38,0 | 19,4                  |
| Compo             | 78,0            | 5,5 | 20,8 | 73,3                   | 7,6 | 32,5 | 12,8                  |
| Novia             | 80,4            | 4,5 | 20,8 | 75,1                   | 7,5 | 32,3 | 13,0                  |
| Mega              | 79,1            | 4,8 | 21,2 | 74,1                   | 7,5 | 32,4 | 12,6                  |
| Traffic           | 80,0            | 4,8 | 19,6 | 75,6                   | 6,9 | 29,3 | 10,9                  |
| Aku De<br>Luxe    | 78,1            | 4,9 | 22,4 | 74,0                   | 6,7 | 29,3 | 8,2                   |
| Kalle             | 79,4            | 4,3 | 19,4 | 73,7                   | 7,4 | 32,5 | 14,6                  |
| Basic             | 79,2            | 4,9 | 20,5 | 74,1                   | 7,3 | 31,1 | 12,0                  |
| Yksi              | 80,7            | 4,5 | 19,5 | 75,6                   | 7,0 | 29,3 | 11,3                  |
| Kaksi             | 79,9            | 4,5 | 20,6 | 75,3                   | 7,2 | 29,9 | 10,7                  |
| Parketti-<br>Ässä | 78,7            | 5,0 | 21,2 | 75,3                   | 6,8 | 30,3 | 9,9                   |
| Unica<br>Super    | 76,4            | 3,8 | 29,8 | 75,5                   | 5,3 | 30,4 | 1,8                   |
| Kontrolli         | 84,2            | 3,7 | 16,0 | 74,4                   | 8,4 | 28,9 | 16,9                  |

#### 7.4 Lakkojen värierot

Talukossa 6 on esitetty mitatut värierot,  $\Delta E$ , valkoisen alustan ja lakkakalvon välillä. Tulokset ovat kolmen mittauksen keskiarvoja. Taulukkoon on merkitty myös, oliko väriero silmin havaittava. Mittaustulokset on esitetty liitteessä 2.

*Taulukko 6. Lakkojen värierot*

| Lakka         | Väriero ( $\Delta E$ ) | Silmin havaittu | Applikointipaperin väri |       |      |
|---------------|------------------------|-----------------|-------------------------|-------|------|
|               |                        |                 | L                       | a     | b    |
| Standard      | 1,28                   |                 | L                       | a     | b    |
| Unic          | 2,22                   | X               | 94,98                   | -0,31 | 0,08 |
| Compo         | 1,35                   |                 |                         |       |      |
| Novia         | 1,32                   |                 |                         |       |      |
| Mega          | 2,63                   | X               |                         |       |      |
| Traffic       | 0,57                   |                 |                         |       |      |
| Aku De Luxe   | 4,89                   | X               |                         |       |      |
| Kalle         | 1,26                   |                 |                         |       |      |
| Basic         | 1,25                   |                 |                         |       |      |
| Yksi          | 0,69                   |                 |                         |       |      |
| Kaksi         | 0,28                   |                 |                         |       |      |
| Parketti-Ässä | 1,13                   |                 |                         |       |      |
| Unica Super   | 11,17                  | X               |                         |       |      |



## 7.5 Lyijykynäkovuusmittaus

Taulukossa 7 on esitetty kullekin lakalle tehdyn lyijykynäkovuusmittauksen tulokset. Taulukon tulos kertoo pienimmän kynän kovuuden, jolla syntyi selvästi näkyvä painauma lakan pintaan. Lakat, joille 5H-kynä aiheutti naarmuja, on merkitty taulukossa X:llä. 5H-kynä aiheutti Unica Superille helpommin naarmuja kuin muille lakoille, joten se on merkitty taulukossa XX:llä.

*Taulukko 7. Lyijykynäkovuudet*

| Lakka         | Lyijykynän kovuus | Naarmuuntumista 5H -kynällä |
|---------------|-------------------|-----------------------------|
| Unic          | F                 |                             |
| Mega          | F                 |                             |
| Aku De Luxe   | F                 | X                           |
| Kalle         | F                 |                             |
| Traffic       | F                 |                             |
| Yksi          | F                 |                             |
| Novia         | F                 | X                           |
| Parketti-Ässä | F                 |                             |
| Compo         | HB                |                             |
| Standard      | HB                | X                           |
| Kaksi         | HB                |                             |
| Intense       | HB                |                             |
| Unica Super   | HB                | XX                          |
| Basic         | B                 | X                           |

## 7.6 Heilurikovuusmittaus

Heilahdusmittaukset suoritettiin kolme kertaa jokaisella lakalla. Näistä tuloksista laskettiin keskiarvot, jotka on esitetty taulukossa 8 kovuusjärjestyksessä.

