



# **Päällysteprofiilien hallinta**

Matti Lähteenkorva

Opinnäytetyö  
Maaliskuu 2013  
Paperi-, tekstiili- ja kemiantekniikka  
Paperi- ja kemiantekniikka

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Paperi-, tekstiili-, ja kemiantekniikan koulutusohjelma  
Paperi- ja kemiantekniikan suuntautumisvaihtoehdot

LÄHTEENKORVA, MATTI:  
Päällysteprofiilien hallinta

Opinnäytetyö 52 sivua, joista liitteitä 4 sivua  
Maaliskuu 2013

---

Päällystyksen tarkoituksena on parantaa kartongin laatua. Teräpäälllystyksessä päällystyspasta applikoidaan kartongin pintaan joko applikointitelalla tai jet-suuttimen avulla. Ylimääräinen pasta kaavitaan terällä takaisin pastan konekiertoon, mistä se jälleen tulee applikoitavaksi kartongin pintaan. Kaavinnan jälkeen päällystekerros kuivataan kartongin pintaan erillisillä kuivaimilla.

Päällystyksellä parannetaan huomattavasti kartongin painettavuutta ja ulkonäköä. Päällystämällä kartonki useaan kertaan saadaan entistä korkealaatuisempaa tuotetta. Painatuksessa painoväriin tarve, värin leviäminen ja läpipainatus vähenevät, kun taas painojäljen terävyys ja kiilto paranevat päällystyksen myötä.

Tämän työn tarkoituksena oli selvittää Metsä Boardin Kyröskosken tehtaan kartonkikoneen päällystäjien tottumuksia päällysteprofiilien säädöistä, sekä selvittää profiilinsäätökaroilta päällystevasteet kaikilla neljällä päällystysasemalla. Lisäksi työn tarkoituksena oli selvittää, kuinka suuri vaikutus päällysteprofiileilla on kartongin laadussa.

Päällystäjien kokemuksia selvitettiin kyselylomakkeen (Liite 1) avulla. Saaduista vastauksista on yhteenveto tulosten analysoinnissa.

Päällystevasteita selvittäessä käytettiin säätötaulukkoa (Liite 2), johon merkittiin asemille tehtyjen säätöjen suuruudet. Päällysteprofiilien kuvien ja säätöjen suuruuden avulla saatiin laskettua päällystevasteet kaikille asemille. Päällystevasteiden lisäksi työssä tuli selvittää toimenpiderajat ja tavoitearvot päällysteprofiileille käyttäen 2-sigma- ja peak to peak-arvoja.

Laadun vaikutuksia tutkittaessa vertailtiin eri laatuarvojen profiileiden lähtökohtia profiileihin, jotka olivat päällysteprofiilien säätöjen jälkeisiä.

Työn tulosten avulla päällystäjien on jatkossa helpompi säätää päällysteprofiileita ja toivottavasti he uskaltavat aiempaa paremmin ryhtyä säätämään profiileita.

---

Asiasanat: päällystemäärä, päällysteprofiili, 2-sigma, peak to peak

## ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree programme in Paper, Textile and Chemical Engineering  
Option of Paper and Chemical Engineering

LÄHTEENKORVA, MATTI:  
Control of the Coat Weight Profiles

Bachelor's thesis 52 pages, appendices 4 pages  
March 2013

---

The main target in coating is to improve the quality of the paper board. In blade coating the coat first gets applied to the surface of the base paper, then metered and finally dried so that it will stay on the paper. The first layer of coating is called pre coating layer. Paper can be coated for several times, up to three times. With many coating layers on paper, the quality of paper gets much better than it gets with only one layer on it.

Printing properties of the paper board gets improved a lot by coating. Coating decreases the spreading and need of ink and also print through gets reduced. Meanwhile it increases the sharpness and gloss of print.

The target of this thesis was to clarify the habits of the coat machine operators in controlling the profiles of the coat weights. The change in coat weight was also supposed to be solved in every coating stations positions when adjusting the spindles. With the results, limit measurements in operating the profiles and target values where to keep the profiles were made by using 2-sigma and peak to peak grades.

Another target in the thesis was to find out how coat weight profiles affects to the quality of the paper board. Thickness, moisture, gloss and brightness of paper board were the parameters that were researched.

An inquiry was made to the operators of coat machines in the beginning of this thesis to find out how they are taught and used to control the coat weight profiles. Some test runs were also made to the coat machines so that the changes in coat weights could have been calculated comparing to the adjustments in spindles.

With the results of the calculations it will be easier for the coat machine operators to adjust the coat weight profiles in the future.

The conclusion of this thesis is that the change in coat weight is pretty big comparing to the adjustment in spindle. Adjusting the spindle only for one round, the change in coat weight is about 1 g/m<sup>2</sup>.

---

Key words: coat weight, coat weight profile, 2-sigma, peak to peak

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
2	METSÄ BOARD .....	8
2.1	Metsä Board Kyro.....	8
2.2	Kartonkikone 1, BM1 .....	9
3	PÄÄLLYSTYS .....	11
3.1	Päällystyksen tavoitteet.....	12
3.2	Päällystysmenetelmät.....	13
3.2.1	Teräpäällystys .....	14
3.2.1.1.	Sivelytela-applikointi .....	14
3.2.1.2.	Suutinapplikointi.....	15
3.2.1.3.	Lyhytviipymäapplikointi.....	16
3.2.2	Sauvapäällystys .....	18
3.2.3	Filmipäällystys .....	18
3.2.4	Verhopäällystys.....	20
3.2.5	Spray-päällystys .....	22
3.2.6	Ilmajarjapäällystys .....	23
4	PÄÄLLYSTEPROFIILIEN SÄÄTÖ TERÄPÄÄLLYSTYKSESSÄ .....	25
4.1	Konesuuntainen säätö .....	25
4.2	Poikkisuuntainen säätö .....	26
4.3	Profiilien merkitys kartongin laadulle .....	27
4.3.1	Päällystemäärät asemittain ja kokonaispäällystemäärä.....	27
4.3.2	Paksuus.....	30
4.3.3	Kosteus.....	30
4.3.4	Kiilto .....	31
4.3.5	Vaaleus .....	32
5	TULOSTEN ANALYSOINTI .....	34
5.1	Kyselyn tuloksia .....	34
5.2	Päällystysasemien säätö .....	35
5.2.1	Päällystysasema 1.....	36
5.2.2	Päällystysasema 2.....	40
5.2.3	Päällystysasema 3.....	43
5.2.4	Päällystysasema 4.....	47
6	POHDINTA.....	51
	LÄHTEET.....	53
	LIITTEET .....	54
	Liite 1. Kyselylomake .....	54

Liite 2. Sääntötaulukko.....57

**ERITYISSANASTO**

2-sigma	keskihajonnasta kertova arvo, joka kertoo, mille alueelle satunnaisesta kohdasta valittu arvo menee 95 %:n todennäköisyydellä keskiarvosta
peak to peak	minimin ja maksimin erotus
applikointi	annostelu
pasta	päällysteseos
PK	paperikone
BM	kartonkikone
raina	paperikoneella kulkeva paperirata
MD	(Machine Direction), konesuunta
CD	(Cross Direction), poikkisuunta
neliömassa	$\text{g/m}^2$
LWC	Light Weight Coated

## 1 JOHDANTO

Päällysteprofiilien hallinnalla tarkoitetaan päällystemäärän pitämistä mahdollisimman samana kartongin koko alueella, sekä kone-, että poikkisuunnassa. Päällystemäärää mitataan mittaraameilla päällystysasemien jälkeen. Mittausten tulokset nähdään tietokoneen ruudulta profiilimuodossa. Profiilista nähdään mihin kohtaan päällystettä menee haluttua enemmän ja mihin puolestaan vähemmän.

Profiilia voidaan säätää päällystysasemilla olevilla säätökaroilla. Säätökarat ovat kartonkikoneen poikkisuunnassa 150 mm:n välein olevia ”pultteja”, jotka kiristettäessä painavat kaavinterää lähemmäs kartongin pintaa, jolloin kartongin pintaan jää vähemmän päällystettä. Karoja kääntelemällä saadaan aikaan mahdollisimman suora päällysteprofiili, jolloin päällysteen puolesta kartonki olisi laadultaan identtistä koko koneen leveydeltä. Päällysteellä ei kuitenkaan pystytä korjaamaan pohjapaperissa jo valmiina olevia virheitä.

Konesuunnassa päällystemäärää säädellään kaavinterän kulmaa kartonkia kohden muuttamalla ja terän kuormitusta säätämällä. Terän kuormitustapoja on kaksi erilaista. Toisessa tavassa päällystysasemalla terän kyljessä on kuormituslista, joka liikuttaa terää kuormituksen mukaan. Toinen tapa on kuormitusletku, jonka sisäinen paine vaikuttaa terän kuormitukseen.

Työn teoriaosassa käsitellään päällystyksen vaikutusta lopputuotteeseen, sekä erilaisten päällystysmenetelmien vertailua. Lisäksi teoriassa perehdytään paremmin teräpäällystyksen päällysteprofiilien hallintaan ja huonojen päällysteprofiilien vaikutukseen kartongin eri ominaisuuksiin.

Kokeellisessa osassa selvitettiin eri asemien säätökaroille päällystemäärävasteet. Tämä suoritettiin säätämällä profiilit suoriksi ja laskemalla saaduista tuloksista, kuinka paljon yksi kierros säätökarassa muuttaa päällystemäärää asemien eri kohdissa. Lisäksi työssä tuli selvittää tavoitearvot ja toimenpiderajat käyttäen 2-sigma- ja peak to peak- arvoa.

## 2 METSÄ BOARD

Metsä Board, entinen M-real, on Euroopan johtava taivekartongin ja liner-kartongin tuottaja. Tämän lisäksi Metsä Board on merkittävä paperin toimittaja (toimistopaperi, tapettipohjapaperi). Sillä on Euroopassa yhdeksän tuotantolaitosta kolmessa eri maassa (Suomi, Ruotsi ja Saksa), joissa se työllistää yhteensä noin 3300 henkilöä. Metsä Boardin tuotteet on jaettu kahteen ryhmään: kartonki, ja paperi ja sellu (Metsä Board 2012).

Metsä Board on osa Metsä Groupia, yhtä maailman suurimmista metsäteollisuus konserneista. Yrityksen liikevaihto vuonna 2011 oli 2,5 miljardia euroa (Metsä Board 2012).

### 2.1 Metsä Board Kyro

Metsä Board Kyro sijaitsee Kyröskoskella Hämeenkyrössä, noin 40 km Tampereelta Vaasaan. Tehdas on alkujaan perustettu vuonna 1870, jolloin se tuotti puuvillaa. Jo kaksi vuotta myöhemmin tehtaalla alettiin valmistaa mekaanista massaa. Kartongin tuotanto tehtaalla alkoi vuonna 1878.

Tänä päivänä, reilu 140 vuotta myöhemmin tehdas työllistää 245 henkilöä. Tehtaalla tuotetaan tapetin pohjapaperia paperikone 3:lla (PK3), jonka kapasiteetti on 105 000 t/a ja taivekartonkia kartonkikone 1:llä (BM1) 190 000 t/a. Tehtaalla toimii lisäksi oma hiomo, joka tuottaa hioketta ainoastaan PK3:lle syksystä 2012 lähtien, jolloin BM1 siirtyi hiokkeettomaan tuotantoon. Tehtaalta löytyy myös oma biologinen jätevedenpuhdistamo ja höyryvoimalaitos. Uusi biovoimalaitos otettiin tehtaalla käyttöön syksyllä 2012 (Metsä Board 2012).





KUVA 1. Metsä Boardin Kyröskosken tehdas

## 2.2 Kartonkikone 1, BM1

Kartonkikone 1 on Tampellan vuonna 1957 valmistama kone, joka on 3,30 m leveä. Koneen ajonopeus on maksimissaan 600 m/min, tuotettavasta lajista riippuen. Sillä tuotetaan korkealaatuista taivekartonkia elintarvike-, kosmetiikka-, lääke- ja tupakkapakkauksiin. Tuotteina ovat Avanta Prima, Carta Elegia, sekä erilaiset tupakkalajit (esim. Kyro CX Lite). Avanta Prima on pinnalta (painettavalta puolelta) kolmeen kertaan päällystetty tuote. Sen neliömassa vaihtelee 200–360 g/m<sup>2</sup>. Avanta Prima soveltuu flexo-, arkkioffset- ja syväpainatukseen. Carta Elegia eroaa Avanta Primasta reseptiensä lisäksi taustan päällystekerroksella. Neliömassa kyseiselle lajille vaihtelee välillä 200–380 g/m<sup>2</sup>. Carta Elegia voidaan painaa edellä mainittujen painatusmenetelmien lisäksi silkipainolla. Tupakkalajien neliömassat vaihtelevat ainoastaan välillä 200–215 g/m<sup>2</sup>. Kaikki tupakkalajit päällystetään myös pinnalta kolmeen kertaan, mutta lajista riippuen myös tausta päällystetään kertaalleen.

Koneeseen kuuluu kolme erillistä perälaatikkoa, eli kartonki koostuu kolmesta kerroksesta: tausta, runko ja pinta. Viiraosana kaikilla kerroksilla on tasoviira, mutta runko-osalla on lisäksi vedenpoistoa parantava yläviirayksikkö.

Viiraosan puolivälissä kerrokset yhdistetään ja raina kulkeutuu pick-up-huovan ohjaamana puristinosalle. Puristinosa koostuu kolmesta nipistä, joista keskimmäisenä on kenkäpuristin, jossa puristinaika on huomattavasti pidempi kuin normaalissa nipissä,

jolloin vedenpoisto paranee. Puristinosan jälkeen raina menee etukuivatusryhmille, joita koneesta löytyy viisi kappaletta.

Etukuivatusryhmien jälkeen koneesta löytyy jenkkisylinteri. Kyseistä sylinteriä käytetään tupakkalajeilla pinnan ominaisuuksien parantamiseksi. Muilla lajeilla rainaa ajetaan irti jenkistä. Jenkin jälkeen koneessa on vielä kaksi kuivatusryhmää ennen liimapuristinta. Liimapuristin perustuu filminsiirtoon ja sillä estetään päällystepastan liiallinen tunkeutuminen rainan sisään. Pintaliimaus tehdään kartongin molemmille pinnoille. Liima kuivataan sähköinfralla ja kuivatusryhmällä, minkä jälkeen tulee esikalanteri. Esikalanterin tehtävänä on tasoittaa kartongin paksuuseroja ja tiivistää pintakerrosta.

