

LABORATORIOPÄÄLLYSTIMEN KÄYTTÖ TUOTTEEN LAADUNVALVONNASSA

Mika Heinonen

Opinnäytetyö
Toukokuu 2011
Paperi-, tekstiili- ja kemiantekniikan
koulutusohjelma
Paperitekniikan suuntautumisvaihtoehto
Tampereen ammattikorkeakoulu

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Tampere University of Applied Sciences

ALKUSANAT

Tämä Tampereen ammattikorkeakoulun insinööriopintoihin liittyvä lopputyö on tehty Tervakoski Oy:n tutkimus ja tuotekehitysosastolle. Opinnäytetyö on tehty syksyn 2010 ja kevään 2011 aikana.

Kiitän Tervakoski Oy:tä mahdollisuudesta tehdä tämä työ. Työn ohjaajana toimi Tervakoskella DI Tuomas Turtola ja Tampereen ammattikorkeakoululla lehtori Päivi Viitaharju. Lisäksi kiitän tekn.tri Ulla Häggblom-Ahngeria koko opiskeluajan toteutuksen mahdollistamisesta päivätyön ohessa. Heille ja työhön osallistuneille esitän kiitokseni yhteistyöstä ja mahdollisuudesta valmistua. Tervakosken DI Tuomas Turtolalle haluan esittää erityiskiitokset työn aikana saamistani neuvoista ja erittäin virikkeellisistä keskusteluista työn osalta.

Lisäksi haluan kiittää perhettäni saamastani tuesta opintojen aikana.

Tampereella

Mika Heinonen

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Paperi-, tekstiili- ja kemiantekniikan koulutusohjelma
Paperitekniiikan suuntaumisvaihtoehto

HEINONEN, MIKA: Laboratoriopäällystimen käyttö tuotteen laadunvalvonnassa

Opinnäytetyö 36 s., liitteet 20 s.
Toukokuu 2011
Työn ohjaaja: lehtori Päivi Viitaharju
Työn teettäjä: Tervakoski Oy, ohjaajana DI Tuomas Turtola

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää mahdollisuudet olemassa olevan laboratoriopäällystimen hyödyntämiseksi irrokepaperin silikonointi-ominaisuuksien testaukseen ja tähän perustuen kehittää laboratoriopäällystyksen pohjautuva laadunvalvonta-analyysi. Tutkittavia osa-alueita olivat käytettävyys, tulosten laatu ja toistettavuus. Uusi analyysi voisi toimia tuotannon tukena ja mahdollisesti vähentää nykyisiä mittauksia laadunvarmistuksessa.

Työn kirjallisessa osassa on käsitelty paperin laatuominaisuuksia, silikonin rakennetta ja verkkoontumisreaktioita, pohjapaperin ja silikonoidun paperin mittausmenetelmiä ja silikonointiin vaikuttavia tekijöitä.

Kokeellisessa osassa kuvataan laboratoriopäällystimellä tehdyt silikonointi- ja värjäyskokeet.

Laboratoriosilikonoinnilla kyettiin riittävän luotettavasti havaitsemaan eroja eri pohjapapereiden välillä. Päällystemäärän säätö oli mahdollista nopeuden muutoksella. Alhaisella päällystemäärällä paperin laatuero ovat paremmin havaittavissa. Riittävän alhaisen päällystemäärän käyttö ei kuitenkaan ollut mahdollista nopeussäädön rajoituksista johtuen. Värjäystesti osoittautui luotettavaksi analyysiksi. Pilot-mittakaavaisen ja Tervakosken laboratoriosilikonoinnin ero oli selvät: laboratoriosilikonoinnilla saatiin parempi silikonointitulokset, koska koneen nopeus oli alhainen ja silikoni ehti paremmin asettua.

Laadunvarmistukseen päivittäiseen käyttöön analyysi ei toistaiseksi sovellu, mutta tutkimus- ja kehityskäyttöön laboratoriopäällystystä voi käyttää.

Työn tausta-aineiston ja kokeellisen osan tuloksista on tehty sopimus Tampereen ammattikorkeakoulun ja Tervakoski Oy:n osalta, joka on luottamuksellinen ja vain Tervakoski Oy:n käyttöön.

Asiasanat: Päällystys, laboratoriopäällystin, erikoispaperi

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Paper, Textile and Chemistry
Option of Paper Technology

HEINONEN, MIKA: Laboratory Coater Usability for Quality Control

Bachelor's thesis 36 pages, appendixes 20 pages

May 2011

Thesis Supervisor: Päivi Viitaharju

Commissioning Company : Tervakoski Oy, supervisor Tuomas Turtola (MSc)

The main target of this Thesis was to find the way for new analysis to see paper product differences and possibility to use analysis for daily quality control. At the moment there is no reliable measurement which describes paper quality and how the paper performs in customer process.