Mittaustulokset on esitetty liitteessä 4.

Taulukko 8. Heilurikovuusmittauksen tulokset

| Lakka         | König (s) |
|---------------|-----------|
| Kalle         | 86        |
| Compo         | 85        |
| Aku De Luxe   | 84        |
| Intense       | 79        |
| Unic          | 75        |
| Yksi          | 72        |
| Mega          | 70        |
| Kaksi         | 70        |
| Standard      | 63        |
| Novia         | 61        |
| Basic         | 60        |
| Traffic       | 58        |
| Parketti-Ässä | 53        |
| Unica Super   | 31        |

### 7.7 Kitkajälki

Kitkajäljen voimakkuutta arvioitiin asteikolla yhdestä viiteen (1-5), jossa viisi tarkoittaa lähes vahingoittumatonta lakkapintaa ja yksi täysin tuhoutunutta lakkapintaa. Myös grafiitin ja kumin poistettavuutta kitkajäljestä arvioitiin asteikolla 1-5, jossa viisi tarkoittaa likaantumaton pintaa ja yksi mustan kumijäljen kiinnipalamista lakkapintaan tai pyyhekumin kitkajäljen likaantumista. Grafiitin kiinnijääminen (ns. likaantuminen) kitkajälkeen ilmeni kitkajäljen joko voimakkaana tai heikkona mustumisena. Pyyhekumin ja jääkiekon aiheuttamien kitkajälkien arviot on esitetty taulukossa 9.

Musta kumi paloi kiinni koko kitkajäljen matkalle tai osittain vain Parketti-Ässä- ja Standard-akrylaattipolyuretaanilakoilla sekä Unic-polyuretaanilakalla, joten näiden soveltuvuutta käyttöön, missä kuljetaan ulkojalkineilla tulisi harkita. Muille lakoille musta kumiekko aiheutti harmahtavan kitkajäljen. Basic-akrylaattipolyuretaanilakan

pyyhekumilla aiheutettu kitkajälki likaantui herkästi. Lievää likaantumista havaittiin myös samantyyppisen Standardin kohdalla.

*Taulukko 9. Kitkajälki pyyhekumilla*

| Lakka           | Pyyhekumin<br>kitkajälki | Grafiitin<br>tarttuminen<br>kitkajälkeen | Jääkiekon<br>kitkajälki | Jääkiekon<br>poisto<br>lakkapinnasta |
|-----------------|--------------------------|--|-------------------------|--------------------------------------|
| Standard        | 3                        | 3  | 2                       | 2                                    |
| Unic            | 4                        | 5  | 1                       | 1                                    |
| Compo           | 4,5                      | 5  | 5                       | 5                                    |
| Novia           | 4                        | 5  | 2,5                     | 2                                    |
| Mega            | 4                        | 5  | 3                       | 3                                    |
| Traffic         | 4,5                      | 5  | 3                       | 3                                    |
| Intense         | 3                        | 4  | 3                       | 3                                    |
| Aku De Luxe     | 3                        | 4  | 3                       | 3                                    |
| Kalle           | 5                        | 5  | 4,5                     | 5                                    |
| Basic           | 3                        | 1  | 3                       | 3                                    |
| Yksi            | 5                        | 5  | 4,5                     | 5                                    |
| Kaksi           | 4,5                      | 5  | 3                       | 3                                    |
| Parkettili-Ässä | 4                        | 4  | 1                       | 1                                    |
| Unica Super     | 4,5                      | 5  | 2,5                     | 3                                    |

## 8 Tulosten tarkastelu

### 8.1 Taber-kulutustesti

Tuloksista voidaan havaita, että kaksikomponenttisten lakkojen kulutuskestävyys oli pääsääntöisesti yksikomponenttisiä parempi. Akrylaattipolyuretaanilakkojen Basic ja Yksi sekä polyuretaanilakan Unic kulutuskestävyys ylsi testissä jopa kaksikomponenttisten lakkojen tasolle, joilla kuluma oli noin 2-3 mg:n luokkaa. Muiden testattujen lakkojen kulumat pyörivät 5 mg:n molemmin puolin.