Esikalanterin jälkeen seuraa päällystysosa. Päällystysosa koostuu neljästä eri päällystysasemasta, sekä erilaisista kuivatusmenetelmistä, kuten infra- ja leijukuivaimista. Kahden ensimmäisen aseman jälkeen rataa kuivataan lisäksi kuivatusryhmällä, kuten myös päällystysosan jälkeen.

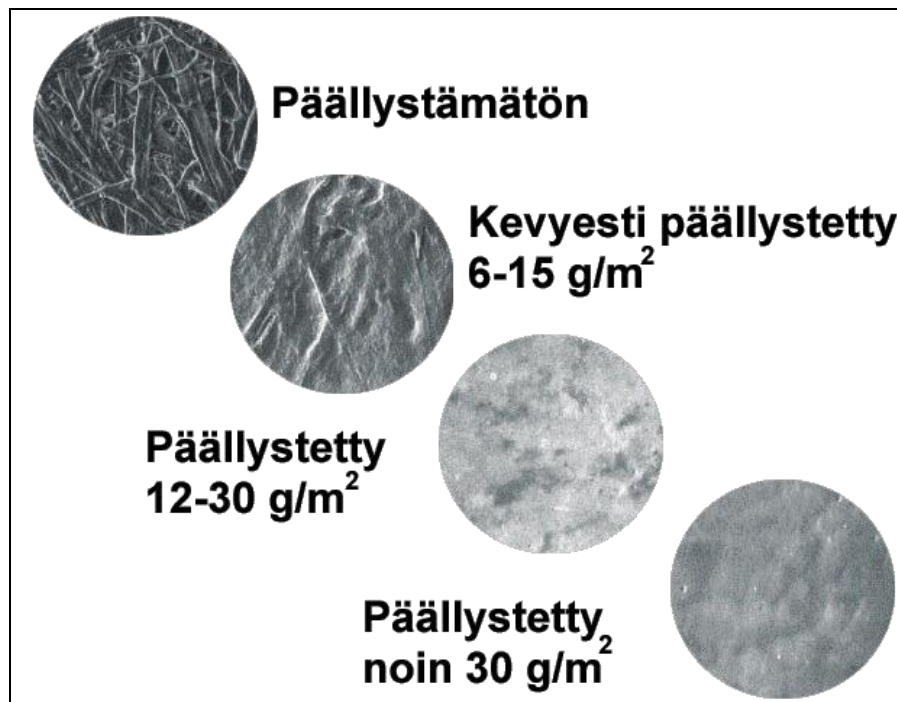
Päällystysosan kuivatusryhmän jälkeen kartonki kalanteroidaan vielä soft-kalanterilla (toinen tela pehmeä), jotta kartongin kiilto saadaan halutuksi. Kalanterin jälkeen kartonki rullataan pope-rullaimella. Konerullan valmistuttua se nostetaan pituusleikkurin aukirullauspukille. Pituusleikkurilla leikatut asiakasrullat kulkevat lamellikuljettimia pitkin rullapakkaukseen, mistä edelleen lähetysosastolle, missä ne lastataan rekkoihin.

### 3 PÄÄLLYSTYS

Paperia on päällystetty lähes siitä asti kun paperia on valmistettu. Varhaisimmat säilyneet todisteet tästä ovat Kiinasta 450-luvulta. Löydetyt paperit on käsitelty tärkkelyksellä ja kipsillä. Sittemmin päällystyksen kehitykseen ovat vaikuttaneet myös arabit, jotka toivat tekniikan myös Eurooppaan 1100-luvulla (Van der Reyden, 2).

Päällystys on yksi olennainen osa taivekartongin valmistusta. Sillä tarkoitetaan kartongin pinnoittamista erilaisilla aineilla, kuten esimerkiksi pigmenteilla, sideaineilla, vahoilla, muoveilla tai näiden yhdistelmillä. Päällyste, joka sisältää pigmenttiä (esim. kaoliini, karbonaatti, talkki) ja sideainetta (esim. tärkkelys, lateksit), levitetään yleensä vesiseoksena rainan pintaan tasaiseksi kerrokseksi, minkä jälkeen sen sisältämä ylimääräinen vesi haihdutetaan erillisillä päällysteen kuivaamiseen tarkoitetuilla laitteilla. Päällystystapahtuma koostuu kahdesta vaiheesta, päällystyspahan applikoinnista, eli sivelystä ja päällysteen tasoituksesta. Joissakin menetelmissä nämä vaiheet on kuitenkin yhdistetty (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2006, 184).

Päällystys voidaan tehdä kartongin molemmille pinnoille ja useaan kertaan. Yhdellä kerroksella päällystettä ei usein saavuteta haluttuja laatuarvoja tuotteelle, joten kartongit päällystetään pinnasta yleensä kahteen tai jopa kolmeen kertaan (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2006, 184). Kuvassa 2 on esitettyä päällystemäärän vaikutus paperin pintaan.



KUVA 2. Erilaisia päällystemääriä (KnowPap 2011)

### 3.1 Päällystyksen tavoitteet

Päällystyksen tarkoituksena on parantaa kartongin painettavuusominaisuuksia ja ulkonäköä täyttämällä kartongin pinnan epätasaisuuksia. Sanotaan, että lopputuotteen laadun ratkaisee kuitenkin 80 % pohjapaperi. Näin ollen päällystyksellä ei voida peittää rainan virheitä, vaan päällystys pikemminkin korostaa pohjapaperin virheitä. Hyvän lopputuloksen saavuttamiseksi vaaditaan näin ollen onnistumista sekä pohjapaperin valmistuksessa, että päällystyksessä. Mitä enemmän kartongin neliömassasta on päällystettyä, sitä enemmän säästetään kuituraaka-aineissa. Samalla saadaan korkealuokkaisempaa tuotetta, jolla on parempi hinta. Taulukossa 1 on esitettyinä päällystyksen vaikutuksia kartongin eri ominaisuuksiin (KnowPap 2011).

TAULUKKO 1. Päällistyksen vaikutukset (+ lisää, - vähentää) (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2006, 184)

Ominaisuus	muutos
Painoväriin tarve	-
Väriin leviäminen	-
Painojäljen terävyys	+
Painojäljen kiilto	+
Opasiteetti	+
Läpipainaminen	-
Vaaleus	(yleensä) +
Pölyävyys	-

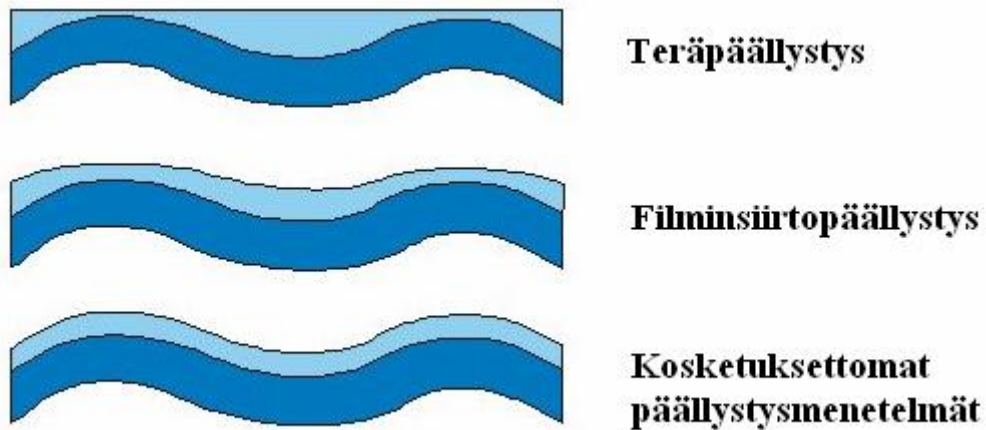
Päällistyksellä tuottajat saavat lisäksi tehtyä erilaisia yksilöllisiä tuotteita, joista asiakkaat voivat valita sopivimman omaan käyttötarkoitukseensa.

### 3.2 Päällistysmenetelmät

Päällistysmenetelmiä on olemassa monenlaisia ja niillä on usein eri käyttökohteet. Menetelmän valintaan vaikuttavat tehtaalla tuotettava paperilaji, paperikoneen ratanopeus, sekä haluttu päällistemäärä.

Yleisimmin käytössä oleva päällistysmenetelmä on teräpäällistys eri muodoissa. Kuitenkin yhä useammin teräpäällistysasemia on korvattu muilla menetelmillä hukka-aikojen pienentämiseksi ja samalla tuotannon tehostamiseksi.

Kuviosta 1 näkee päällisteen asettumisen paperin pintaan eri menetelmissä.



KUVIO 1. Pastan asettuminen pohjapaperin pintaan eri päällystysmenetelmillä (Saukkonen 2008, 14)

### 3.2.1 Teräspäällystys

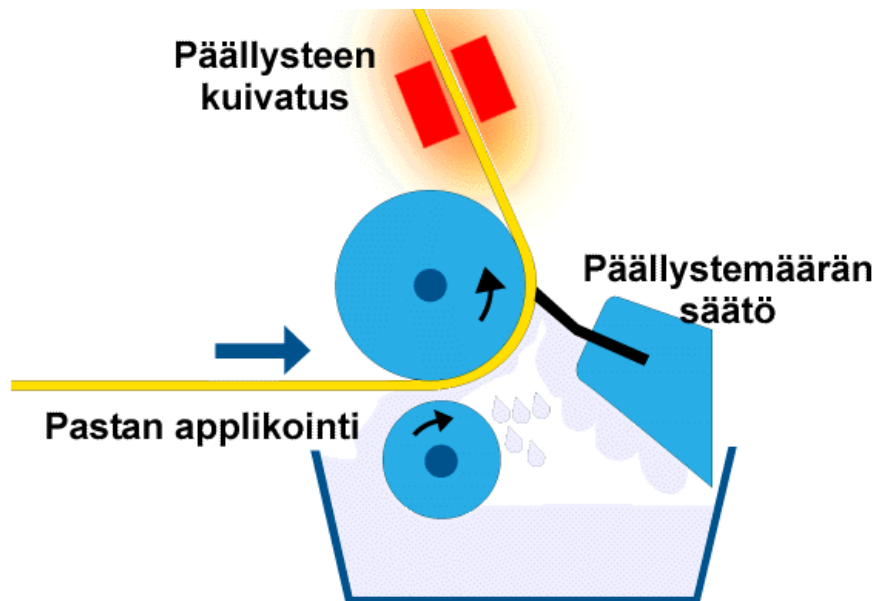
Kaikilla teräspäällystysmenetelmillä on yhteistä se, että ylimääräinen pasta kaavitaan pois paperin pinnasta terän avulla. Ero niiden välillä syntyy pastan applikoinnissa. Eri applikointimenetelmät ovat sivelytela-applikointi, suutinapplikointi ja lyhytviipymäapplikointi. Niillä kaikilla on omat hyvät puolensa ja heikkoutensa verrattuna toisiinsa. Myös pastan kaavinnalla saadaan aikaan eroja.

Kaavinterän asento rataan nähden vaikuttaa lopputuotteen laatuun suuresti. Kaavintaan käytetään 0,3–0,6 mm paksua jousiteräksestä valmistettua terää. Teräspäällystyksessä käytetään sekä matala-, että korkeakulmateriaa. Matalakulmaterät ovat tyypillisesti viisteeltään 4–8°. Pienen kulman ansiosta kiinteät partikkelit menevät helpommin terän alta pohjapaperin mukana, jolloin vältetään paremmin teräviiruilta (KnowPap 2011).

#### 3.2.1.1. Sivelytela-applikointi

Sivelytela-applikoinnissa paperirata kulkee applikointitelan ja vastatelan välistä. Applikointitela on pasta-altaassa, joten pyöriessään se nostaa pastaa paperin alapinnalle noin 200–250 g/m<sup>2</sup>, riippuen eri tekijöistä, kuten nippiraosta, telojen halkaisijoista ja pastaseoksen ominaisuuksista. Telojen välisessä nipissä syntyvä paine on melko suuri, 0,3–1,0 bar, joten pastaa tunkeutuu voimakkaasti paperirataan. Lisäksi välimatka nipin

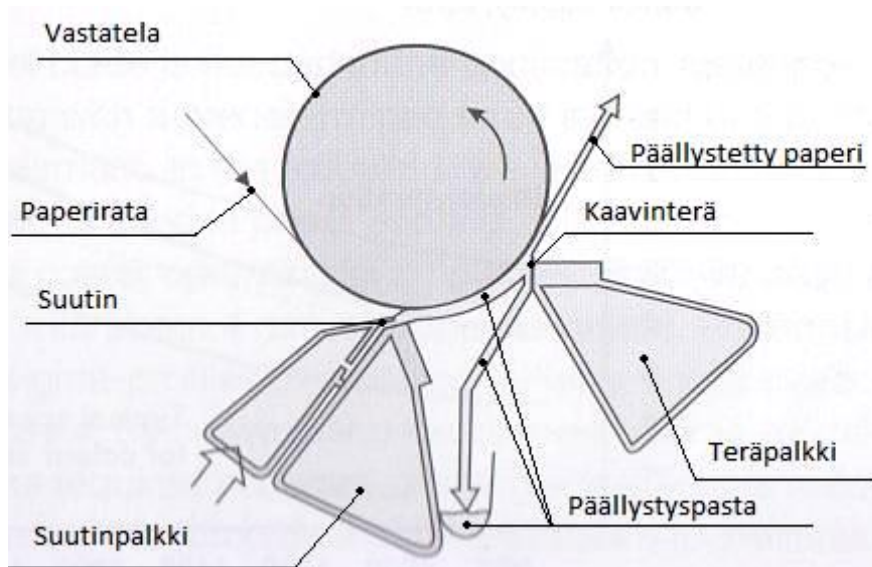
ja terän välillä on melko pitkä, 0,5 m, että paperin huokokset ehtivät imeä pastaa huokosiinsa. Välimatka saa myös pohjapaperin kuidut turpoamaan ennen kaavintaa terällä, minkä johdosta sivelytelalla saadaan korkeat päällystemäärät yhdellä kerralla. Sivelytelalla on tärkeää, että nippirako on koko ajan täynnä pastaa, jottei paperiin tule pastattomia kohtia, eli skippingiä. Pastan määrään raossa voidaan vaikuttaa etenkin nippiraon suuruudella ja sivelytelan nopeudella (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2006, 191–192). Kuviossa 2 näkyy sivelytela-applikoinnin toimintaperiaate.