In the literary part paper quality influence, silicone and silicone structure are discussed.

In the beginning of the experimental part some discussions about laboratory coater, silicone coated paper and results are described.

There is contract between Tampere University of Applied Sciences and Tervakoski Oy for experimental part and source material. Results are confidential and just for Tervakoski Oy.

Keywords: coating, laboratory coater, special paper

SISÄLLYS

1 JOHDANTO.....	6
1.1 Tervakoski Oy.....	6
1.2 Työn tavoitteet	6
2 TARRALAMINAATIN IRROKEPAPERI	7
2.1 Irrokepaperi ja sen erikoisominaisuudet.....	7
2.2 Tarralaminaatti	7
3 SILIKONOINTI.....	8
4 SILIKONI	8
4.1 Silikonin rakenne ja ominaisuudet.....	8
4.2 Silikonipäälysteen verkkoonnuttamisreaktiot.....	11
4.2.1 Kondensaatioreaktio	11
4.2.2 Additioreaktio.....	11
4.3 Liuotinvapaat silikonit	12
5 SILIKONOINTITULOSSIEN MITTAUS	13
5.1 Pohjapaperin mittaukset.....	13
5.1.1 Cobb-Unger -öljynabsorboivuus	13
5.1.2 IGT-öljynabsorptio	13
5.1.3 Ilmanläpäisevyys	13
5.2 Silikonoidun paperin mittaukset	14
5.2.1 X - Supreme8000 Oxford- analyyttori	14
5.2.2 Malakiitti- ja shirlastain värjäystesti.....	15
5.2.3 Kahden samankaltaisen värin välinen ero	15
6 SILIKONOINNIN TOISTETTAVUUS PÄÄLLYSTIMELLÄ.....	16
6.1 Silikonimäärän säätö päällystimellä	16
6.1.1 Laboratoriopäällystimen nopeus.....	16
6.1.2 Laboratoriopäällystimen telat ja nippipaine.....	17
6.1.3 Silikoniresepti, kuiva-aine ja viskositeetti.....	19
6.1.4 Kuivatusolosuhteet	20
6.1.5 Silikonoitavan pohjan vaikutus silikonointiin	20
LÄHTEET	21

1 JOHDANTO

1.1 Tervakoski Oy

Suomen vanhin toiminnassa oleva hienopaperitehdas sijaitsee Janakkalan Tervakoskella. Tervakoski Oy on perustettu v. 1818 ja on liitetty Delfortgroupiin v. 1999. Tuotevalikoima sisältää puuvapaita päällystettyjä ja päällystämättömiä hienopainopapereita, irroke- ja sähköeristepapereita, savuketeollisuuden tuotteita ja muita erikois- ja käsin valmistettuja tuotteita.

Tehtaalla on viisi tuotantopaperikonetta, joiden kapasiteetti on n. 110 000 t/v. Lisäksi tutkimus- ja kehityskäyttöön on 40 cm leveä laboratorio-paperikone. Tässä työssä keskitytään silikonointiin perustuvaan paperituotteen laadunvalvonta-analyysin kehittämiseen.

1.2 Työn tavoitteet

Työn tarkoituksena on tutkia ja kehittää laboratoriopäällystykseen pohjautuva laadunvalvonta-analyysi, jossa hyödynnetään olemassa olevaa laboratoriopäällystintä. Tehtävänä on tutkia päällystimen soveltuvuus ja -luotettavuus silikonointiin perustuvaan paperituotteen laadunarviointiin sekä kehittää silikonipäällystyksestä paperituotteen valmistuksessa käytettävä laadunvalvonta-analyysi. Uusi analyysi voisi toimia tuotannon tukena ja mahdollisesti vähentää nykyisiä mittauksia laadunvarmistuksessa.

2 TARRALAMINAATIN IRROKEPAPERI

2.1 Irrokepaperi ja sen erikoisominaisuudet

Tervakoskella valmistettavaa irrokepaperia käytetään tarralaminaatin taustapaperina eli release paperina. Irrokepaperin valmistukseen käytetään pitkä- ja lyhytkuitu-sulfaattiselluja.

Irrokepaperin tärkeimpiä ominaisuuksia ovat paperin huokoisuus, -sileys ja -pinnan absorpoivuus, mihin voidaan vaikuttaa massakomponenteilla, jauhatus-, pintaliimaus-, kostutus- ja kalanterointiolosuhteilla. Paperin pinnan sileys tarran puolelta on erittäin tärkeä ominaisuus, koska silikoni tulee siihen. Mikäli pinta on epätasainen, niin silikoni ei peitä koko pinta-alaa ja silikonin kulutus nousee tarpeettomasti (Vuorinen 2002, 8). Tarkoituksena on saada silikoni paperin pintaan, eikä imeytymään paperin rakenteen sisään.