## 8.2 Kemikaalien kestävyys

Kokeessa havaittiin, että useimmilla lakoilla oli hyvä kemikaalikesto.

Kaksikomponenttisilla polyuretaanilakoilla, Yksi-akrylaattipolyuretaanilakalla ja Intense-polyuretaanipohjalakalla ei havaittu kemikaalien aiheuttamia muutoksia. 10-prosenttinen NaOH-liuos aiheutti muille vesiohenteisille lakoille eriasteisia tummentumia, kun taas lakkabensiinirohenteinen uretaanialkydilakka Unica Super vaurioitui täysin. Lakkabensiini aiheutti Basic- ja Novia-akrylaattipolyuretaanilakoille lievän pehmentymän. Pehmentymä ilmeni lakan helpompana naarmuuntumisena kun niitä naarmutettiin rautalangalla.

## 8.3 UV-valon vaikutus

Arvoista voidaan havaita, että yksikomponenttisen Unic- ja kaksikomponenttisen Kalle-polyuretaanilakan kohdalla UV-valo vaikutti voimakkaimmin koivuvanerin kellastumiseen. Unicilla värimuutos oli jopa pinnoittamatonta kontrollilevyä suurempi. Vähiten kellastumista tapahtui akrylaattipolyuretaanilakoilla Aku De Luxe ja Parketti-Ässä lakatuilla koivulevyillä. Unica Superilla muutos oli pienin. Sen alustan värisävy muuttui hieman punertavammaksi. Muiden lakkojen väliset erot olivat pieniä. Lakoilla, joilla alusmateriaalin sävy muutos jäi pienimmäksi, voidaan olettaa lattian värisävyn pysyvän hieman lähempänä juuri valmistuneen sävyä.

## 8.4 Lakkojen värierot

Tuloksista voidaan havaita, että jotkin lakat eivät ole täysin värittömiä, ts. läpinäkyviä. Mitä suurempi arvo värierolla valkoiseen paperiin lakalla oli, sitä keltaisempi oli myös sen sävy. Käytännössä silmin havaittuja eroja olivat yksikomponenttisten polyuretaanilakkojen Unicin ja Megan, akrylaattipolyuretaanilakan Aku De Luxen sekä lakkabensiinirohenteisen uretaanialkydilakan Unica Superin väripoikkeavuus valkoiseen alustaan verrattuna. Näillä lakoilla etenkin vaaleaksi petsattua lattiaa lakattaessa voi lattian lopullinen värisävy hieman muuttua. Käytännössä ero on kuitenkin pieni ja alusmateriaalin (esim. puun) luonnollinen värimuutos ajan saatossa vaikuttaa joka tapauksessa lattian ulkonäköön.

## 8.5 Lyijykynäkovuusmittaus

Lyijykynäkovuusmittauksessa havaittiin, että varsinaisen naarmun erottaminen syvästä painaumasta oli hankalaa. Kovemmilla kynillä selvästi näkyviä eroja olisi saattanut syntyä helpommin. Koska kaikkiin lakkoihin ei saatu lyijykynäkovuudella 5H naarmua aikaiseksi, yritettiin havaita myös painauman aiheuttamaa kynän kovuutta. Siten saatiin löydettyä pieni ero lakkojen välillä.

Aku De Luxe-, Basic-, Novia- ja Standard-akrylaattipolyuretaanilakkojen sekä lakkabensiinihenteisen uretaanialkydilakan Unica Superin kohdalla 5H-kynällä ilmeni lievää naarmuuntumista. Helpoimmin tämä oli havaittavissa Unica Superilla. Muiden lakkojen hyvien sitkeysominaisuuksien vuoksi niille aiheutui kovimmilla kynillä ainoastaan painaumia. Basic-lakalle havaittiin aiheutuvan painumaa muita lakkoja pehmeämmällä kynällä. Tosin erot lakkojen välillä olivat melko pieniä, vain kahden kynäkovuuden verran.

## 8.6 Heilurikovuusmittaus

Kaksikomponenttiset polyuretaanilakat Kalle ja Compo sekä akrylaattipolyuretaanilakka Aku De Luxe olivat mittauksen mukaan kovimpia. Näiden lakkojen kovuus oli yli 80 sekuntia. Unica Superin kovuus oli selvästi muita heikompi.