KUVIO 2. Teräpäällystysasema sivelytela-applikoinnilla (KnowPap 2011)

### 3.2.1.2. Suutinapplikointi

Suutin-, eli jet-applikoinnissa päällystypasta tuodaan paperiradan pintaan suoraan suuttimella. Suutinapplikoinnilla on huomattavasti pienempi pastan pumppaustarve, kuin applikointitelalla. Pastaa applikoidaan paperin pintaan 130–220 g/m<sup>2</sup>, kun vastaava määrä applikointitelalla oli 200–250 g/m<sup>2</sup>. Tästä seuraa kaavinterän vähäisempi kuormituksen tarve, joten ajettavuus paranee. Alhaisempi kuormitus saa lisäksi aikaan terien pidemmän kulutusikänsä (Kulmala 2006, 10–11). Kuviossa 3 näkyy suutinapplikoinnin periaate.



KUVIO 3. Teräpäälystysasema suutinapplikoinnilla (Keränen 2010)

Myös applikointivaiheessa syntyvä painepulssi on alhaisempi (0,3 bar) kuin applikointitelan nipissä syntyvä. Näin ollen pohjapaperiin imeytyvän kosteuden määrä on alhaisempi. Pitkän viipymäajan aikana kostuminen on samaa luokkaa sivelytela-applikoinnin kanssa. Koska suutinapplikoinnissa ei ole ratanopeutta rajoittavaa applikointitelaa, ovat sen ajonopeudet huomattavasti laajemmat kuin sivelytelalla. Suutintekniikalla onkin päälystetty tuotannossa jopa 1800 m/min nopeudella. Korkeissa nopeuksissa kuitenkin radan pinnassa tuleva ilma alkaa haitata laitteen stabiiliutta. Lisäksi pastan konekierto tulee varustaa ilmanerottimella, jotta vältetään päälystämättömiltä laikuilta, joita ilmakuplat saavat helposti aikaan. (Keränen 2010)

Pohjapaperin vähäisen kostumisen ja hyvän reunojen hallinnan vuoksi suutinapplikointi on ajettavuudeltaan suurilla nopeuksilla lähellä lyhytviipymäapplikointia ja erityisesti ohuilla puupitoisilla lajeilla selvästi sivelytela-applikointia parempi vaihtoehto. Kuitenkin koko ratanopeusalueella tarkkailtaessa lyhytviipymäapplikointi on yhä ajettavuudeltaan paras. (Keränen 2010)

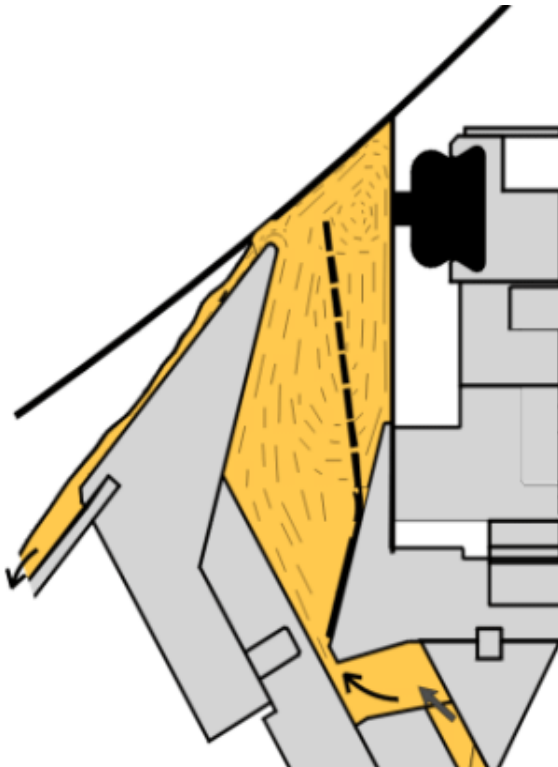
### 3.2.1.3. Lyhytviipymäapplikointi

SDTA (short dwell time application), eli lyhytviipymäapplikointi on teräpäälystysmuoto, jossa päälystyspasta pumpataan kaavinterän taakse. Näin ollen etäisyys pastan applikoinnin ja kaavinnan välillä on ainoastaan 30–50 mm. Lyhyestä viipymäajasta



johtuen, pohjapaperin kostuminen on huomattavasti vähäisempää verrattuna muihin teräpäällystyksen applikointimenetelmiin, joten päällysteen kuivaamiseen ei tarvita niin paljon energiaa. Huonona puolena lyhytviipymäapplikoinnissa on kuitujen turpoaminen vasta kaavinterän jälkeen, josta syntyy kuitujen karhentumaa, mikä vaikuttaa paperin sileyteen (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2006, 192–193).

Kammion, johon pasta pumpataan, yksi seinä muodostuu liikkuvasta paperiradasta. Jotta paperiradan liikkumisesta syntyvä turbulenttinen virtaus kammiossa saadaan laminaariseksi paperin pinnalla, on kammiossa patoterä. Ilman patoterää pastavirtaukset olisivat erilaisia päällystysaseman eri positioidissa, jolloin paperin pintaan syntyy helposti viiruja ja vanoja. Päällystemäärä kyseisellä menetelmällä on 6–11 g/m<sup>2</sup>. Suuremmilla päällystemäärillä poikkisuuntainen päällysteprofiili heikkenee huomattavasti (KnowPap 2011). Kuviossa 4 on esitettyä SDTA päällystysaseman periaate, sekä kammiossa olevan patoterän toiminta.



KUVIO 4. Teräpäällystysaseman toimintaperiaate lyhytviipymäapplikoinnilla (KnowPap 2011)

Lyhytviipymäapplikointia käytetään yleisesti kertaalleen päällystettävien, hyvää ajettavuutta vaativien papereiden, kuten LWC-paperin päällystykseseen. Muissa

paperilajeissa menetelmää voidaan käyttää esipäällystykseen ja pintakäsittelyyn. Kartonkien päällystykseen menetelmää ei juuri käytetä (Linnonmaa 2009, 474).

### 3.2.2 Sauvapäällystys

Sauvapäällystysasemassa kaavinterä on korvattu pyörivällä kaavinsauvalla. Sauva on 10–20 mm paksu ja se on sijoitettuna koko koneen poikkisuunnassa olevaan tukirakenteeseen, eli kehtoon. Sauva pyörii yleensä muovista valmistetussa kulutusta kestävässä kehossa paperiradan kulkusuuntaan nähden vastakkaiseen suuntaan. Kehtoon syötetään vettä jäähdyttämään ja voitelemaan sauvaa (Welling 2012, 26–27).

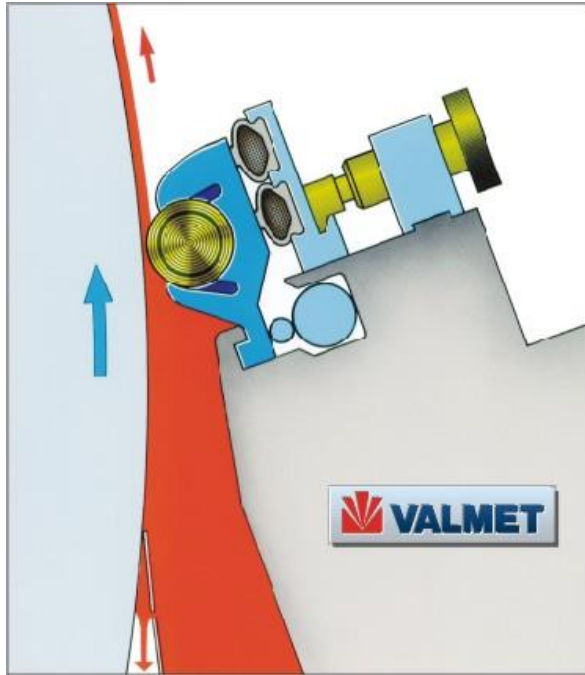
Sauvapäällystystä käytetään yleisesti kartonkien ja erikoispapereiden, kuten lämpöherkän paperin päällystyksessä. Sen suurimpana etuna on vähäisempi pohjapaperin kuormitus, sekä pyörivän sauvan johdosta vähäisempi viirutus. Pyörivä sauva palauttaa pastan mukana tulevat kiinteät partikkelit takaisin konekiertoon, kun ne teräpäällystyksessä jäävät herkästi terän ja rainan väliin aiheuttaen viiruja (Saukkonen 2008, 22–23).

Menetelmän suurimpana heikkoutena voidaan mainita päällystepinnan karheus. Tämän lisäksi sauvakaavauksella on teräkaavausta pienempi päällystemäärän säätöraja (5–9 g/m<sup>2</sup>). Lisäksi menetelmässä käytetään alhaisempia pastojen kuiva-ainepitoisuuksia (yli 40 %), jolloin pastan pumppaustarve on suurempi. Sauvapäällystys on lisäksi hankalampi hallita, sillä päällystemäärä on erittäin altis rainan kone- ja poikkisuuntaisille kireysvaihteluille, jolloin päällystemäärä vaihtelee (Keränen 2010).

### 3.2.3 Filmipäällystys

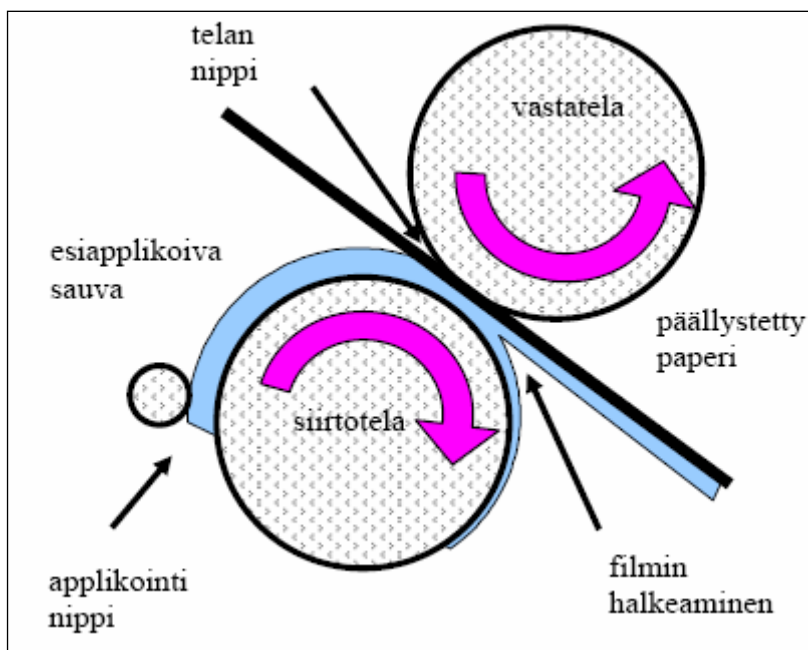
Filminsiirtolaitteet saivat alkunsa 1980-luvulla, jolloin niitä alettiin käyttää pintaliimauksessa. Sittemmin menetelmää alettiin käyttää pigmentoinnissa ja pigmenttipäällystyksessä. Filminsiirtopäällystyksessä päällystekerros muodostetaan aluksi pyörivälle telalle, josta se siirtyy paperirainan pintaan telojen muodostamassa nipissä. Tasainen pastakerros saadaan aikaan pyörivällä sauvalla, jonka kuormitus ja urien halkaisija määräävät päällystekerroksen paksuuden telan pinnassa.

Filminsiirtopäällystyksen etuna on mahdollisuus päällystää paperin molemmat puolet samaan aikaan applikoimalla nipin molemmat telat. Ajettavuuden kannalta etenkin puupitoisilla papereilla on kuitenkin suositeltavaa päällystää paperin eri puolet erillisillä asemilla (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2006, 196–198). Kuviossa 5 on esitettyä pastan levitys telan pintaan sauvan avulla.



KUVIO 5. Pastan applikointi filminsiirtopäällystyksessä (KnowPap 2011)

Päällystemäärän suuruus määräytyy lopullisesti nipissä, jossa päällystekerros telan pinnassa halkeaa. Halkeaminen tapahtuu tyypillisesti epätasaisesti siten, että 70–80 % päällysteestä siirtyy paperin pintaan ja loput jäävät applikointitelan pintaan. Halkeava pasta hankaloittaa ajettavuutta ja asettaa vaatimuksia päällystyspastalle. Pastan tulisi sisältää samaan aikaan korkean kuiva-ainepitoisuuden (65 %) ja mahdollisimman pienen viskositeetin. Pigmentin koolla ja kokojakaumalla on näin ollen suuri vaikutus lopputulokseen. Suurilla nopeuksilla pastan halkeaminen saa aikaan sumuamista. Sumuamisen seurauksena päällystepisarot laskeutuvat takaisin paperin pintaan tehden siitä epätasaisen (KnowPap 2011).



KUVIO 6. Filminsiirtopäälystysksen periaate (Saukkonen 2008, 25).

Filmipäälystyksellä saadaan paperin pintaan tasainen päälystemäärän paksuus ja peittävyys. Lisäksi päälysteen CD-profiili on helposti hallittavissa sauvan ansiosta, mikäli pohjapaperin formaatio on riittävän hyvä. Filmipäälystysksen etuna on lisäksi vähäinen tilantarve ja kulutusosien vähäisyys. Etenkin alhaisilla neliömassoilla filmipäälystys on näin ollen kilpailukykyinen vaihtoehto teräpäälystykselle (Keränen 2010).

### 3.2.4 Verhopäälystys

Verhopäälystys on toinen käytössä olevista kosketuksettomista päälystysmenetelmistä spray-päälystysksen ohella. Kosketuksettomilla menetelmillä saavutetaan paperille hyvä peittävyys ja opasiteetti alhaisella penetraatiopaineella. Kyseisissä menetelmissä ei tapahdu filmin halkeamista eikä niissä ole pohjapaperia kuormittavaa terää tai sauvaa. Menetelmillä saavutetaan säästöjä materiaaleissa, kuten terissä ja sauvoissa. Lisäksi saadaan koneelle parempi hyötysuhde, kun ei tarvitse vaihdella kyseisiä kulutusosia. Lisäksi päälysteen siirtyessä paperin pinnalle täysin kosketuksettomasti, vähenee ratakatkon riski suuresti (Kulmala 2006, 24–25).