2.2 Tarralaminaatti

Tarralaminaatti koostuu irrokepaperista, silikonista, liimasta, ja tarraksi painettavasta ja stanssattavasta etikettipaperista. Irrokepaperi päällystetään silikonilla, jolla saavutetaan optimaalinen irrotusvoima taustapaperille laatuarvojen tavoitteiden rajoissa. Silikonin kulutus pyritään minimoimaan, koska se on erittäin kallis raaka-aine.

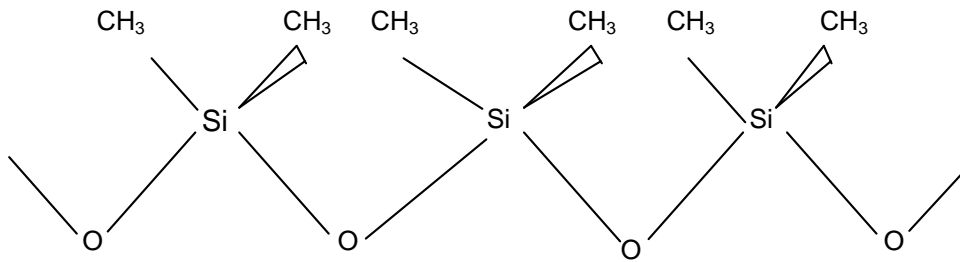
3 SILIKONOINTI

Silikonin tarkoitus on estää tarran liiman tarttumisen taustapaperiin ja saada aikaiseksi tarvittavat irroitusarvot. Mikäli silikoni on epätasaisesti tai puutteellisesti levittyynyt irrokepaperin pintaan, niin liiman imeytyminen aiheuttaa merkittäviä ongelmia jatkojalostuksen prosessissa. Silikonipäällistyksen epätasaisuuteen vaikuttaa paperin rakenteen lisäksi silikonin kypsyminen ja ankkuroituminen paperin pintaan. Hyvin kypsytetty ja tasaisesti ankkuroitunut silikoni vähentää huomattavasti silikonin ja liiman välisiä negatiivisia vaikutuksia ja silikonin siirtymistä pintapaperiin. Tyypillinen silikonimäärä paperin pinnassa on n. $1,0 \text{ g/m}^2$. Vaihtelua esiintyy $0,7 - 1,4 \text{ g/m}^2$ (Rhône-Poulenc Silicones 2011, 10).

4 SILIKONI

4.1 Silikonin rakenne ja ominaisuudet

Silikoni on polymeerinen aineryhmä, missä $-\text{Si}-\text{O}-\text{Si}-$ verkostoon on liittynyt orgaanisia ryhmiä. Yksinkertaisimmillaan silikonit eli polysiloksaanit (PDMS) ovat lineaarisia (kuvio 1). Toisaalta ne voivat muodostaa renkaita tai monimutkaisia verkkorakenteita. (Ylhäinen 2007, 11). Silikonin rakenteeseen vaikuttaa $-\text{Si}-\text{O}-\text{Si}-$ verkoston suuruus ja orgaaninen ryhmä. Yleisin paperiteollisuudessa käytettävä orgaaninen ryhmä on metyyli, mutta sen lisäksi voidaan käyttää etyyliä tai fenyyliä.

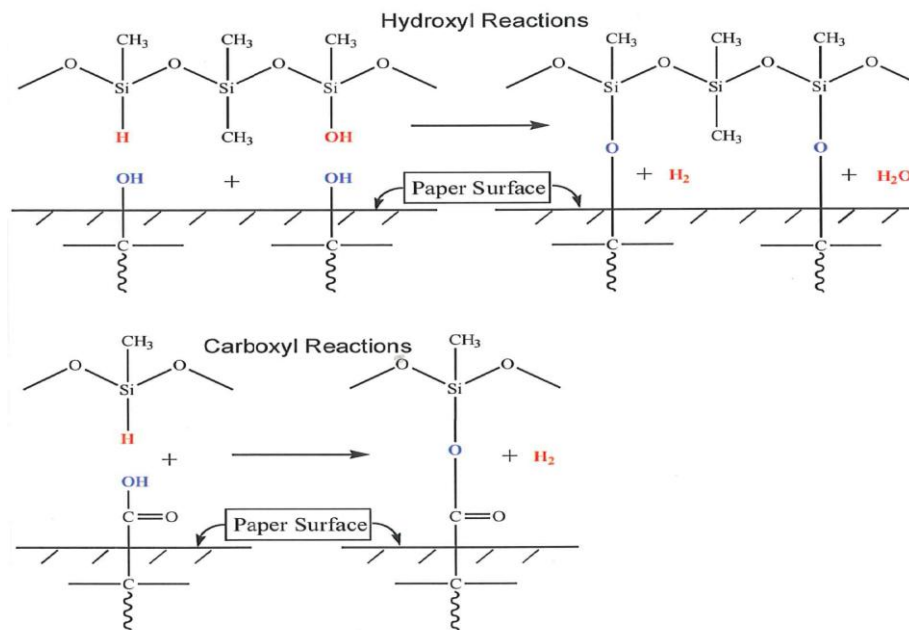


KUVIO 1 Lineaarinen polymetyylisiloksaani. (Rhône-Poulenc Silicones 2011, muokattu)