## 8.7 Kitkajälki

Tuloksista voidaan havaita, että kaksikomponenttisillä lakoilla kitkajälkien kestävyys oli pääsääntöisesti yksikomponenttisiä parempaa. Etenkin polyuretaanilakat Compo ja Kalle selviytyivät testauksessa mainiosti. Akrylaattipolyuretaanilakka Yksi ylsi näiden kahden tasolle. Sen ainoa ero Compoon ja Kalleen oli hieman näkyvämpi jääkiekolla aiheutettu kitkajälki. Näillä kolmella lakalla kitkajäljet olivat lähes huomaamattomia eikä lian pinttymistä tai kumin kiinnipalamista niillä ilmennyt.

## 9 Johtopäätökset

Taber-kulutustestin aikana huomattiin, että lakan sitkeys- ja kovuusominaisuuksien suhde vaikuttaa lakkakalvon kulutuskeston. Helpommin hioutuvista lakoista irtosi enemmän ainesta kuin elastisista ja sitkeämmistä lakoista. Tämä ilmeni etenkin pehmeän Basic-akrylaattipolyuretaanilakan kohdalla.

Kaksikomponenttiset lakat olivat pääsääntöisesti kulutus-, kemikaali- ja kitkajälkikestoltaan yksikomponenttisiä parempia. Toisiinsa verrattuna kaksikomponenttisten lakkojen ominaisuudet olivat hyvin lähellä toisiaan, ainoastaan Traffic-lakan mitattu kulutuskesto jäi muita kaksikomponenttisiä heikommaksi.

100-prosenttiset polyuretaanilakat olivat kulutuskestoltaan keskimäärin akrylaattipolyuretaaneja parempia. Tämä huomattiin yksikomponenttisten Unic- ja Mega-polyuretaanilakkojen kohdalla. Näiden keskinäisessä vertailussa havaittiin, että niiden ominaisuudet menevät muutamissa testeissä ristiin. Megan värisävy muuttui kellertävämmiksi ja se omasi paremman kitkajälkikeston, kun taas Unicilla oli parempi kulutuskestävyys.

Yksikomponenttisten lakkojen ja tämän testin “voittajaksi” voidaan selkeästi nostaa Syntecon Yksi-akrylaattipolyuretaanilakka. Sen kulutus-, kemikaali- ja kitkajäljenkesto ylsi jopa kaksikomponenttisten tasolle. Akrylaattipolyuretaanilakka Aku De Luxen värisävy oli keltaisin, mutta sillä alusmateriaalin värimuutos pysyi pienimpänä.

Tuotteiden lopullinen arvionti tehtiin asteikolla 1-5, joista numero 5 tarkoittaa vertailun parhaita ominaisuuksia. Lakkojen saamat arvosanat on esitetty paremmuusjärjestyksessä taulukossa 10. Arvostelussa pidettiin pinnan ulkonäköön vaikuttavia ominaisuuksia, kuten kitkajäljen, kulutuksen- ja kemikaalien kestävyyttä tärkeimpinä. Muilla testatuilla ominaisuuksilla tuotteen arvosanaa nostettiin vähemmän. Vähempiarvoisena seikkana pidettiin UV-valon vaikutusta alusmateriaalin sävy muutokseen, sillä jokaisella meistä on omat mieltymyksensä värien suhteen.

Taulukko 10. Lopulliset arvosanat

| Tuote                      | Sideaine                    | Arvosana | Huomioitavaa  |
|----------------------------|-----------------------------|----------|---|
| Synteco<br>"Yksi"          | Akrylaatti-<br>polyuretaani | 5        | - Yksikomponenttinen  |
| Arboritec<br>Compo         | Polyuretaani                | 5        | - Kovettimessa atsiridiiniä                                 |
| Kiilto Kalle               | Polyuretaani                | 5        | - Alusmateriaalin kellastuma                                |
| Synteco<br>"Kaksi"         | Polyuretaani                | 5        | - Harmahtava kitkajälki kumikiekolla                        |
| Bona Traffic               | Polyuretaani                | 4        | -Hieman kärkipäätä heikompi kulutuskesto                    |
| Arboritec Unic             | Polyuretaani                | 3        | - Kumijäljen kiinnipalaminen                                |
| Bona Mega                  | Polyuretaani                | 3        | - Lakan sävy muuttuu kellertäväksi                          |
| Kiilto Aku De<br>Luxe      | Akrylaatti-<br>polyuretaani | 3        | - Lakan sävy muuttuu kellertäväksi                          |
| Bona Intense               | Polyuretaani                | 2        | - Pohjalakka  |
| Tikkurila<br>Parketti-Ässä | Akrylaatti-<br>polyuretaani | 2        | - Kumijäljen kiinnipalaminen                                |
| Tikkurila<br>Unica Super   | Uretaani-<br>alkydi         | 2        | - Huono NaOH:n kestävyys                                    |
| Arboritec<br>Standard      | Akrylaatti-<br>polyuretaani | 2        | - Kumijäljen kiinnipalaminen ja kitkajäljen<br>likaantuvuus |
| Bona Novia                 | Akrylaatti-<br>polyuretaani | 2        | - Heikoin kulutuskesto                                      |
| Synteco Basic              | Akrylaatti-<br>polyuretaani | 2        | - Likaantuva ja pehmeä                                      |