Ennen pastan applikointia verhopäälystyksessä, täytyy radan pinnasta poistaa ilma, jotta se ei jää pastan ja radan väliin. Verhopäälystyksessä pasta levitetään ohuena

verhona paperin pintaan radan yläpuolella olevan suuttimen avulla. Laskeutuvan verhon reunat ohjataan takaisin pastan konekiertoon, sillä verho pyrkii kapenemaan laskeutuessaan kohti paperin pintaa, jolloin verhon paksuus kasvaa reunoissa. Kuitenkin kaikki pasta, joka menee paperin pintaan, myös jää siihen, joten konekierto voi olla suhteessa paljon pienempi kuin menetelmissä, joissa ylimääräinen pasta kaavitaan pois paperin pinnasta. Kuvassa 3 näkyy verhopäällystysaseman toimintaperiaate, vaikka paperirata ei olekaan kuvassa päällä (Keränen 2010).



KUVA 3. Verhopäällystysasema (Capella Technology Inc)

Verhopäällystyksessä päällysteprofiilien hallinta on suhteellisen helppoa, koska siinä ei tarvitse säädellä radan poikkisuunnassa olevia säätökaroja. Muuttuvia tekijöitä menetelmässä on suuttimen etäisyys radasta, eli nopeus, joka verholla on saapuessaan radan pintaan. Mitä pidempi välimatka suuttimella on, sitä enemmän pasta ehtii kiihtymään matkan aikana. Etenkin ohuilla verhoilla saattaa tulla ongelmia ympäröivien ilmavirtausten kanssa, jotka saattavat jopa katkaista verhon. Verhopäällystystä käytetään kartongilla alle 600 m/min nopeudessa, erikoispapereilla 400–1300 m/min nopeuksilla, sekä painopapereilla 800–1500 m/min nopeuksilla. Suurimpana rajoittavana tekijänä alhaisilla nopeuksilla on verhovirtauksen hallinta. Virtaus on usein liian suuri, jolloin paperin pintaan kertyy toisiin kohtiin enemmän pastaa kuin toisiin, jolloin konesuuntainen profiili heikkenee huomattavasti. Korkeilla nopeuksilla suurilla

pastamäärillä rajoittavaksi tekijäksi muodostuu suuttimesta ulos tuleva virtaus, kun verhon täytyisi olla paksu (Kulmala 2006, 26).

### 3.2.5 Spray-päällystys

Spray-päällystyksessä pasta pumpataan korkealla paineella suuttimien läpi. Kohdatessaan ilmakehän suuttimen jälkeen, pasta atomisoituu pieniksi pisaroiksi nopeuden laskemisen myötä. Pisarat ovat yleisesti kokoluokkaa 20–40  $\mu\text{m}$ , joten pastan viskositeetin tulee olla alhainen, jotta pisaroista saadaan tasainen 5–10  $\mu\text{m}$  paksu päällystekerros paperin pintaan. Pastan täytyy lisäksi olla alhaisemmassa kuiva-ainepitoisuudessa (50–60 %), kuin esimerkiksi teräpäällystyksessä. Tästä seuraa suurempi kuivatuksen tarve päällystyksen jälkeen. Kuvassa 4 näkyy, kuinka pasta muuttuu pisaroiksi suuttimen jälkeen (Saukkonen 2008, 31–34).



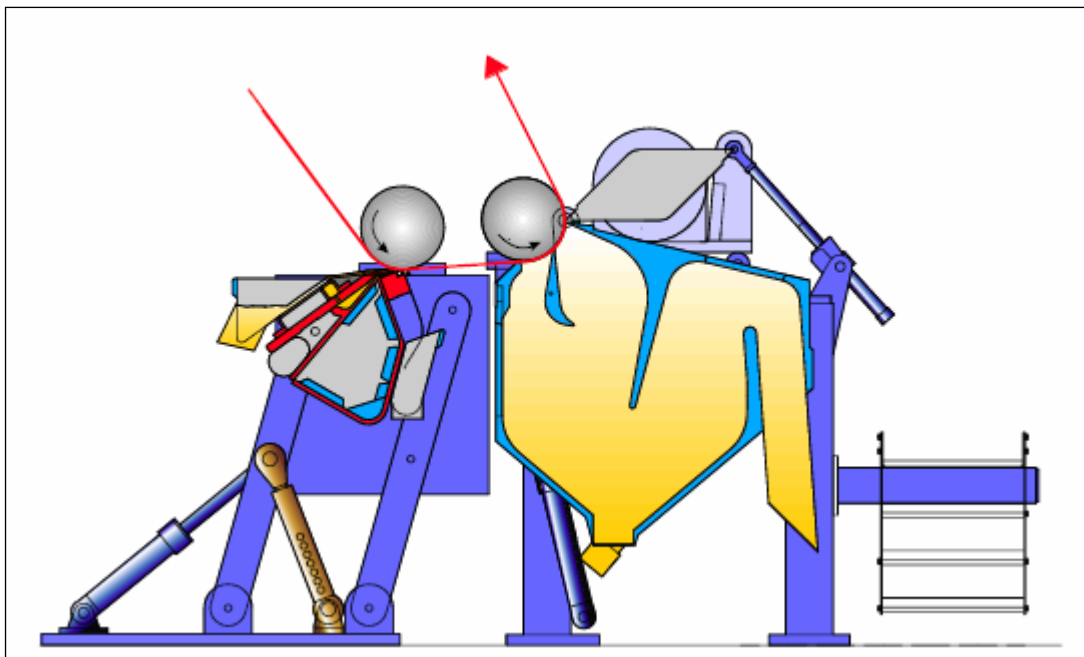
Kuva 4. Pastan suihkutusta spray-päällystyksessä (Tyrväinen 2001)

Spray-päällystykselle ei ole nopeudellisia rajoituksia. Menetelmällä päästään lisäksi laatuun heti, kun pastaa aletaan pumpata, toisin kuin teräpäällystyksessä. Suuttimet täytyy vaihtaa keskimäärin kahdeksan päivän välein, joten hukka-aika on huomattavasti pienempi kuin teräpäällystyksessä. Lisäksi spray-päällystyksellä voidaan päällystää paperin molemmat puolet samanaikaisesti (Kulmala 2006, 22).

### 3.2.6 Ilmaharjapäälylysty

Ilmaharjapäälylystyä käytetään lähes yksinomaan kartongin päälylystyksessä. Syynä tähän on alhainen ajonopeus, maksimissaan 400 m/min. Yhä kasvavien konenopeuksien myötä ilmaharjapäälylystyksyköitä korvataan muilla menetelmillä (Saukkonen 2008, 23).

Ilmaharjapäälylystyksessä pasta applikoidaan radan pintaan yksi- tai useampitelaisella applikointilaitteella. Myös suutinapplikoointia käytetään kyseisessä menetelmässä. Applikoinnin jälkeen ylimääräinen pasta poistetaan ilmasuihkun avulla. Kuviossa 7 on esitettyä ilmaharjapäälylystyksen toiminta. Kuviossa keltaisella värillä näkyvä alue on sumukammio, joka kerää puhalluksessa syntyvät sumupisarat, jolloin ne eivät päädy takaisin radan pintaan (Keränen 2010).



KUVIO 7. Ilmaharjapäälylystyksykö suutinapplikoinnilla (Saukkonen 2008, 24)

Ilmaharjapäälylystyksellä saadaan aikaan hyvän peittökyvyn omaava päälylystekerros kartongille. Syynä tähän on puhallettavan ilman kulkeminen pohjapaperin muotoja myötäillen. Hukka-aikojen vähentämiseksi ilmaharjajyksikössä on usein kaksi erillistä suutinosaa, jolloin toista suutinta voidaan puhdistaa ajon aikana (Kulmala 2006, 18).

Ilmaharjajyksikön heikkoutena on etenkin edellä mainittu alhainen ajonopeus. Lisäksi menetelmässä käytetään melko alhaista päälylysteseoksen kuiva-ainepitoisuuksia ja

sumukammiosta huolimatta ilmaharjapäälystyksessä on suurempi pastahukka kuin muissa menetelmissä (Saukkonen 2008, 23).



## 4 PÄÄLLYSTEPROFIILIEEN SÄÄTÖ TERÄPÄÄLLYSTYKSESSÄ

Päällysteprofiilien säädöllä tavoitellaan mahdollisimman tasalaatuista tuotetta. Konesuuntainen profiili on helposti hallittavissa, sillä päällystemäärät vaihtelevat ainoastaan terän kulumisen ja pohjapaperin virheiden takia. Vaihtelu on näin ollen melko pientä. Poikkisuunnassa vaihtelu on huomattavasti suurempaa.

### 4.1 Konesuuntainen säätö

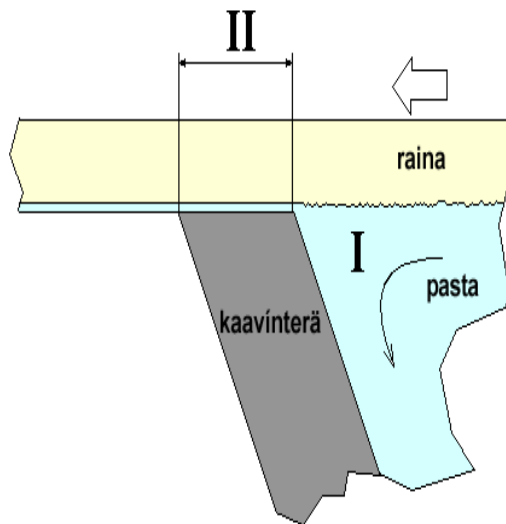
Kaavinterää voidaan kuormittaa kahdella eri tavalla. Joustava letkukuormitus sopii hyvin alhaisille päällystemäärille ja ohuille papereille. Letkukuormituksen etuna on terän joustavuus, minkä seurauksena ajettavuus paranee. Lisäksi terän tai vastatelan kuluminen ei vaikuta letkukuormitteisella terällä päällystemäärään merkittävästi (KnowPap 2011).

Toinen kuormitustapa on kuormituslista. Kuormituslistaa käytetään usein suurilla päällystemäärillä ja lujilla pohjapapereilla. Kuormituslistalla saadaan jäykkä terä, jolla on helppo hallita päällysteprofiileja etenkin koneen poikkisuunnassa (KnowPap 2011).

Päällystemäärä saadaan terästä riippuen joko kasvamaan tai vähenemään lisäämällä terän kuormitusta. Korkeakulmaterällä päällystemäärää alenee terän kuormitusta lisäämällä tai terän kulmaa kasvattamalla. Kuormitusta lisättäessä hydrodynaaminen voima terän viisteen ja paperiradan välillä kasvaa, kun kärkikulma pienenee. Tämän seurauksena tietyssä rajassa hydrodynaaminen voima tulee suuremmaksi kuin terää kuormittava voima, jolloin päällystemäärä alkaa kasvamaan kuormitusta lisättäessä (Kuvio 8). Terän kulumisen takia kuormituksia täytyy ajoittain muuttaa, jotta päällystemäärä ei kasva. Tämän vuoksi on kehitetty teriä, joiden kärki on keraaminen. Keraaminen terä kestää kulutusta huomattavasti teräksistä paremmin ja vaihtoväli terällä on 2–5 kertaa pidempi kuin normaaleilla terillä (Linnonmaa 2009, 483-487).

Kuviossa 8 on esitettyä kaavinterään vaikuttavat voimat päällystyksen aikana. Kaavinta-alueella (kuviossa alue I) terään vaikuttaa pois kaavittavan pastan suunnanmuutoksesta johtuva impulssivoima, joka pyrkii työntämään terää virtauksen

suuntaan. Terän kärjen alla (alue II) terään puolestaan vaikuttaa kitkavoima, rainan kuitujen aiheuttama tukivoima, sekä hydrodynaaminen voima, joka syntyy kitkallisesta virtauksesta kiilamaisessa raossa kaavinterän ja rainan välissä. Kaikki edellä mainitut voimat pyrkivät työntämään terää rainasta poispäin (KnowPap 2011).



KUVIO 8. Kaavinterään vaikuttavien voimien vaikutusalueet päällystyksen aikana. (KnowPap 2011)

Matalakulmaterillä päällystemäärä puolestaan kasvaa kuormitusta lisäämällä, koska tällöin kärkikulma pienenee. Muutos ei kuitenkaan ole pysyvä, vaan terä hioutuu ajan myötä takaisin viisteelleen, jolloin osa päällystemäärävasteesta menetetään (Linnonmaa 2009, 484).

#### 4.2 Poikkisuuntainen säätö

Etenkin leveillä koneilla teräpalkin taipuminen on ongelmana profiilin hallinnassa. Lämpötilaeroista johtuen teräpalkki laajenee joistakin kohdista enemmän kuin toisista. Tämä vaikuttaa terän suoruuteen paperirataan nähden. Palkin suoruutta voidaan mitata lasermittauksen avulla, jolloin saadaan selville palkin keskikohdan ja reunojen välinen positioero (Kulmala 2006, 14–15).

Lämpötilaeroja voidaan vähentää lämmöntasauspiireillä. Piirien sisällä kiertää vettä, jonka lämpötilaa voidaan muuttaa, jolloin palkin lämpötila saadaan pysymään

mahdollisimman vakiona. Vesien lämpötilojen muuttamisen vaikutus palkin taipumaan on kuitenkin suhteellisen hidasta, joten monissa palkeissa on lisäksi pneumaattinen taipumasäätö. Palkin sisällä on tällöin letku, jonka painetta muutettaessa muuttuu palkin taipuma (KnowPap 2011).

Teräpalkeissa on lisäksi poikkiprofilointiin käytettäviä säätökaroja. Karat ovat mekaanisesti kiinni terän kuormituselementissä tavallisesti 50–200 mm:n jaolla. Säätökaran avulla voidaan paikallisesti vaikuttaa kaavinterän kuormitukseen. Näin ollen paperiradan poikkisuuntaisista profiilieroista, terän kulumisesta, epätasaisesta applikoinnista ja teräpalkin taipumisesta johtuvia virheitä voidaan korjata päällystyksessä säätökarojen avulla aina karajaan tasolle asti (Kulmala 2006, 15).