Silikonipolymeerien ankkuroituminen irrokepaperin pintaan on mekaaninen- ja kemiallinen tapahtuma. Mekaaninen ankkuroituminen tapahtuu, mikäli silikonipäälyste laitetaan liian epätasaiselle tai huokoiselle irrokepaperille. Kemiallinen reaktio tapahtuu irrokepaperin selluloosan ja pintaliiman sisältämien reagoimattomien $-OH$ ja $-COOH$ ryhmien välillä sekä silikonin välillä, jolloin mainitut ryhmät voivat reagoida verkkouttajan kanssa. Kuviossa 2 on esitetty silikonin, verkkouttajan ja irrokepaperin välisiä reaktioita. Silikonipolymeerien sisältämät happiatomit voivat myös muodostaa vetysidoksia selluloosan OH -ryhmien kanssa, jolloin silikoni kiinnittyy paperin pintaan (Forsblom 2006, 18).

Silikonipäälysteellä on alhainen pintaenergia, jolla saavutetaan vesipohjaisen liiman imeytymättömyys silikonipäälysteeseen. Alhaiseen pintaenergiaan oletetaan olevan osasyynä myös metyyliryhmien orientoituminen. Silikonipolymeerit ovat myös usein polaarittomia, jolloin niiden koheesioenergia on erittäin pieni. Molekyyli-tason vetovoimia ei siis esiinny muiden materiaalien kanssa. PDMS on myös yhteen sopimaton orgaanisten polymeerien kanssa, joista suurin osa etikettiliimoista valmistetaan (Forsblom 2006, 19).

(Orlych 2004, 1-5)



KUVIO 2 Silikonipolymeerin kiinnittyminen paperin pinnalle verkkouttajan avulla. (Orlych 2004, 8, muokattu)

Silikonipolymeeriketjut ovat ominaisuuksiltaan joustavia, mikä alhaisen pinta-energian ohella mahdollistaa release ominaisuuksien saavuttamisen päällystettävälle pinnalle. Suuri verkkoutumistiheys on silikonipolymeerien tärkein ominaisuus, jolla voidaan vaikuttaa irrotusvoimaan. Verkkoutumistiheyteen vaikuttaa polymeerin moolimassan ja molekyylin rakenteen lisäksi verkkoonuttajan määrä ja rakenne.

Silikonipäällysteen suosioon irrokepaperissa vaikuttaa myös sen muut positiiviset ominaisuudet, joita ovat hyvä filminmuodostuskyky, lämmönkesto, myrkyttömyys, vaikea hapettuvuus ja se, että viskositeetti on lähes riippumaton lämpötilasta (Orlych, 2004, 1).

4.2 Silikonipäälysteen verkkoonnuttamisreaktiot

Silikonipäälysteen verkkoontuminen perustuu kondensaatio- tai additioreaktioon. Kondensaatioreaktiota käytetään yleensä liuotinpohjaisessa ja emulsiosilikonoinnissa. Additioreaktiota käytetään liuotinvapaassa silikonoinnissa, mutta se soveltuu myös liuotinpohjaiseen ja emulsiosilikonointiin. (Eckberg, 1987, 152-155)

4.2.1 Kondensaatioreaktio

Kondensaatioreaktio on palautuva reaktio, jolloin etenevän reaktion lisäksi tapahtuu käänteisreaktio. Näiden kahden reaktion välille tulee tasapaino ajan kuluessa. Kondensaatiomekanismissa käytetään katalyyttejä, jotka ovat usein orgaanisia tinayhdisteitä. Reaktio käynnistyy jo normaalissa huoneen kosteudessa. Katalyytti ja polymeeri ovat erillään toisistaan ennen silikonointia. Verkkoontumisolosuhteet kondensaatioreaktiossa ovat 120 – 150 asteen lämpötila ja aika 20 – 50 sekuntia (Eckberg, 1987, 152-155).