Testimenetelmillä pyrittiin jäljittelemään lakkojen mahdollisia rasituksia nopeutetuin kokein. Lakkojen todelliset käyttäytymisominaisuudet saattaisivat selvitä paremmin pitkäaikaisilla kuten 6, 12 tai 24 kk:n rasituksilla. Tämä tosin vaatisi toisenlaisia koejärjestelyjä, kuten testikäytävää tms.

## Lähteet

- 1 Thomas, Adrian: Polyurethane dispersions and polyurethane/acrylic hybrid dispersions for coating and printing applications. Surface Coatings Australia, September 2008, s.16-24.
- 2 Anthony, Pajerski: 1K Polyurethane Dispersions for Conventional 2K Applications. Paint & Coatings Industry, February 2009.
- 3 Irle, C., Roschu, R., Luehmann, E., & Feng, S.: Waterborne Parquet Coatings Based on Crosslinked Polyurethane Dispersions. Paint & Coatings Industry, January 2002.
- 4 Lubnin, A., Malaba, D., Izquierdo, P., Woodward, V., Stanislawczyk, V., Calhoun, G.: Nanostructured, Nonuniform and Core-Shell Polyurethane Dispersions. Paint & Coatings Industry, October 2005.
- 5 Soininen, Raimo: Väri- ja tyylioppi, Materiaali- ja pintakäsittelytekniikan julkaisu N:o 23, EVTEK 2005
- 6 Arboritec Ab: Tuoteselosteet.
- 7 Bona Ab: Tuoteselosteet.
- 8 Kiilto Oy: Tuoteselosteet.
- 9 Akzo Nobel Coatings Oy: Synteco. Tuoteselosteet.
- 10 Tikkurila Oyj: Tuoteselosteet.
- 11 Techincal Guides: Color Models CIELAB. (www-dokumentti)  
<[http://dba.med.sc.edu/price/irf/Adobe\\_tg/models/cielab.html](http://dba.med.sc.edu/price/irf/Adobe_tg/models/cielab.html)>. Luettu 01.05.2010
- 12 Taber Industries: Taber Abraser. (www-dokumentti)  
<[http://www.taberindustries.com/Products/Abraser/taber\\_abraser\\_description.asp?c t=1&sc=1](http://www.taberindustries.com/Products/Abraser/taber_abraser_description.asp?c t=1&sc=1)>. Luettu 01.05.2010.
- 13 Pencils.com: The HB Graphite Grading Scale. (www-dokumentti)  
<<http://www.pencils.com/pencil-information/hb-graphite-grading-scale>>. Luettu 10.5.2010.



## Liite 1. Lakkausolosuhteet

### Kovalevy

| Lakkauskerta                   | 1    | 2    | 3    | 4    |
|--------------------------------|------|------|------|------|
| Ilman suhteellinen kosteus (%) | 28,6 | 31,1 | 31,4 | 32,0 |
| Ilman lämpötila (°C)           | 19,0 | 18,3 | 18,1 | 18,1 |

### Koivuvanerilevy

| Lakkauskerta                   | 1    | 2    | 3    |
|--------------------------------|------|------|------|
| Ilman suhteellinen kosteus (%) | 31,1 | 31,4 | 32,0 |
| Ilman lämpötila (°C)           | 18,3 | 18,4 | 18,1 |