Profiilin ollessa selkeästi vinossa radan poikkisuunnassa, voidaan profiilia säätää aseman päissä olevilla säätötunkeilla, jolloin päätyä, johon menee enemmän päällystettä, siirretään lähemmäksi vastatela ja päätyä, johon vähemmän, kauemmas vastatelasta. Näin profiili saadaan suoristumaan (KnowPap 2011).

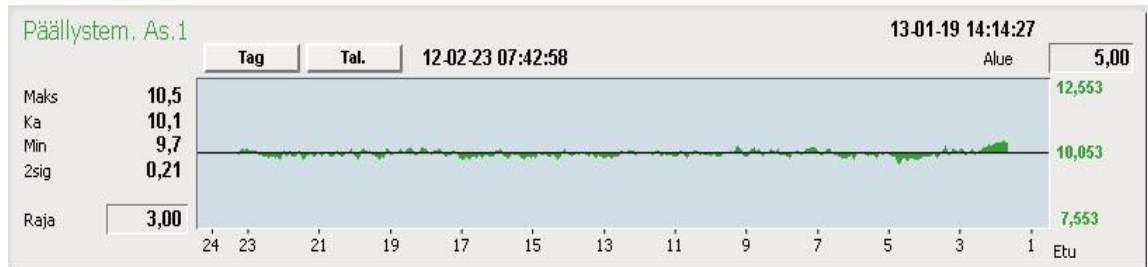
### **4.3 Profiilien merkitys kartongin laadulle**

Selvitin 19.1. tehdyillä säädöillä, kuinka paljon päällysteprofiilit vaikuttavat kartongin eri ominaisuuksiin. Tutkittuja kartongin ominaisuuksia olivat paksuus, kosteus, kiilto ja vaaleus. Koeajon aluksi otin kuvat kyseisistä profiileista, minkä jälkeen säädin kaikkien asemien päällysteprofiilit suoriksi. Tämän jälkeen otin uudet kuvat edellä mainituista profiileista, jolloin saadaan selville, onko päällysteprofiileilla vaikutusta niihin.

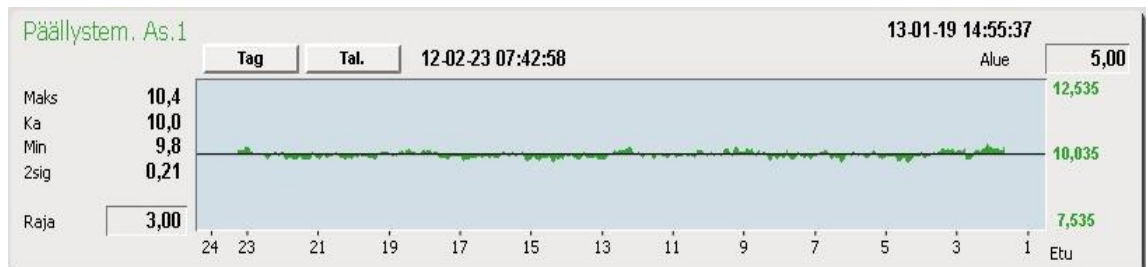
#### **4.3.1 Päällystemäärät asemittain ja kokonaispäällystemäärä**

Päällystemäärät on kuvattuna alla olevissa kuvissa asemittain, lähtökohta ensin ja säädön lopputulos tämän jälkeen. Tuotettava laji kyseisellä hetkellä oli Avanta Prima 220 g/m<sup>2</sup>, joten päällystysasema 2 ei ollut käytössä. Sillä, onko kartongin selkä päällystetty vai ei, ei pitäisi olla vaikutusta vaaleutta ja kiiltoa mitattaessa, sillä kyseiset mittaukset tehdään kartongin pinnasta. Sen sijaan kosteuteen ja paksuuteen sillä saattaa olla vaikutusta.

Päällystysasema 1:n profiili oli erittäin hyvässä kunnossa jo koeajoa aloitettaessa, joten säädön tarvetta ei juuri ollut. Pientä säätöä tein kuitenkin kahden ensimmäisen säätökaran kohdalla.

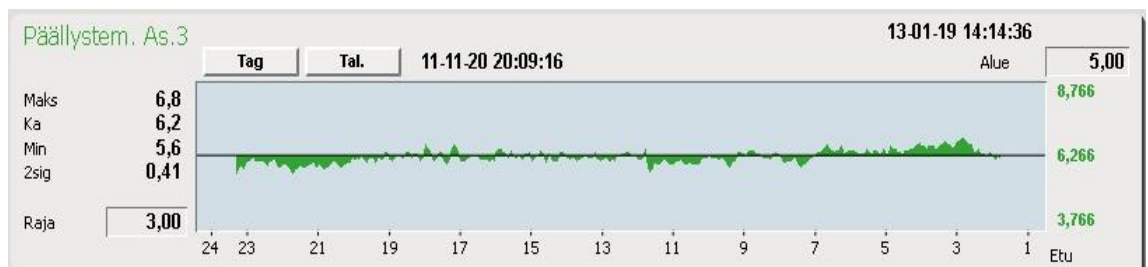


KUVIO 9. Päällystysasema 1:n profiili ennen säätöä

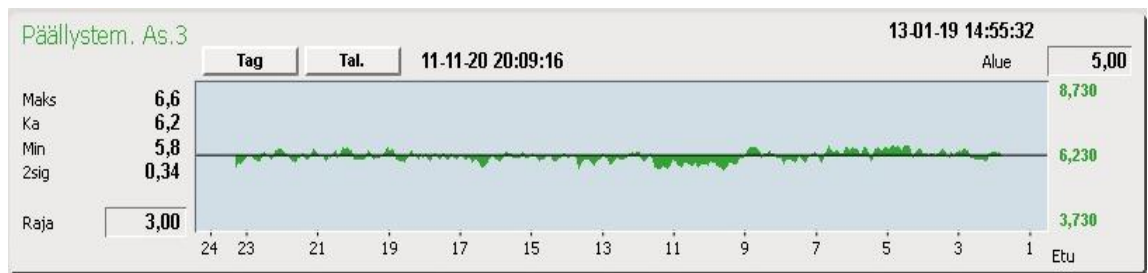


KUVIO 10. Päällystysasema 1:n profiili säädön jälkeen

Päällystysasema 3:lla säädön tarvetta oli hieman enemmän kuin päällystysasema 1:llä, muttei senkään profiili kovin huono ollut. Pienien säätöjen jälkeen profiili kuitenkin parani lähtökohtaan nähden.

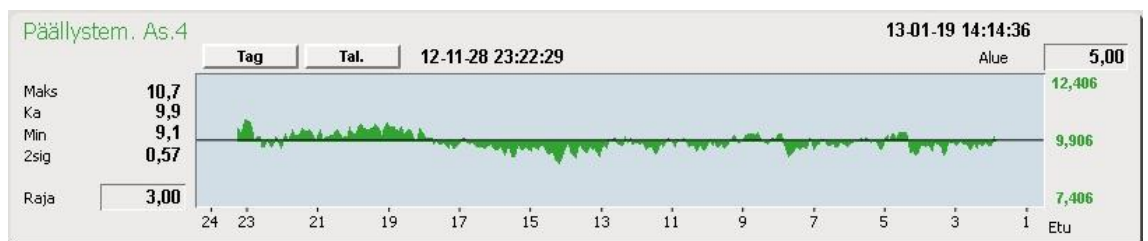


KUVIO 11. Päällystysasema 3:n profiili ennen säätöä

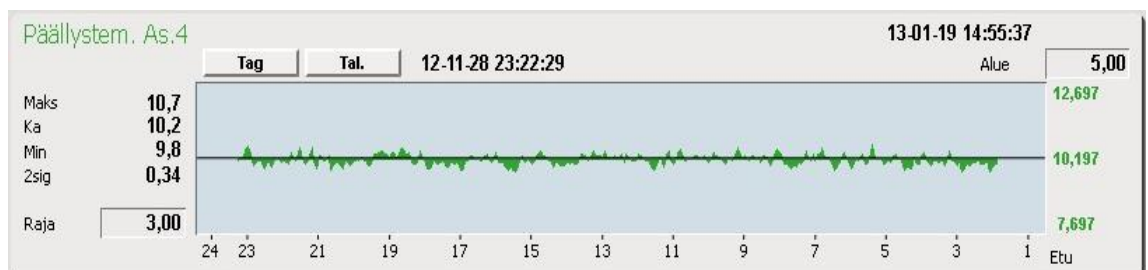


KUVIO 12. Päällystysasema 3:n profiili säädön jälkeen

Päällystysasema 4:lla säätöä joutui tekemään hieman enemmän. Profiili oli selvästi huonoin kaikista asemista, kuten yleensä. Koska päällystysasema 4 muodostaa päällimmäisen kerroksen kartongin pintaan, on sen profiilillakin näin ollen suurin vaikutus kartongin laatuun.

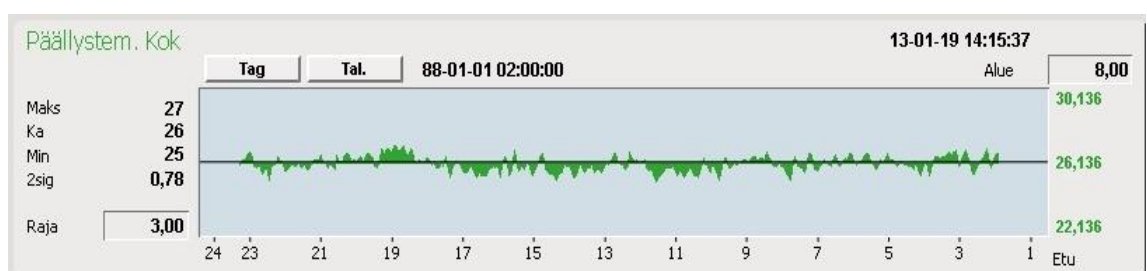


KUVIO 13. Päällystysasema 4:n profiili ennen säätöä

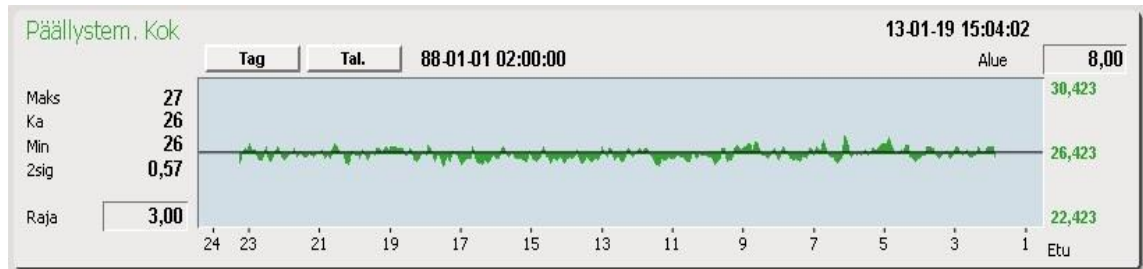


KUVIO 14. Päällystysasema 4:n profiili säädön jälkeen

Alla olevissa kuvioissa on esitetty kokonaispäällystemäärän profiilin muutos säätöjen vaikutuksesta.



KUVIO 15. Kokonaispäällystemäärä ennen asemien säätöjä



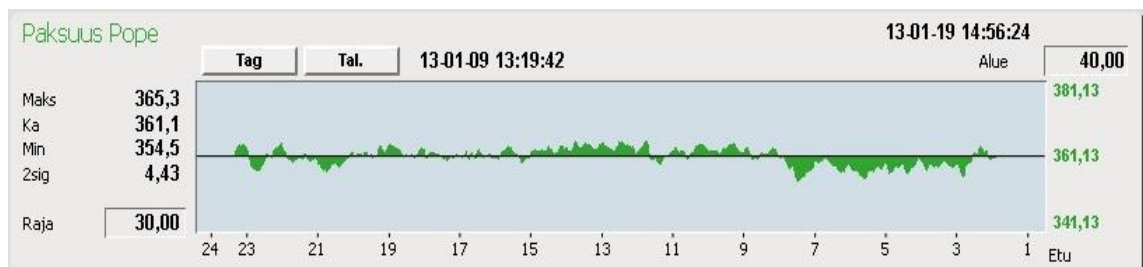
KUVIO 16. Kokonaispäällystemäärä asemien säätöjen jälkeen

### 4.3.2 Paksuus

Kartongin paksuudessa näkyy selkeä yhteneväisyys päällysteprofiilien kanssa. Paksuusprofiili ennen säätöä (Kuvio 17) on lähes samanlainen kuin kokonaispäällystemäärän profiili kyseisellä hetkellä (Kuvio 15). Päällysteprofiilien tasoituttua myös paksuusprofiili tasoittuu.



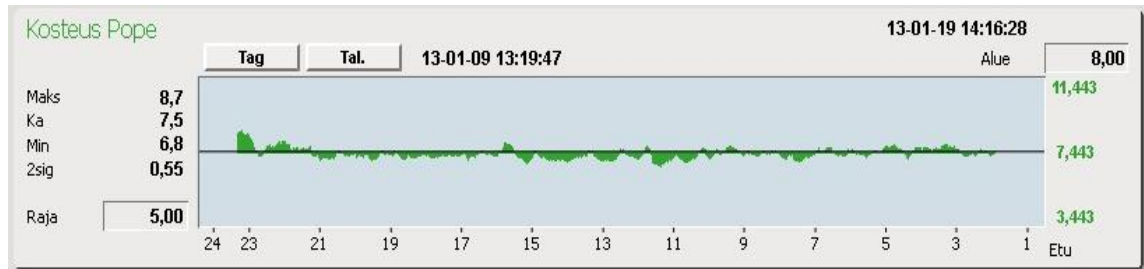
KUVIO 17. Kartongin paksuus popella ennen päällysteprofiilien säätöä



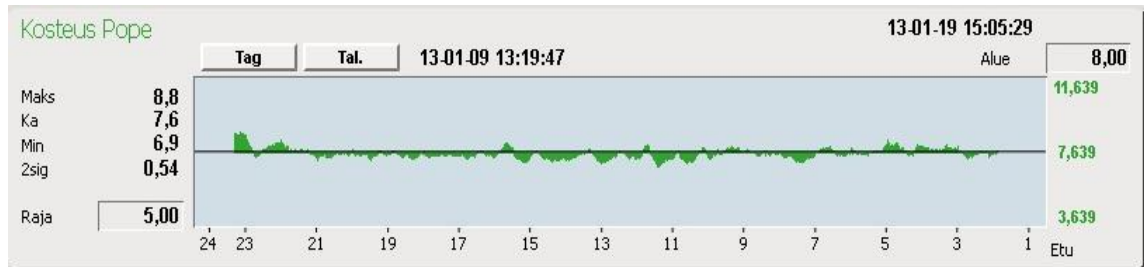
KUVIO 18. Kartongin paksuus popella päällysteprofiilien säädön jälkeen

### 4.3.3 Kosteus

Päällysteprofiilien vaikutus kartongin kosteuteen on saatujen tulosten mukaan olematon, sillä kosteusprofiilit ennen säätöä ja säädön jälkeen ovat keskenään aivan identtiset.