4.2.2 Additioreaktio

Additio- eli yhdistymisreaktiossa käytetään usein jalometallikatalyyttiä, joka voi olla platinan tai rhodiumin yhdisteitä. Additioreaktio käynnistyy huomattavasti pienemmällä katalyytin määrällä kuin kondensaatioreaktio. Toisaalta reaktio tarvitsee lämpöä käynnistyäkseen. Lämpöä vapautuu reaktion alettua ja reaktio on täydellinen ja nopeampi kuin kondensaatioreaktio. Verkkoontumisolosuhteet additioreaktiossa ovat lämpötila 120 – 150 astetta ja aika 5 – 55 sekuntia. (Eckberg, 1987, 152-155)

4.3 Liuotinvapaat silikonit

Silikoniliuokset voidaan jakaa kolmeen eri tyyppiin, joita ovat liuotinpohjainen ja liuotinvapaa silikoni ja emulsiosilikoni. Liuotinpohjaisen silikonoinnin etuna on silikonipäällysteeseen pieni kulutus $0,5 - 0,7 \text{ g/m}^2$ verrattuna liuotinvapaaseen päällysteeseen $0,7 - 1,2 \text{ g/m}^2$. Kulutukseen vaikuttaa karheus ja silikonin viskositeetti, jota voidaan säätää liuotinaineilla ja polymeeriketjun pituudella. Mikäli viskositeetti on korkea, niin silikonipäällyste ei tunkeudu huokoisen paperin sisään. (Eckberg, 1987, 152-155)

Liuotinvapaa silikonointi perustuu 100 % silikonin käyttöön. Kyseisellä liuoksella on lyhyt polymeeriketju ja viskositeetti on hyvin alhainen. Lyhyt ketjuisen polymeerin etu on sen suuri verkkoontumiskyky. Liuotinvapaa silikonipäällyste muodostaa sileän yläpinnan paperiin, koska se ei myötäile pohjapaperin pinnan muotoja. Liuotinvapaassa silikonoinnissa käytettävä sileä päällystettävä pinta saattaa aiheuttaa ongelmia. Muovipinnan silikonoinnissa käytetään koronakäsittelyä, jossa pohjamateriaalin pintajännitys kasvaa ja edesauttaa silikonin kiinnittymistä. (Forsblom 2006, 23)

5 SILIKONOINTITULOSSIEN MITTAUS

5.1 Pohjapaperin mittaukset

5.1.1 Cobb-Unger -öljynabsorboivuus

Mittaamalla paperin öljynabsorboivuutta pyritään ennustamaan silikonointituloksen laatua. Öljynabsorptiokyky kuvaa silikonipolymeerin imeytymistä paperiin sekä jonkin verran paperin pinnan tasaisuutta ja paperin pintakerroksien huokosrakennetta. Testi tehdään standardin SCAN-P 37:77 mukaan.

5.1.2 IGT-öljynabsorptio

IGT-öljynabsorptiolla voidaan arvioida painoväriin penetraatiota paperiin sekä paperin silikonoitavuutta tai lakattavuutta. Määrittämissä testataan, kuinka öljypohjainen väriainepisara leviää paperin pintaan telan pyörähtäessä paperi pintaa vasten tietyllä puristuspaineella ja pyörähdysnopeudella. Testi perustuu standardiin IGT W24 1/1993.

5.1.3 Ilmanläpäisevyys

Paperi sisältää kuitujen, täyte- ja lisäaineiden lisäksi myös ilmaa. Paperin huokoisuutta tai tiiveyttä kuvataan paperin kyvyllä läpäistä ilmaa, mihin vaikuttaa paperissa olevien huokosten koko ja määrä. Mittauksina käytetään yleisimmin SI-, Gurley-, Bendtsen- ja Sheffield- huokoisuuksia. Taulukkoon kaksi on koottu eri huokoisuusmittauksien mitta-alueet ja yksiköt.

Taulukko 2. Huokoisuusmittauksien erot (Hynynen, 2009)

Analyysi	Yksikkö	Mittausalue	Standardi
LW Huok SI	$\mu\text{m}/\text{Pa s}$	0,003 - 100	SCAN-P 26:78
LW Gurley	s (/100ml)	2 - 42300	SCAN-P 19:78
LW Bendtsen	ml/min	0,3 - 8800	SCAN-P 60:87
LW Sheffield	SU	0,2 - 14000	Tappi T547-02

5.2 Silikonoidun paperin mittaukset

Irrokepaperin pinnalle tarvittavan silikonipäällysteen määrää on vaikea arvioida irrokepaperin valmistusprosessin aikana, vaikka paperituotteen laatu-arvot ovat spesifikaation mukaiset. Silikonipinnan päällysteen kulutus voidaan mitata jalostajalla tarkasti, mutta tulos sisältää erilaisia hävikkejä. Kulutus ei ole suoraan verrannollinen silikonipinnan laatuun.