## Liite 2. Värisävymittausten tulokset

### UV-valon vaikutus

|               | Vertailukappale |      |       | UV-altistuksen jälkeen |      |       |
|---------------|-----------------|------|-------|------------------------|------|-------|
|               | L               | a    | b     | L                      | a    | b     |
| Lakka         | 79,45           | 4,63 | 20,62 | 75,41                  | 6,88 | 29,91 |
|               | 79,64           | 4,78 | 21,02 | 75,72                  | 7,07 | 32,28 |
|               | 79,48           | 4,96 | 20,57 | 74,98                  | 7,13 | 30,75 |
| Standard      | 79,36           | 4,65 | 20,34 | 71,24                  | 9,17 | 38,28 |
|               | 78,02           | 5,08 | 21,69 | 71,51                  | 8,79 | 37,69 |
|               | 79,53           | 4,10 | 20,50 | 71,29                  | 8,86 | 38,12 |
| Unic          | 77,55           | 5,61 | 21,31 | 73,50                  | 7,30 | 32,56 |
|               | 77,39           | 5,62 | 20,37 | 73,33                  | 7,68 | 32,89 |
|               | 78,92           | 5,21 | 20,78 | 72,97                  | 7,90 | 31,93 |
| Compo         | 79,86           | 4,65 | 20,99 | 75,82                  | 7,37 | 32,34 |
|               | 81,02           | 4,23 | 20,37 | 74,75                  | 7,35 | 31,99 |
|               | 80,32           | 4,48 | 21,07 | 74,62                  | 7,81 | 32,67 |
| Novia         | 78,15           | 5,43 | 22,80 | 74,74                  | 7,25 | 31,50 |
|               | 79,31           | 4,46 | 21,36 | 73,25                  | 7,77 | 33,10 |
|               | 79,72           | 4,48 | 21,30 | 74,25                  | 7,46 | 32,59 |
| Mega          | 79,90           | 4,96 | 19,51 | 75,94                  | 6,69 | 28,92 |
|               | 79,99           | 4,77 | 19,77 | 75,88                  | 6,88 | 29,43 |
|               | 80,21           | 4,65 | 19,55 | 75,00                  | 7,12 | 29,51 |
| Traffic       | 77,67           | 4,81 | 22,55 | 74,24                  | 6,67 | 29,29 |
|               | 78,30           | 4,23 | 22,13 | 73,83                  | 6,63 | 29,30 |
|               | 78,28           | 4,48 | 22,58 | 73,96                  | 6,64 | 29,32 |
| Aku De Luxe   | 78,85           | 4,41 | 19,71 | 73,35                  | 7,63 | 32,77 |
|               | 79,92           | 4,30 | 18,87 | 74,04                  | 7,22 | 32,89 |
|               | 79,36           | 4,26 | 19,55 | 73,69                  | 7,34 | 31,93 |
| Kalle         | 79,36           | 4,79 | 20,21 | 74,15                  | 7,28 | 31,26 |
|               | 78,92           | 5,23 | 20,41 | 74,42                  | 7,01 | 30,77 |
|               | 79,20           | 4,76 | 20,60 | 73,71                  | 7,50 | 31,29 |
| Basic         | 80,69           | 4,28 | 19,27 | 76,04                  | 6,86 | 29,02 |
|               | 81,01           | 4,62 | 19,71 | 75,31                  | 7,24 | 30,05 |
|               | 80,49           | 4,71 | 19,79 | 75,45                  | 6,98 | 28,80 |
| Yksi          | 79,63           | 4,53 | 20,69 | 75,40                  | 7,20 | 30,00 |
|               | 79,47           | 4,74 | 20,51 | 75,18                  | 7,23 | 29,78 |
|               | 80,22           | 4,32 | 20,45 | 75,26                  | 7,13 | 29,87 |
| Kaksi         | 78,57           | 5,05 | 20,82 | 75,23                  | 6,90 | 30,83 |
|               | 78,41           | 5,05 | 21,39 | 75,40                  | 6,70 | 29,60 |
|               |                 |      |       |                        |      |       |
| Parketti-Ässä |                 |      |       |                        |      |       |
|               |                 |      |       |                        |      |       |

|                |       |      |       |       |      |       |
|----------------|-------|------|-------|-------|------|-------|
|                | 79,03 | 4,87 | 21,31 | 75,35 | 6,73 | 30,38 |
| Unica<br>Super | 76,69 | 3,63 | 28,90 | 75,25 | 5,56 | 30,85 |
|                | 76,65 | 3,69 | 29,91 | 75,86 | 5,11 | 29,89 |
|                | 75,72 | 4,11 | 30,50 | 75,50 | 5,19 | 30,40 |
| Kontrolli      | 84,29 | 3,75 | 16,39 | 74,80 | 8,29 | 28,54 |
|                | 83,96 | 3,79 | 16,02 | 74,78 | 8,16 | 28,67 |
|                | 84,28 | 3,68 | 15,73 | 73,76 | 8,64 | 29,38 |