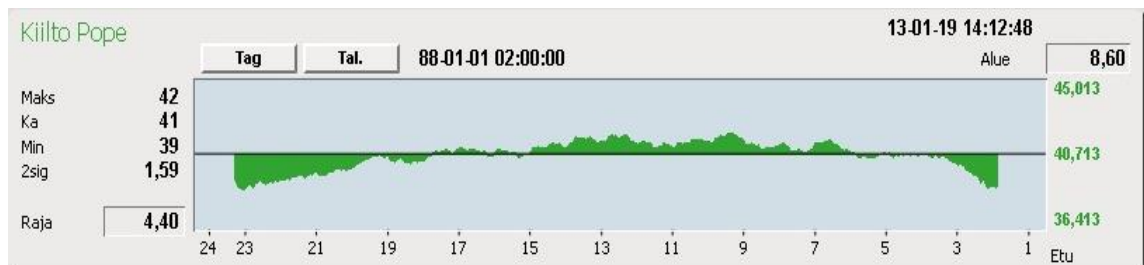
KUVIO 19. Kartongin kosteusprofiili popella ennen päällysteprofiilien säätöä



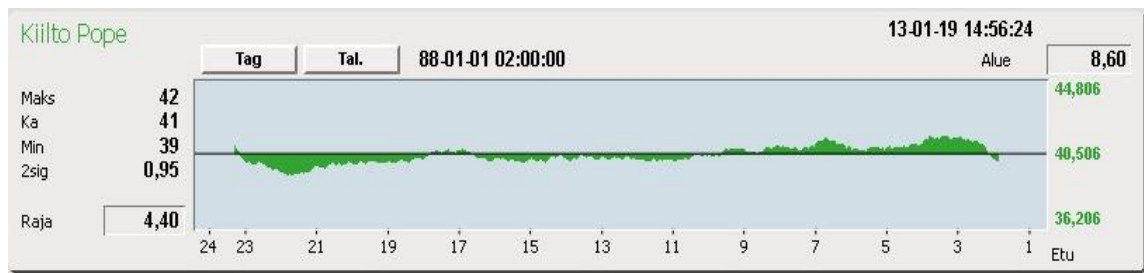
KUVIO 20. Kartongin kosteusprofiili popella päällysteprofiilien säädön jälkeen

#### 4.3.4 Kiilto

Kartongin kiiltoon päällysteprofiileilla tuntuisi olevan melko suuri vaikutus. Kiilto näyttäisi muuttuvan päinvastaiseen suuntaan päällystemäärän kanssa. Rainan takareunassa päällystemäärä väheni, jolloin kiilto kasvoi. Keskiosassa päällystemäärä kasvoi ja kiilto laski. Etureunassa kuitenkin säädöt olivat melko vähäiset verrattuna kiillon muutokseen, mutta niillä oli kuitenkin samansuuntainen vaikutus toisiinsa. Vaikutuksen suuruutta muutosten välillä on näin ollen vaikea sanoa.



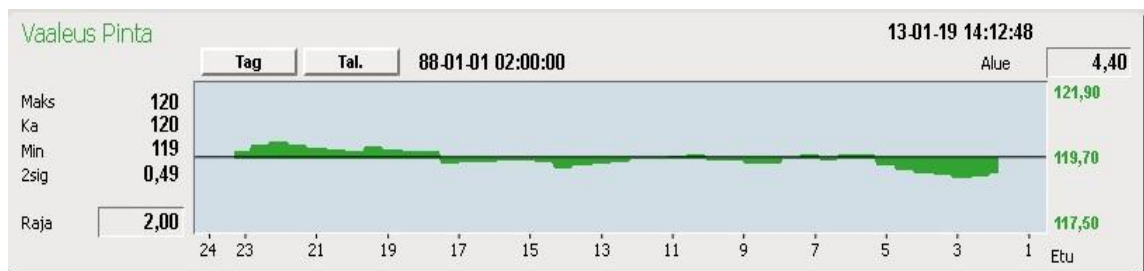
KUVIO 21. Kartongin kiillon profiili ennen päällysteprofiilien säätöä



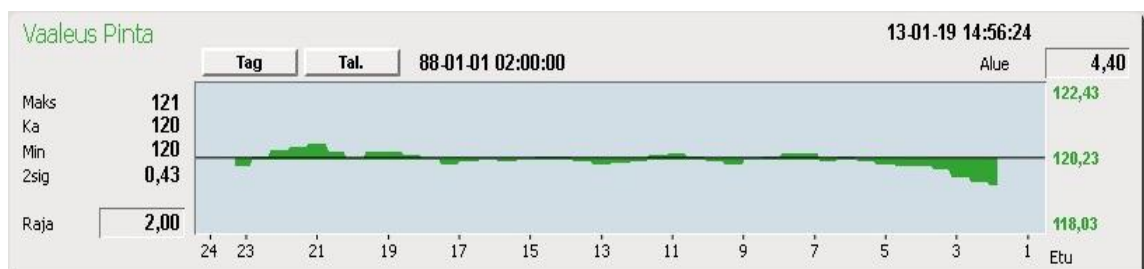
KUVIO 22. Kartongin kiillon profiili päällysteprofiilien säädön jälkeen

### 4.3.5 Vaaleus

Vaaleuteen päällysteprofiililla ei näyttäisi olevan merkittävää vaikutusta. Syynä tähän on luultavasti se, että päällystettä on joka tapauksessa niin suuri määrä kartongin pinnassa eri positioissa, jolloin muutaman gramman vaihtelu päällystemäärässä ei merkittävästi vaaleuteen vaikuta.



KUVIO 23. Kartongin pinnan vaaleuden profiili ennen päällysteprofiilien säätöä



KUVIO 24. Kartongin pinnan vaaleuden profiili päällysteprofiilien säädön jälkeen

Päällysteprofiililla ei siis ole merkitystä kartongin kosteusprofiiliin, ja vaaleuteenkin vaikutus on pieni näin suurilla päällystemäärillä. Kartongin paksuusprofiiliin päällysteprofiililla on huomattava vaikutus. Kartongin paksuuden tasoittuessa myös kiillon profiili tasoittuu selvästi.



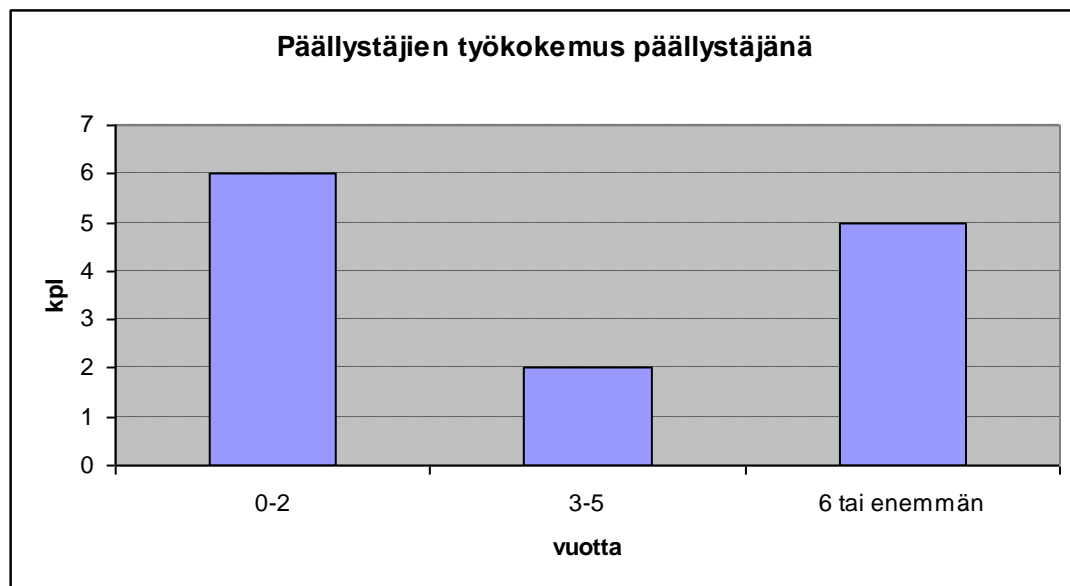
Tuloksista saadaan selville, että päällystemäärän ollessa  $26 \text{ g/m}^2$  ( $\pm 1 \text{ g/m}^2$ ), ei päällysteprofiili huomattavasti vaikuta kartongin laatuun. Ainoastaan paksuuden vaihteluista saattaa seurata ongelmia asiakkaille heidän painomenetelmistään riippuen.

## 5 TULOSTEN ANALYSOINTI

Työssä saatiin tuloksia sekä asemille tehdyistä säädöistä, että päällystäjille tehdystä kyselystä. Ohessa on yhteenveto kyselyn tuloksista, sekä säädön vaikutuksista päällystemääriin asemien eri positioissa.

### 5.1 Kyselyn tuloksia

Tein kyselyn kartonkikoneen päällystäjille heidän kokemuksista päällysteprofiilien säädöistä (Liite 1). Kuvio 25 esittää, kuinka kauan päällystäjät ovat työskennelleet päällystäjänä kyseisellä koneella.



KUVIO 25. Kartonkikoneen päällystäjien työkokemus

CD-profiilin säätöön kokeneempia päällystäjiä on opetettu Metson johdolla. Profiilia on säädetty silloin kun 2-sigma-arvo on ollut huono tai maalauksessa (Väri levitetään CD-suunnasta olevan näytteen pintaan, annetaan vaikuttaa minuutin ja ylimääräinen väri pyyhitään pois. Lopputulos kertoo pastan kuivatuksesta, profiilista ja mahdollisista visuaalisista vioista.) näkyy selkeästi epätasaisuutta. Profiilin ollessa vino, säätö on totuttu tekemään tunkeilla ja muuten säätökaroilla. 2-sigma-arvo itsessään ei kerro useimmille päällystäjille mitään, eikä yksikään ole koskaan kuullutkaan peak to peak-arvosta.

Kaikki päällystäjät ovat yhtä mieltä siitä, että profiililla on ainakin jonkinlaista vaikutusta lopputuotteen laatuun. Säätokarojen kääntelemisessä tuli hajontaa melko paljon. Pääasiassa päällystäjät kääntävät karaa kerrallaan  $45^{\circ}$ – $90^{\circ}$ . Etenkin 3. päällystysaseman säädössä karoja käännetään vain  $45^{\circ}$  kerrallaan. Syynä tähän on se, että kyseisellä asemalla muutos on suurempi kuin muilla asemilla. Jotkut päällystäjät olivat lisäksi huomanneet, että 4. asemalla säätö toimii toiseen suuntaan kuin muilla.

Konesuuntaista säätöä päällystäjät tekevät pääasiassa terän kuormitusta muuttamalla. Tosin 3. asemaa säädetään teräkulmaa muuttamalla. Muilla asemilla päällystemäärää säädetään terän kuormitusta muuttamalla, paitsi silloin kun kuormat ovat suuret ja päällystemäärää pitäisi edelleen vähentää. Tällöin muillakin asemilla muutetaan terän kulmaa tai laitetaan vettä valumaan aseman konekiertoon, jolloin pasta laimenee ja siitä jää tällöin vähemmän kuiva-ainetta kartongin pintaan. Etenkin päällystysasema 1:llä tämä on yleinen tapa.

Muuta sanottavaa osalla päällystäjistä oli päällystysasema 4:ää koskien profiilin säädön hankaluus profiilin luotettavuuden takia. Profiili muuttui jatkuvasti ilman mitään säätöjä. Tähän ongelmaan tuli kuitenkin ratkaisu marraskuun seisokilla, kun mittaraami, joka mittasi kyseistä profiilia vaihdettiin uuteen. Nykyäänkin kyseinen profiili elää vielä jonkin verran, mutta huomattavasti vähemmän kuin ennen. Lisäksi monet kehuivat päällystysasema 3:n säädön helppoutta ja toivoivat, että muihinkin asemiin tulisi samanlainen CD-säätö.

## 5.2 Päällystysasemien säätö

Suoritin asemien säätöä seuraavasti: Aluksi kävin koneella ottamassa kuvan profiilista ja merkitsin kuvan perusteella säätötaulukkoon (Liite 2) asteet paljonko käännän mitäkin säätökaraa, ja mihin suuntaan. Tämän jälkeen menin koneelle tekemään kyseiset säädöt asemalle ja pienen odottelun jälkeen otin uuden kuvan profiilista. Jatkoin tätä, kunnes profiili oli suorassa. Päällystysasemia 1 ja 3 säädettyä tuotettava laji oli Avanta Prima  $255 \text{ g/m}^2$  ja asemia 2 ja 4 lajina oli Carta elega  $255 \text{ g/m}^2$ . Saaduista tuloksista pystytään laskemaan, kuinka paljon päällystemäärä muuttuu kierrettyä säätökaraa  $360^{\circ}$ .

### 5.2.1 Päällystysasema 1

Päällystysasema 1 on Valmetin valmistama AutoBlade (Kuva 5).