5.2.1 X - Supreme8000 Oxford- analysaattori

Silikonipäällysteen määrä voidaan mitata toistettavasti ja tarkasti laboratorio-menetelmällä, joka perustuu röntgensäteilyyn ja fluoresenssiin. Menetelmää voidaan käyttää, koska silikonin alkuaine pii aiheuttaa fluoresenssisäteilyä röntgenillä. (Ylhäinen 2007, 16)

X – Supreme8000- analysaattorilla on mahdollista analysoida alkuaineita alumiinista ylöspäin luettuna alkuaineiden jaksollista järjestelmää (Ylhäinen 2007, 16). Analysaattori mittaa piin määrää paperissa.

Piitä esiintyy silikonin lisäksi esim. kaoliinissa, jolloin analysaattori ei havaitse kummalle aineelle pii kuuluu. Analysaattori voidaan kalibroida myös kaoliini-pohjaisille laaduille. Analysaattori muuttaa piin määrän suoraan neliömassaksi g/m^2 .

Taulukossa 1 näkyy, että piin mittaustulos voidaan ilmoittaa tuhannesosan tarkkuudella, analysaattorin mittaustarkkuus on $0,01 \text{ g/m}^2$ mittausalueella $0,36 - 1,48 \text{ g/m}^2$ (Oxford instruments).

TAULUKKO 1 Kalibrointi taulukko, Oxford instruments XSMET-07.v1

Analyte	Range (g/m^2)	Standard error of calibration (g/m^2)	Guaranteed limit of detection (3σ) (g/m^2)	Mid-range precision (95% confidence) (g/m^2)	Measurement time
Si	0.36- 1.48	0.02	0.003	0.006	50 seconds

5.2.2 Malakiitti- ja shirlastain värjäystesti

Malakiitti- ja shirlastain värjäystesti perustuu värin imeytymiseen paperinäytteen silikonoituun pintaan. Värjäystuloksen laadusta voidaan havaita silikonipäällistyksen laatu ja tasaisuus paperin pinnassa. Analyysin tulos tarkastellaan visuaalisesti. Mittaus perustuu Tervakoski Oy:n menetelmä kehitykseen.

5.2.3 Kahden samankaltaisen värin välinen ero

Pohja- ja päällistetyt paperin pintaominaisuuksien eroja voidaan analysoida väri-mittauksella. Näiden värimittausten välisen eron ilmoittaa suure Delta E (ΔE), joka on kolmen väriarvon summa: L, a, b. Valoisuus L on mustan ja valkoisen suhde, a on vihreän ja punaisen suhde ja b on sinisen ja keltaisen suhde. Asteikko alkaa nolasta, eli ΔE :n ollessa nolla ei ole näkyvää eroa. (Ecophon Group, 2002-2008)

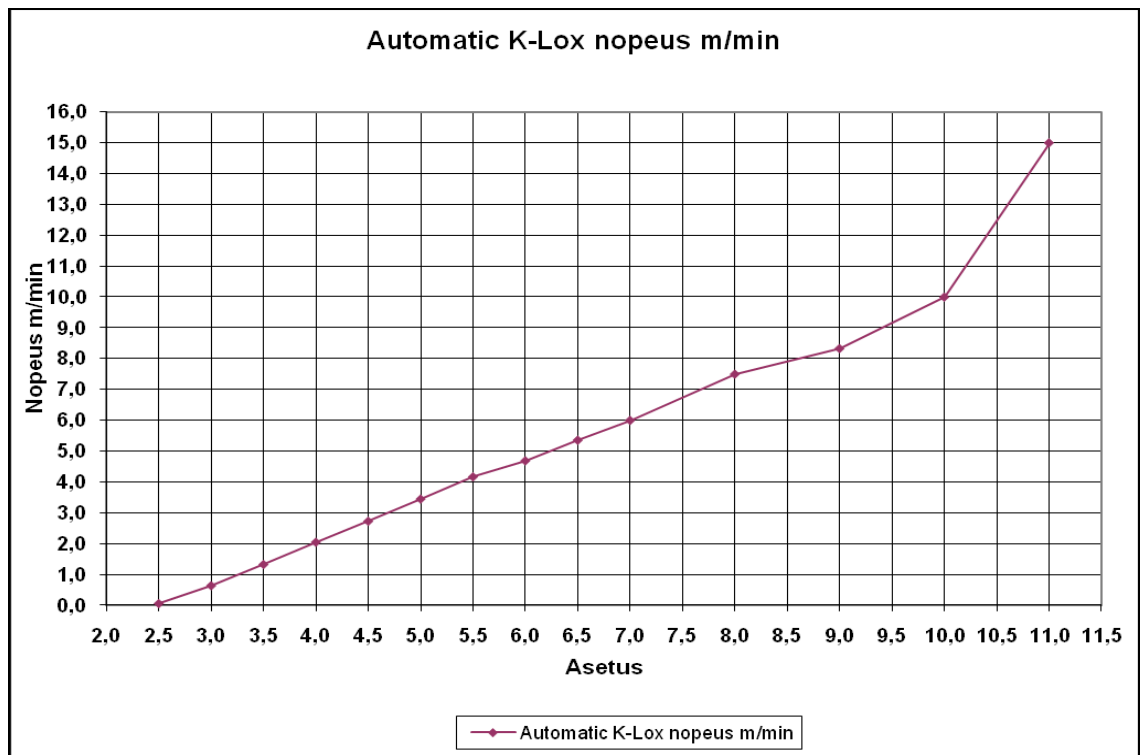
6 SILIKONOINNIN TOISTETTAVUUS PÄÄLLYSTIMELLÄ