### Lakkojen värierot

| Lakka       | Väriero ( $\Delta E$ ) | Applikointipaperin väri |       |      |
|-------------|------------------------|-------------------------|-------|------|
|             |                        | L                       | a     | b    |
| Standard    | 1,26                   | 94,98                   | -0,31 | 0,08 |
|             | 1,29                   |                         |       |      |
|             | 1,30                   |                         |       |      |
| Unic        | 2,30                   |                         |       |      |
|             | 2,19                   |                         |       |      |
|             | 2,16                   |                         |       |      |
| Compo       | 1,15                   |                         |       |      |
|             | 1,40                   |                         |       |      |
|             | 1,51                   |                         |       |      |
| Novia       | 1,27                   |                         |       |      |
|             | 1,24                   |                         |       |      |
|             | 1,46                   |                         |       |      |
| Mega        | 3,28                   |                         |       |      |
|             | 2,01                   |                         |       |      |
|             | 2,64                   |                         |       |      |
| Traffic     | 0,56                   |                         |       |      |
|             | 0,75                   |                         |       |      |
|             | 0,45                   |                         |       |      |
| Aku De Luxe | 2,97                   |                         |       |      |
|             | 6,18                   |                         |       |      |
|             | 3,48                   |                         |       |      |
|             | 6,80                   |                         |       |      |
| Kalle       | 1,31                   |                         |       |      |
|             | 1,27                   |                         |       |      |
|             | 1,20                   |                         |       |      |
| Basic       | 1,17                   |                         |       |      |
|             | 1,13                   |                         |       |      |
|             | 1,45                   |                         |       |      |
| Yksi        | 0,71                   |                         |       |      |

|               |                      |
|---------------|----------------------|
|               | 0,67<br>0,70         |
| Kaksi         | 0,56<br>0,75<br>0,45 |
| Parketti-Ässä | 1,07<br>1,20<br>1,13 |
| Unica Super   | 11,5<br>10,2<br>11,8 |

### Liite 3. Taber -kulutustestin tulokset

#### 1. mittaus

| Lakka         | Levyn paino ennen (g) | Levyn paino jälkeen (g) | Kuluma (mg) |
|---------------|-----------------------|-------------------------|-------------|
| Standard      | 31,2147               | 31,1660                 | 4,87        |
| Unic          | 29,3872               | 29,3538                 | 3,34        |
| Compo         | 29,1546               | 29,1309                 | 2,37        |
| Novia         | 29,6076               | 29,5337                 | 7,39        |
| Mega          | 30,3558               | 30,3005                 | 5,53        |
| Traffic       | 29,6718               | 29,6310                 | 4,08        |
| Intense       | 30,5548               | 30,4952                 | 5,96        |
| Aku De Luxe   | 30,4868               | 30,4325                 | 5,43        |
| Kalle         | 29,7951               | 29,7737                 | 2,14        |
| Basic         | 30,0548               | 30,0332                 | 2,16        |
| Yksi          | 31,2239               | 31,2038                 | 2,01        |
| Kaksi         | 30,3102               | 30,2881                 | 2,21        |
| Parketti-Ässä | 31,1676               | 31,1003                 | 6,73        |
| Unica Super   | 30,7062               | 30,6473                 | 5,89        |

#### 2. mittaus

| Lakka       | Levyn paino ennen (g) | Levyn paino jälkeen (g) | Kuluma (mg) |
|-------------|-----------------------|-------------------------|-------------|
| Standard    | 29,9087               | 29,8545                 | 5,42        |
| Unic        | 29,6841               | 29,6511                 | 3,30        |
| Compo       | 29,6038               | 29,5828                 | 2,10        |
| Novia       | 30,2986               | 30,1265                 | 8,21        |
| Mega        | 30,6501               | 30,5973                 | 5,31        |
| Traffic     | 29,2579               | 29,2166                 | 4,13        |
| Intense     | 30,2791               | 30,2125                 | 6,66        |
| Aku De Luxe | 31,1350               | 31,0841                 | 5,09        |
| Kalle       | 30,5635               | 30,5307                 | 3,28        |

|               |         |         |      |
|---------------|---------|---------|------|
| Basic         | 30,6225 | 30,5961 | 2,64 |
| Yksi          | 31,2360 | 31,2133 | 2,27 |
| Kaksi         | 30,3465 | 30,3258 | 2,07 |
| Parketti-Ässä | 30,7527 | 30,6798 | 7,29 |
| Unica Super   | 30,8390 | 30,7851 | 5,39 |