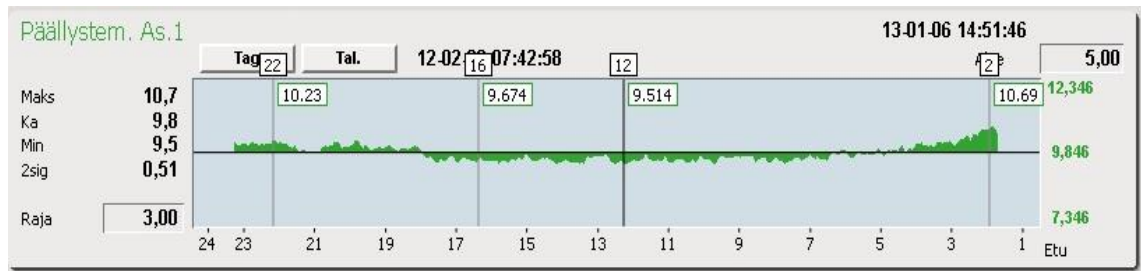
KUVA 5. Päällystysasema 1

Asema on teräspäällystysasema, jossa pastan applikointi tapahtuu sivelytelalla. Päällystettä asemalta jätetään kartongin pintaan noin  $10 \text{ g/m}^2$ . Terän kuormitustapana asemalla on listakuormitus ja terä, jota asemalla käytetään on  $8^\circ$ :een viisteellä. Kuviossa 26 on esitettyä aseman tyypilliset asetukset, jotka olivat myös koeajon aikana käytössä.

<b>Päällyste as1</b>	<b>10,1</b>	<b>9,8</b>	<b>M</b>	
Kosteus as1	8,3	6,8	M	
Kärkik. as1	9,1	9,1	M	L
Kuorma as1	5,9	5,9		
Teräp. kulma		29,8		

KUVIO 26. Päällysteasema 1:n asetukset (vasemmalla asetuservo, oikealla mittaustulos)

Kuvio 27 näyttää millainen päällysteprofiili asemalla 1 oli aloittaessani säädöt 6.1.2013. Kuvion vasemmassa reunassa näkyy päällystemäärän maksimi, keskiarvo ja minimi, sekä 2-sigma-arvo.



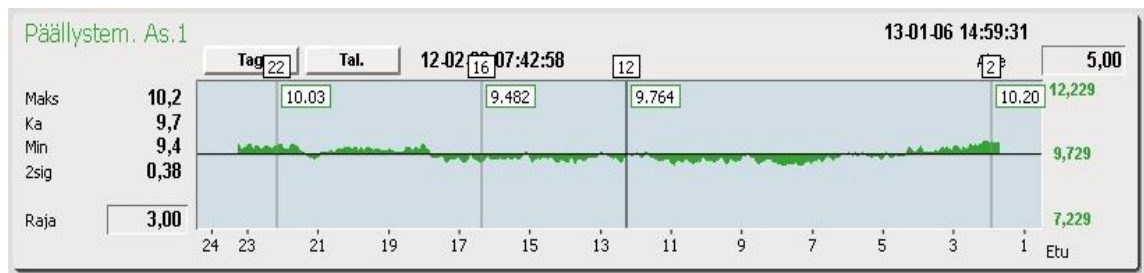
KUVIO 27. Päälystysasema 1:n CD-profiilin lähtökohta 6.1.2013.

Kuvion 27 mukaan tein suunnitelman millaisia muutoksia teen aseman säätökarroilla (Taulukko 2). Taulukossa on positiot, sekä kuinka monta astetta karaa käännetään ja kumpaan suuntaan, auki vai kiinni.

TAULUKKO 2. Päälystysasema 1:lle tehty ensimmäinen säätö

positio	säätö 1 (°)	suunta (A/K)
1	90	K
2	90	K
3	90	K
4	45	K
5		
6		
7	45	A
8	45	A
9	45	A
10	45	A
11	45	A
12	45	A
13	45	A
14	45	A
15	45	A
16	45	A
17	45	A
18		
19		
20	45	K
21		
22	45	K
23	45	K
24	45	K

Tehtyäni edellä mainitut säädöt, muuttui päälysteprofiili selvästi suuremmaksi (Kuvio 28).



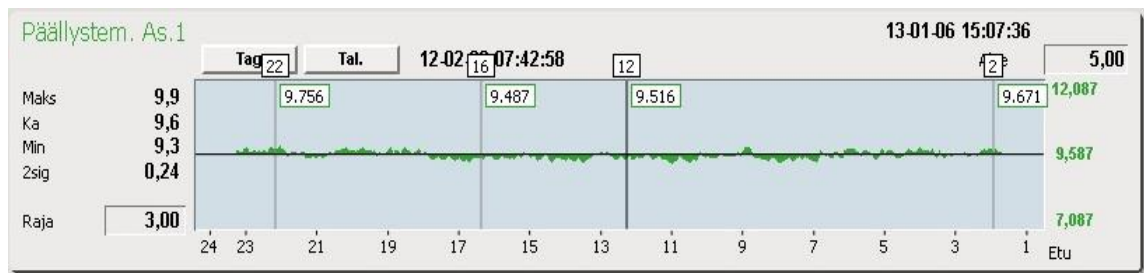
KUVIO 28. Päälystysasema 1:n CD-profiili ensimmäisten säätöjen jälkeen

Jatkoin vielä säätämistä Taulukko 3:n mukaisilla muutoksilla.

TAULUKKO 3. Päälystysasema 1:lle tehty toinen säätö

positio	säätö 2 (°)	suunta (A/K)
1	90	K
2	90	K
3	45	K
4		
5		
6		
7	45	A
8	45	A
9	45	A
10	45	A
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18	45	K
19		
20	45	K
21		
22	45	K
23	45	K
24	45	K

Taulukko 3:n muutoksilla profiili parani entisestään (Kuvio 29), jolloin päälystemäärä asemalla oli koneen poikkisuunnassa  $9,6 \text{ g/m}^2$  ( $\pm 0,3 \text{ g/m}^2$ ), eli vaihtelu oli erittäin vähäistä lähtökohtaan verrattuna, jolloin päälystemäärän maksimin ja minimin erotus oli vielä puolet enemmän.



KUVIO 29. Päälystysasema 1:n CD-profiili toisen säädön jälkeen

Taulukossa 4 on esitettyä vasemmalta alkaen positio, positiolle tehty säätö yhteensä, päälystemäärä positioittain aluksi ja lopuksi, päälystemäärän muutos säätöjen aikana, kerroin, jolla saadaan laskettua päälystevaste ( $360^\circ/\text{säätö}$ ), päälystevaste, sekä suunta, johon säätökaraa käännettiin.

TAULUKKO 4. Päälystysasema 1:n säätöjen perusteella lasketut päälystemäärävasteet positioittain


positio	säätö yht. ( $^\circ$ )	alku (g)	loppu (g)	muutos (g)	$360^\circ/\text{säätö}$	muutos (g/kierros)	suunta (A/K)
1	180	10,7	9,6	1,1	2	2,2	K
2	180	10,7	9,6	1,1	2	2,2	K
3	135	10,35	9,5	0,85	2,67	2,3	K
4	45	10,0	9,55	0,45	8	3,6	K
5	0	9,85	9,5	0,35			
6	0	9,85	9,5	0,35			
7	90	9,7	9,4	0,3	4	1,2	A
8	90	9,6	9,4	0,2	4	0,8	A
9	90	9,8	9,5	0,3	4	1,2	A
10	90	9,6	9,45	0,15	4	0,6	A
11	45	9,6	9,3	0,3	8	2,4	A
12	45	9,5	9,45	0,05	8	0,4	A
13	45	9,75	9,5	0,25	8	2	A
14	45	9,5	9,4	0,1	8	0,8	A
15	45	9,7	9,45	0,25	8	2	A
16	45	9,55	9,45	0,1	8	0,8	A
17	45	9,6	9,4	0,2	8	1,6	A
18	45	9,8	9,45	0,35	8	2,8	K
19	0	9,9	9,5	0,4			
20	90	10,1	9,55	0,45	4	1,8	K
21	0	9,9	9,45	0,45			
22	90	10,2	9,7	0,5	4	2	K
23	90	10,2	9,6	0,6	4	2,4	K
24	90	10,2	9,6	0,6	4	2,4	K

Taulukosta 4 nähdään, että kääntäessä säätökaraa kiinnipäin on vaikutus suurempi kuin käännettäessä karaa auki. Yleisenä nyrkkisääntönä voisi pitää, että asemalla yhden gramman muutokseen täytyy karaa kääntää noin yksi kierros. Näin säätö ei ainakaan

pääse muuttamaan päällystemäärää liikaa position kohdalta, jolloin päällystemäärä kasvaisi liian suureksi tai vähenisi huomattavasti.

### 5.2.2 Päällystysasema 2

Päällysteasema 2 on samanlainen kuin päällysteasema 1. Erona asemilla on se, että asemalla 2 päällystetään kartongin selkä, kun asemalla 1 tehtiin pinnalle alin päällystekerros.

<b>Päällyste as2</b>	<b>11,0</b>	<b>11,2</b>	<b>M</b>	
Kosteus as2	7,6	8,5	M	
Kärkik. as2	8,1	8,1	M	L
Teräp. kulma		24,4		
Kuorma as2	5,0	5,0		

KUVIO 30. Päällystysasema 2:n asetukset

Kuvio 31 näyttää päällysteprofiilin asemalla 27.12.2012 ennen profiilin säätöä.



KUVIO 31. Päällystysasema 2:n CD-profiilin lähtökohta 27.12.2012

Taulukossa 5 on merkittynä karoille aluksi tehdyt muutokset.



TAULUKKO 5. Päälystysasema 2:lle tehty ensimmäinen säätö

positio	säätö 1 (°)	suunta (A/K)
1		
2	45	K
3	45	K
4		
5	45	A
6		
7		
8	45	A
9	45	A
10	45	A
11		
12	45	A
13	90	A
14	45	A
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22	90	K
23	90	K
24	90	K

Kuviosta 32 nähdään, että positioissa 2–3, sekä 12–14, säätö meni yli tehdyillä muutoksilla. Lisäksi position 22 säätö aiheutti positioissa 20 ja 21 muutosta.



KUVIO 32. Päälystysasema 2:n CD-profiili ensimmäisen säädön jälkeen

Taulukossa 6 on uudet muutokset, joilla saatiin korjattua edellisen säädön virheet.

TAULUKKO 6. Päälystysasema 2:lle tehty toinen säätö

positio	säätö 2 (°)	suunta (A/K)
1	30	A
2	30	A
3	30	A
4	30	A
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12	30	K
13	45	K
14	30	K
15		
16		
17		
18		
19		
20	20	A
21	20	A
22		
23		
24		

Korjatuilla säädöillä profiili saatiin huomattavasti paremmaksi, mitä ensimmäisillä säädöillä. Päälystemäärän minimin ja maksimin erotukseksi tuli  $0,8 \text{ g/m}^2$ , kun se säädön lähtökohdassa (Kuvio 31) oli peräti  $1,7 \text{ g/m}^2$ .



KUVIO 33. Päälystysasema 2:n CD-profiili toisen säädön jälkeen

Taulukossa 7 on laskettuna päälystysasema 2:n päälystemäärän muutokset eri positioissa, sekä päälystemäärävasteet.

TAULUKKO 7. Päälystemäärävasteen laskutulokset päälystysasema 2:lle

positio	säätö yht. (°)	alku (g)	loppu (g)	muutos (g)	360°/säätö	muutos (g/kierros)	suunta (A/K)
1	30	11,2	11,4	0,2	12	6	A
2	15	11,3	11,4	0,1	24	2,4	K
3	15	11,5	11,4	0,1	24	2,4	K
4	30	11,0	11,2	0,2	12	6	A
5	45	11,0	11,3	0,3	8	2,4	A
6		11,1	11,2	0,1			
7		11,2	11,3	0,1			
8	45	10,9	11,4	0,5	8	4	A
9	45	10,85	11,3	0,45	8	3,8	A
10	45	10,9	11,3	0,4	8	3,6	A
11		11,1	11,5	0,4			
12	15	10,85	11,6	0,25	24	6	A
13	45	10,8	11,7	0,1	8	0,8	A
14	15	11,0	11,6	0,6	24	14,4	A
15		11,2	11,3	0,1			
16		11,2	11,2	0			
17		11,2	11,2	0			
18		11,3	11,4	0,1			
19		11,2	11,4	0,2			
20	20	11,3	11,4	0,1	18	1,8	A
21	20	11,3	11,1	0,2	18	3,6	A
22	90	11,9	11,2	0,7	4	2,8	K
23	90	12,2	11,4	0,8	4	3,2	K
24	90	12,2	11,4	0,8	4	3,2	K

Päälystysasema 2:lla päälystevasteet olivat huomattavasti asema 1:n päälystevasteita suuremmat. Asemalla yksi karan kierros vastasi päälystemäärässä 2–3:a grammaa, joten säätöjä tehdessä karaa tulee käännellä melko pienin muutoksin.

### 5.2.3 Päälystysasema 3

Päälystysasema 3 on Metson valistama ValCoat teräpäälystysasema (Kuva 6; Kuva 7). Asema eroaa suuresti muista asemista. Se otettiin tehtaalla käyttöön vuoden 2011 lopulla, joten asema on melko moderni. Päälystyksen aluksi aseman päälystemäärä säädetään terän kulmaa muuttamalla lähelle haluttua arvoa (6 g/m<sup>2</sup>). Tämän jälkeen säätö muutetaan automaatille, jolloin päälystemäärä pysyy halutussa arvossa ilman, että päälystäjän tarvitsee muuttella säätöjä. Säätökarat ovat myös helpommin operoitavia kuin muilla asemilla. Karat ovat suojakansien alla, joten niitä voi pyöritellä käsin kantta nostamalla, kun muilla asemilla säätämiseen tarvitaan siihen tarkoitettua avainta.



KUVA 6. Päällystysasema 3 edestä

Lisäksi eroja muihin asemiin löytyy käytettävästä terästä, joko on viisteeltään 6°. Terän kuormitukseen asemalla käytetään letkukuormitusta alhaisen päällystemäärän vuoksi, sillä letkukuormituksella saavutetaan parempi ajettavuus kuin listakuormituksella.



KUVA 7. Päällystysasema 3 sivulta

Kuviossa 34 näkyy päällystysasema 3:n asetukset säätöjen aikana. A terän kulman mittaustuloksen perässä kertoo, että säätö on automaattilla.

<b>Päällyste as3</b>	<b>6,0</b>	<b>6,1</b>	<b>A</b>
Kosteus as3	7,3	8,1	<b>M</b>
Teräp. K as3	24,1	24,2	A C
Kuorma as3	0,7	0,7	

KUVIO 34. Päällystysasema 3:n asetukset

Päällystysasema 3:n päällysteprofiili ennen säätökarojen kääntelyä 6.1.2013 on esitettyä Kuviossa 35.