6.1 Silikonimäärän säätö päällystimellä

Silikonin määrän säätöön voidaan teoriassa vaikuttaa laboratorio-päällystämässä silikonin kuiva-aineen pitoisuudella, viskositeetillä, nippipaineella, sauvan muodolla ja päällystimen nopeudella.

6.1.1 Laboratoriopäällystimen nopeus

Laboriopäällystimen nopeusalue on 0-15 m/min. Kuviossa 3 on esitetty nopeus asetuksen funktiona. Nopeussäätöön tehtiin mekaaniset lukitukset, jotta nopeus olisi vakio kokeita toistettaessa. Ongelmana oli, että lukituksen porrastus oli liian suuri ja nopeutta ei voitu lukita kuin yhden asetuksen välein. Asetuksella 4 (~ 2,05 m/min) Anilox-tela ei pyörinyt ja asetuksella 2,5 nopeus oli liian alhainen päällystämiseen (~ 0,06 m/min). Taulukossa 2 on itse mitattuna nopeudet. Toiminta-alue on siis hyvin pieni.



Kuvio 3. K-Lox päällystimen nopeus itse mitattuna

Taulukko 2. K-Lox päällystimen nopeus itse mitattuna

asetus	m/min	s	m
2,5	0,06	264	0,25
3,0	0,64	23,5	0,25
3,5	1,33	11,3	0,25
4,0	2,05	7,3	0,25
4,5	2,73	5,5	0,25
5,0	3,45	4,4	0,25
5,5	4,17	3,6	0,25
6,0	4,69	3,2	0,25
6,5	5,36	2,8	0,25
7,0	6,00	2,5	0,25
8,0	7,50	2,0	0,25
9,0	8,33	1,8	0,25
10,0	10,00	1,5	0,25
maks	15,00	1,4	0,25

6.1.2 Laboratoriopäällystimen telat ja nippipaine

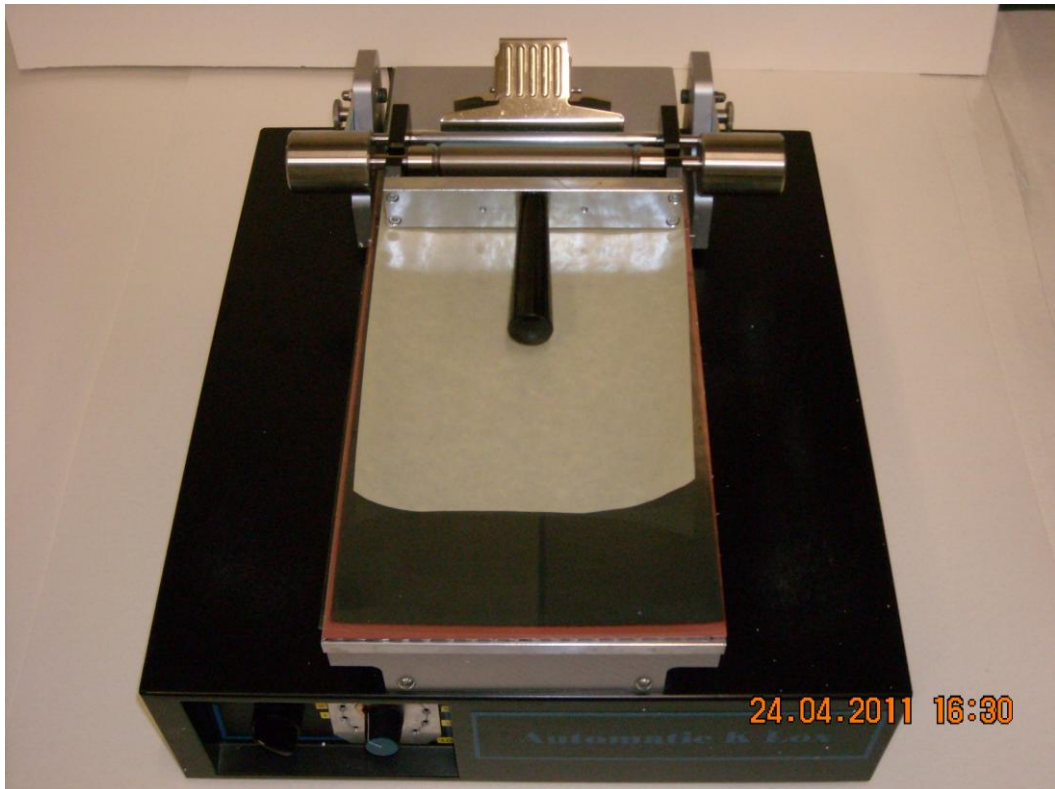
K-Lox päällystimestä on pehmeä kumitela, joka levittää päällysteen paperin pintaan. Päällysteen annostelu suoritetaan Anilox- sauvalla, sauvan ja kumitelan väliin annostellaan päällyste pipetillä ja määrä pidetään vakiona. Sauvan pinnan muodolla ja kuormituksella voidaan vaikuttaa päällystemäärään. Urasauvalla ja matalalla nippipaineella saavutetaan korkea päällystemäärä. K-Lox:ssa käytettiin sileää sauvaa ja nippipaine pidettiin vakiona, koska Anilox-telan kuormitus tapahtuu telan päädyissä olevilla metallipainoilla. Kuvissa 1-3 on esitetty päällystin.