### 3. mittaus

| Lakka         | Levyn paino<br>ennen (g) | Levyn paino<br>jälkeen (g) | Kuluma (mg) |
|---------------|--------------------------|----------------------------|-------------|
| Standard      | 28,7851                  | 28,7413                    | 4,38        |
| Unic          | 30,1167                  | 30,0941                    | 2,26        |
| Compo         | 29,3462                  | 29,3321                    | 1,41        |
| Novia         | 30,0308                  | 29,9631                    | 6,77        |
| Mega          | 30,0275                  | 30,2536                    | 4,52        |
| Traffic       | 30,4002                  | 30,3774                    | 2,28        |
| Intense       | 30,1332                  | 30,0701                    | 6,31        |
| Aku De Luxe   | 30,1269                  | 30,0879                    | 3,96        |
| Kalle         | 30,1488                  | 30,1315                    | 1,43        |
| Basic         | 30,3093                  | 30,2904                    | 1,89        |
| Yksi          | 30,4568                  | 30,4417                    | 1,51        |
| Kaksi         | 29,3907                  | 29,3773                    | 1,34        |
| Parketti-Ässä | 30,3181                  | 30,2536                    | 6,45        |
| Unica Super   | 31,2258                  | 31,1783                    | 4,75        |

## Liite 4. Kovuusmittaustulokset

### Heilurikovuus

| Lakka         | König (s) |    |    |
|---------------|-----------|----|----|
|               | 1         | 2  | 3  |
| Kalle         | 88        | 88 | 84 |
| Compo         | 81        | 84 | 91 |
| Aku De Luxe   | 87        | 81 | 84 |
| Intense       | 81        | 78 | 78 |
| Unic          | 71        | 78 | 77 |
| Yksi          | 70        | 73 | 74 |
| Mega          | 74        | 70 | 67 |
| Kaksi         | 67        | 71 | 71 |
| Standard      | 62        | 64 | 63 |
| Novia         | 59        | 62 | 62 |
| Basic         | 61        | 60 | 60 |
| Traffic       | 53        | 61 | 61 |
| Parketti-Ässä | 53        | 52 | 53 |
| Unica Super   | 31        | 30 | 31 |
| Lasilevy      | 245       |    |    |

### Liite 5. Pinnankarheusmittaustulokset

| Lakka   | Pinnankarheus  |                |     |
|---------|----------------|----------------|-----|
|         | R <sub>a</sub> | R <sub>t</sub> | Sm  |
| Unica   | 0,10           | 0,8            | 727 |
|         | 0,08           | 0,6            | 642 |
|         | 0,04           | 0,5            | 826 |
| Kalle   | 0,34           | 3,0            | 234 |
|         | 0,30           | 2,1            | 248 |
|         | 0,40           | 2,8            | 203 |
| Aku     | 0,30           | 2,3            | 198 |
|         | 0,28           | 2,0            | 187 |
|         | 0,16           | 1,2            | 213 |
| Traffic | 2,3            | 34,5           | 183 |
|         | 1,90           | 28,0           | 197 |
|         | 2,24           | 27,6           | 151 |
| Kaksi   | 1,58           | 26,1           | 96  |
|         | 2,40           | 31,1           | 167 |
|         | 2,34           | 39,5           | 97  |
| Compo   | 0,52           | 4,3            | 243 |
|         | 0,62           | 5,9            | 104 |
|         | 0,56           | 5,7            | 177 |



**Liite 6. Kuivakalvonpaksuudet****200 µm:n applikaattori**

| Lakka         | Paksuus (µm) |
|---------------|--------------|
| Standard      | 51,0         |
| Unic          | 47,5         |
| Compo         | 42,0         |
| Novia         | 37,0         |
| Mega          | 52,0         |
| Traffic       | 57,0         |
| Aku De Luxe   | 77,0         |
| Kalle         | 55,0         |
| Basic         | 41,5         |
| Yksi          | 57,5         |
| Kaksi         | 53,0         |
| Parketti-Ässä | 51,0         |
| Unica Super   | 66,5         |