KUVIO 35. Päällystysasema 3:n CD-profiilin lähtökohta 6.1.2013

Taulukko 8 näyttää päällystysasema 3:lle tehdyt säätökarojen muutokset ensimmäisessä säädössä.

TAULUKKO 8. Päällystysasema 3:lle tehty säätö

positio	säätö (°)	suunta (A/K)
1	70	K
2	70	K
3	25	K
4		
5		
6		
7	70	A
8	25	A
9		
10		
11		
12		
13		
14	25	A
15	70	A
16	90	A
17	115	A
18	75	A
19	135	A
20	25	A
21	45	A
22		
23		
24		

Taulukko 8:n säädöillä saadut profiilin muutokset näkyvät vertaamalla Kuviota 35 ja Kuviota 36. Profiili suoristui selvästi, vaikka olikin melko hyvä jo alussa.



KUVIO 36. Päällystysasema 3:n CD-profiili ensimmäisen säädön jälkeen

Taulukossa 9 on esitettyä päällystysasema 3:lle saadut laskutulokset päällystevasteista.

TAULUKKO 9. Päälysteasema 3:n päälystevasteiden laskennan tulokset

positio	säätö yht. (°)	alku (g)	loppu (g)	muutos (g)	360°/säätö	muutos (g/kierros)	suunta (A/K)
1	70	6,7	6,3	0,4	5,14	2,06	K
2	70	6,65	6,3	0,35	5,14	1,8	K
3	25	6,5	6,25	0,25	14,4	3,6	K
4		6,3	6,25	0,05			
5		6,1	6,1	0			
6		6,2	6,2	0			
7	70	5,8	6,1	0,3	5,14	1,54	A
8	25	6,0	5,9	0,1	14,4	1,44	A
9		6,1	6,15	0,05			
10		6,1	6,2	0,1			
11		6,1	6,2	0,1			
12		6,2	6,2	0			
13		6,1	6,25	0,15			
14	25	6,1	6,2	0,1	14,4	1,44	A
15	70	5,6	6,0	0,4	5,14	2,06	A
16	90	5,7	6,1	0,4	4	1,6	A
17	115	5,6	6,1	0,5	3,13	1,57	A
18	75	5,8	6,2	0,4	4,8	1,92	A
19	135	5,8	6,0	0,2	2,67	0,53	A
20	25	6,0	6,2	0,2	14,4	2,88	A
21	45	5,9	6,05	0,15	8	1,2	A
22		6,2	6,2	0			
23		6,2	6,2	0			
24		6,2	6,2	0			

Taulukko 9:n tuloksista nähdään, että päälysteasema 3:lla päälystevaste on noin 1,5–2,0 g/m<sup>2</sup>. Päälystäjillä tuntui olevan jo ennestään tiedossa, että päälysteasema 3:lla päälystemäärien muutos tapahtuu pienemmällä säädöllä kuin muilla pinnan päälysteasemilla.

#### 5.2.4 Päälysteasema 4

Päälysteasema 4 on rakenteellisesti muuten samanlainen kuin päälysteasema 1, mutta siinä käytetään terää, jonka viiste on 4°. Lisäksi profiilia säädettäessä tulee ottaa huomioon se, että päälystemäärät muuttuvat päinvastoin muiden asemien kanssa, eli karaa kiristäessä päälystemäärä kasvaa. Kuvio 37 esittää tyypilliset säädöt päälysteasema 4:lle.

<b>Päällyste as4</b>	<b>10,0</b>	<b>10,1</b>	<b>f</b>
Kosteus as4	8,5	8,2	<b>M</b>
Kärkik. as4	4,1	4,1	
Kuorma as4	4,7	4,7	
Teräp. kulma		20,0	

KUVIO 37. Päällystysasema 4:n asetukset säädön aikana

Kuvio 38 esittää päällystysasema 4:n päällysteprofiilin 27.12.2012 ennen säätöjä.



KUVIO 38. Päällystysasema 4:n CD-profiilin lähtökohta 27.12.2013

Päällystysasema 4:n päällysteprofiili oli huomattavasti muita asemia huonompi, joten tein heti aluksi tavallista suurempia säätöjä (Taulukko 10).

TAULUKKO 10. Päällystysasema 4:lle tehty ensimmäinen säätö

positio	säätö 1 (°)	suunta (A/K)
1	180	A
2	180	A
3	90	A
4	45	A
5		
6		
7	90	K
8	135	K
9	90	K
10	135	K
11	90	K
12		
13		
14		
15	45	K
16	45	K
17	45	K
18	90	K
19	90	K
20	45	A
21	45	A
22	45	A
23	90	A
24	100	A



Taulukon 10 säädöillä saatiin aikaan huomattavia parannuksia profiiliin pois lukien reunat, joihin ei tullut huomattavia muutoksia.



KUVIO 39. Päälystysasema 4:n CD-profiili ensimmäisen säädön jälkeen

Toisessa säädössä suurimmat muutokset tehtiin reunoihin, joihin tuli päälystettä huomattavasti muita positiota enemmän (Taulukko 11).

TAULUKKO 11. Päälystysasema 4:lle tehty toinen säätö

positio	säätö 2 (°)	suunta (A/K)
1	360	A
2	270	A
3	45	A
4		
5		
6		
7	45	K
8	45	K
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18	45	K
19		
20		
21		
22		
23	90	A
24	270	A

Taulukon 11 säädöillä myös profiilin kartongin reunojen päälystemäärät saatiin alhaisemmiksi (Kuvio 40).



KUVIO 40. Päällystysasema 4:n CD-profiili toisen säädön jälkeen

Taulukko 12 esittää päällystysasema 4:n säädöillä saadut päällystemäärämuutokset, sekä niistä lasketut päällystemäärävasteet.

TAULUKKO 12. Päällystysasema 4:n säädön mukaan lasketut päällystevasteet

positio	säätö yht. (°)	alku (g)	loppu (g)	muutos (g)	360°/säätö	muutos (g/kierros)	suunta (A/K)
1	540	11,2	10,3	0,9	0,67	0,6	A
2	450	11,0	10,3	0,7	0,8	0,56	A
3	135	10,3	10,2	0,1	2,67	0,3	A
4	45	10,5	10,2	0,3	8	2,4	A
5	0	10,0	10,2	0,2			
6	0	10,0	10,1	0,1			
7	135	9,5	10,2	0,7	2,67	1,9	K
8	180	9,5	9,8	0,3	2	0,6	K
9	90	9,7	10,0	0,3	4	1,2	K
10	135	9,6	9,9	0,3	2,67	0,8	K
11	90	9,7	10,0	0,3	4	1,2	K
12	0	10,0	10,2	0,2			
13	0	10,1	10,2	0,1			
14	0	10,1	10,2	0,1			
15	45	9,8	10,1	0,3	8	2,4	K
16	45	9,8	10,0	0,2	8	1,6	K
17	45	9,8	9,9	0,1	8	0,8	K
18	135	9,5	10,0	0,5	2,67	1,34	K
19	90	9,8	10,0	0,2	4	0,8	K
20	45	10,2	10,1	0,1	8	0,8	A
21	45	10,6	10,2	0,4	8	3,2	A
22	45	10,1	10,0	0,1	8	0,8	A
23	180	10,8	10,7	0,1	2	0,2	A
24	370	11,0	10,7	0,3	0,97	0,3	A

Taulukon 12 tuloksista nähdään, että päällystemäärävasteet asemalla ovat noin 1 gramma/kierros. Reunoissa vaste oli kuitenkin huomattavasti alhaisempi kuin muissa positioissa, ainoastaan 0,5 grammaa.

## 6 POHDINTA

Päällystäjille tehdyn kyselyn tuloksista selvisi hyvin päällystäjien arkuus säätää profiileja. Profiileja ryhdytään säätämään 2-sigman ollessa 1 tai 1,5. 2-sigman ollessa yli 1, on kartongin päällystemäärissä melko suuria eroja koneen poikkisuunnassa. Tästä huolimatta säädöt, joita profiiliin karoilla tehdään, ovat ainoastaan 45–90° kerrallaan, jolloin muutos päällystemäärässä on melko vähäinen.

Säätäessäni päällysteprofiileja loka-marraskuulla, eivät säätökarat toimineet kuten niiden olisi tarkoitus toimia. Kaikilla asemilla oli havaittavissa, että joillakin positioilla säätö toimi toiseen suuntaan kuin muilla positioilla. Syynä tähän ilmiöön on terän liiallinen painaminen rataa vasten, jolloin terä menee kannalleen. Tästä seuraa se, että kiristettäessä karaa yhä enemmän, kasvaa terän ja radan välinen kulma, mistä seuraa päällystemäärän kasvu. Toinen mahdollinen ilmiön aiheuttaja on likapartikkelit terän pitimessä kuormituslistan ja terän välissä.

Joulukuun tehdasseisokilla päällystysasemat huollettiin Metson toimesta. Kuormituslistat ja säätökarat irrotettiin asemista ja puhdistettiin. Asemien kokoamisen jälkeen asemille ajettiin vesifilmit, joilla nähtiin profiilien olevan suorassa ennen päällystyksen aloittamista. Huoltotöiden jälkeen säätökarat toimivat toivotulla tavalla.

Yleisenä nyrkkisääntönä karoja käännettäessä voidaan pitää, että asemilla 1, 2 ja 3 päällystevaste on noin 1,5–2 g/kierros. Asemalla 4 päällystevaste on hieman pienempi, noin 1 g/kierros. Ensimmäisillä säädöillä, jolloin karat toimivat eri suuntiin, päällystevasteet olivat samaa suuruusluokkaa kuin jälkimmäisillä säädöillä.

Varmuuden vuoksi säätöä aloitettaessa kannattaa aluksi karaa kääntää 90° ja tarkistaa, että vaikutus päällystemäärään on oikeaan suuntaan. Tämän jälkeen säätöä tehdessä voidaan käyttää aiemmin kerrottuja päällystemäärävasteita. Huomioitavaa on myös se, että karan säätö vaikuttaa myös viereisten positioiden päällystemääriin.

Tutkittaessa päällysteprofiilien vaikutusta kartongin laatuun, huomataan suora yhtäläisyys kartongin paksuuden ja päällysteprofiilin välillä. Tämän lisäksi kartongin kiillon profiili tasoittuu päällysteprofiilin tasoituessa. Päällystysprofiilin vaikutus

kartongin vaaleuteen on melko vähäistä suuresta päällystemäärästä johtuen. 2-sigma-arvoissa asemilla 1, 2 ja 3 päästään helposti alle 0,5:een, ja peak to peak- arvokin saadaan pysymään yhdessä. Päällystysasema 4:llä säätö on edelleen hieman hankalampaa vaihtelevan profiilin vuoksi, mutta alle 0,6:een päästään melko helposti 2-sigmassa. Peak to peak arvossa alle 1,5 on jo hyvä, mutta aina parempi, mitä pienemmäksi arvon saa säädettyä.

## LÄHTEET

Capella Technology Inc. Curtain coating opportunities. Luettu 20.10.2012.

<http://www.capella-tech.com/Curtain%20Opportunities.htm>

Hägglom-Ahnger, U., Komulainen, P. 2006. Kemiallinen metsäteollisuus 2. paperin ja kartongin valmistus. 5. painos. Jyväskylä: Opetushallitus.

Keränen, H. 2010. Paperin pigmenttipäällystyksen tutkimus pigmenttipäällystyksen tarkoituksesta paperinvalmistuksessa. Prosessi- ja ympäristötekniikan koulutusohjelma. Oulun yliopisto. Kandidaattityö.

Kulmala, S. 2006. Päällystemääräsäädöt eri pigmenttipäällystysmenetelmillä. Paperitekniikan koulutusohjelma. Tampereen ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Linnonmaa, J., Trefz, M. 2009. Coating and surface sizing technologies. Pigment coating and surface sizing of paper. book 11. Jyväskylä: Paper Engineers' Association/Paperi ja Puu Oy.

Metsä Board. 2012. Company. [www-sivut]. Luettu 27.12.2012.

<http://www.metsaboard.com/company/Pages/Default.aspx>

Näätsaari, M. 2006. Coat weight and drying power control. Paper technology. Tampere polytechnic. Final thesis.

Saukkonen, E. 2008. Paperin ja kartongin pigmenttipäällystysmenetelmät. Kemianteekniikanosasto. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Kandidaattityö.

Tyrväinen, M. 2001. Valmet OptiSpray expands your opportunities in paper and board coating. Fiber&Paper-lehti 3/2001, 4.

Van der Reyden, D. History, technology and treatment of specialty papers found in archives, libraries and museums: tracing and pigment-coated papers. Luettu 7.10.2012.

[http://www.si.edu/mci/downloads/REACT/coat\\_special\\_papers.pdf](http://www.si.edu/mci/downloads/REACT/coat_special_papers.pdf)

VTT/Proledge Oy. 2011. KnowPap Versio 13.0 (2011) –KnowPap 13.0, Paperitekniikan, paperiteollisuuden automaation ja prosessihallinnan oppimisympäristö.

Welling, L. 2012. Paperin päällystäminen. Paperitekniikka. Saimaan ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

**LIITTEET**

## Liite 1. Kyselylomake

1 (3)

## BM1 päällystäjien kokemuksia päällysteprofiilien säädöstä

## A. Taustakysymyksiä

1. Kuinka kauan olet työskennellyt päällystäjänä?

- a) 0–2 vuotta
- b) 3–5 vuotta
- c) 6 vuotta tai enemmän

2. Kuinka sinua on opetettu säätämään päällysteen CD-profiilia, miten ja missä vaiheessa?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

3. Mitä 2-sigma ja peak to peak-arvot kertovat sinulle?

---

---

---

---

---

---

---

---

## B. Päälystyksestä

4. Miten päälysteprofiili mielestäsi vaikuttaa kartongin laatuun?
- a) suuri vaikutus
  - b) vaikuttaa jonkin verran
  - c) ei juuri vaikutusta
5. Kuinka paljon ja mihin suuntaan käännät säätökaraa kerrallaan (esim. päälystemäärä kyseisessä kohdassa 2 g alle halutun arvon)?
- a) 45 ° kiinni
  - b) 90 ° kiinni
  - c) 180 ° kiinni
  - d) 360 ° kiinni
  - e) 45 ° auki
  - f) 90 ° auki
  - g) 180 ° auki
  - h) 360 ° auki