Kuva 1. Päälystin K-Lox automatic



Kuva 2. Nopeuden säätö K-Lox automatic



Kuva 3. Arkin asettelu päällystimeen K-Lox automatic

6.1.3 Silikoniresepti, kuiva-aine ja viskositeetti

Silikonireseptinä oli toimittajan suosittama vakioresepti, jotta se vastaisi teollisessa mittakaavassa tapahtuvaa silikonointia. Kuiva-aineen vaikutusta ei tutkittu, koska kyseessä on 100 %:n silikoni. Lämpötilan vaihtelun vaikutus viskositettiin minimoitiin, koska kokeet suoritettiin laboratorio-olosuhteissa. Teoriassa alhainen lämpötila nostaa päällysteaineen viskositeettia ja vastaavasti korkea lämpötila laskee päällysteen viskositeettia. Silikonoinnissa lämpötilaa ei voida nostaa, mikäli halutaan sen avulla laskea viskositeettia, koska silikoniliuoksen katalyytti reagoi hyvin alhaisessa lämpötilassa.

6.1.4 Kuivatusolosuhteet

Laboratorio-olosuhteissa suoritettavat silikonipäälystetyt näytteet kuivattiin lämpökaapissa, jossa lämpötila oli 120 °C ja kuivausaika 15 s. Kuivatusolosuhteet valittiin silikonitoimittajan suositusten perusteella.

6.1.5 Silikonoitavan pohjan vaikutus silikonointiin

Silikonoitavan pohjapaperin laatuominaisuuksilla voidaan vaikuttaa merkittävästi silikonointitulokseen. Laatuominaisuuksiin voidaan vaikuttaa paperissa massavalinnoilla, jauhatuksella, massaliimauksella, viira-, märkäpuristin-, päälystys- ja kuivatusosan olosuhteilla.

LÄHTEET

Eckberg, R.P., tammikuu 1987, The chemistry and technology of thermally cured silicone release agents, *Converting & Packaging*, s.152-155.

Ecophon Group, julkaisu 2002-2008, luettu 20.2.2011, www-sivusto:

<http://www.ecophon.com/fi/Teknisetominaisuudet/Valaistusolosuhteet/Varit/>

Forsblom Susanna 2006, High Speed release mittausmenetelmän käyttäminen tarralaminaattiprosessin ohjauksessa, kemiantekniikka, Lappeenrannan teknillinen yliopisto, diplomityö

Orlych George M. 2004, Research & Development Manager, Akrosil, Menasha, WI

Silicone-Adhesive Interactions in Release Liner Applications

Oxford instruments 2010, Method Sheet XSMS-08.v1, mittalaitteen toimittajan esite

Rhône-Poulenc Silicones U.K. Release Coating Activity, 26.1.2011 technical information sheet

Vuorinen Sini 2002, PK8:n irrokepaperin pintaliimauksen optimointi, prosessitekniikan koulutusohjelma, paperitekniikan suuntautumisvaihtoehto, Tampereen ammattikorkeakoulu, insinööriä

Ylhäinen Mikko 2007, XRF-mittausmenetelmän kalibrointi, paperitekniikan koulutusohjelma, paperitekniikan suuntautumisvaihtoehto, Tampereen ammattikorkeakoulu, tutkintotyö