

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOLU

Paperitekniikan koulutusohjelma

OPINNÄYTETYÖ

Saku Kulmala

PÄÄLLYSTEMÄÄRÄSÄÄDÖT ERI PIGMENTTIPÄÄLLYSTYSMENETELMILLÄ

Työn valvoja TkT Ulla Häggblom-Ahnger, TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Paperitekniikan koulutusohjelma

Työn teettäjä TAMK

Tampere 2006

Kulmala, Saku	Päällystystemääräsäädöt eri pigmenttipäällystysmenetelmillä
Opinnäytetyö	40 sivua
Työn valvoja	TkT Ulla Häggblom-Ahnger
Työn teettäjä	TAMK
Joulukuu 2006	
Hakusanat	Paperin päällystys, teräpäällystys, filminsiirtopäällystys

TIIVISTELMÄ

Päällystys on yksi paperin valmistusprosessin osa-alue. Päällystystapahtuma käsittää kaksi vaihetta päällistykseen sivelyn eli applikoinnin, sekä päällysteen annostelun. Verho ja spray-päällistyksessä nämä osa-alueet ovat kuitenkin yhdistetty.

Tämän tutkintotyön tarkoituksena oli kirjallisista lähteistä koota ja suomenkielinen tietopaketti eri päällistysmenetelmien profiilisäädöistä ja hallinnasta painopaperien päällistyksessä. Lisäksi tarkoitus oli kartoittaa Suomen paperitehtaat ja tutkia mitä erilaisia päällistysmenetelmiä löytyy Suomesta painopapereille ja mistä päin Suomea.

Teräpäällistyksessä paperin päällystemäärän pinnantasointi tehdään kaavinterällä. Teräpäällistykseen päällystemäärän profiilisäädöt tehdään teräkulmaa ja teräkuormaa muuttamalla.

Filminsiirtopäällistyksessä päällystemäärää säädetään annostelusauvalla. Päällysteen profiilin muodostumiseen vaikuttavat sauvan paine, sauvan nopeus ja sauvan halkaisija.

Spray-päällistyksessä päällistäminen tapahtuu korkeapainesuihkulla ilman konekosketusta. Päällysteen profiiliin vaikutetaan nestesuihkun nopeudella, nesteen viskositeetilla, suihkun kontaktikulmalla sekä nesteen paineella.

Verhopäällistyksessä päällistäminen tehdään tiputtamalla päällysteseos ohuena verhona liikkuvan paperiradan päälle. Verhopäällistyksessä päällysteen profiiliin vaikuttavat päällysteseoksen reologia, verhon nopeus sekä verhosuuttimen etäisyys liikkuvasta paperiradasta.

Saku Kulmala	Coating colour adjustment of different pigment coating techniques
Engineering thesis	40 pages
Thesis Supervisor	Dr.Tech. Ulla Häggblom-ahnger
Comissioning company	TAMK
December 2006	
Keywords	Blade coating, Film coating, spray-coating

ABSTRACT

Purpose of thesis was to combine an extensive information package about profile adjustments of different coating techniques. Purpose was to check every paper mill in Finland and look what different coating techniques there is and where they can be found.

Blade coating, coat weight adjustments appears with blade. Blade coating coat weight profile appears change the blade load and blade angle.

Film coating coat weight adjustments appears with rod. Amount of the coating color can be influenced with change the rod pressure, rod speed and rod diameter.

Spray coating is based on a controlled high-pressure spray application. Surface profile can be influenced with viscosity of coating color, pressure of the coating color, speed of the spray and droplets contact angle.

Curtain coating based on a thin liquid film, which falling downwards onto a web. In curtain coating profile can be influenced with rheology of the coating color, curtain speed and distance on the nozzle to the web.

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

SISÄLLYSLUETTELO.....	4
SANASTO.....	5
1 JOHDANTO.....	6
2 SIVELYTELAPÄÄLLYSTIN.....	8
3 LYHYTVIIPYMÄPÄÄLLYSTYS.....	9
4 SUUTINPÄÄLLYSTYS.....	10
5 TERÄPÄÄLLYSTYKSEN KONEENSUUNTAISET PROFIILISÄÄDÖT.....	12
5.1 Päällystemäärän muodostuminen	12
5.1.1 Pohjapaperin ominaisuudet.....	13
5.1.2 Päällysteseoksen ominaisuudet.....	13
5.1.3 Kaavinterän vaikutus.....	13
5.1.4 Muut tekijät	14
5.2 Kaavinterän poikkiprofilointi	14
5.3 Päällystemäärän mittaaminen	15
5.3.1 Tuhkanerotusmenetelmä.....	16
5.3.2 Kuivapainomenetelmä.....	17
5.3.3 Infrapuna-absorptio.....	17
5.3.4 Röntgenfluoresenssimenetelmä.....	18
6 ILMAHARJAPÄÄLLYSTYS	18
7 FILMINSIIRTOPÄÄLLYSTYS.....	19
7.1 Halkeamisprosessin hallinta.....	20
7.2 Päällysteen annostelu.....	20
8 SPRAY-PÄÄLLYSTYS.....	21
8.1 Pumppausprosessi.....	22
8.2 Viskositeetin vaikutus.....	22
8.3 Värin leviäminen	23
8.4 Spraypäällystyksen hallinta.....	24
9 VERHOPÄÄLLYSTYS.....	24
9.1 Verhopäällystyksen hyödyt.....	25
9.2 verhopäällystyksen hallinta.....	25

9.3 Verhopäällystyksen hallinnan yhteenveto.....	26
10 PÄÄLLYSTYSEKOKOELMAN SUOMESSA PAINOPAPEREILLE	27
10.1 Puupitoiset paperilajit	27
10.2 Puuvapaat paperilajit	33
10.3 Pilot – koepäällystysasemat	37
11 YHTEENVETO	39
12 LÄHTEET.....	40

SANASTO

PM	Paper Machine
MFC	Machine Finished Coated
MWC	Medium Weight Coated
LWC	Light weight coated
ULWC	Ultra Light Weight Coated
LDTA	Long Dwell Time Application
SDTA	Short Dwell Time Application
Puuvapaa paperi	Valmistettu sellusta
Puupitoinen paperi	Valmistettu pääosin mekaanisesta massasta
Applikointi	Annostelu
Raina	Paperikoneella kulkeva paperirata
Nippi	Telojen välinen puristus
g/m ²	Neliömassa
Pasta	Päällysteseos

1 JOHDANTO

Ensimmäisenä nykyisistä päällystysmenetelmistä kehitettiin teräpäällystys, jossa päällystemäärä säädetään kaavinterän avulla. 1980-luvulla alkoi filminsiirtopäällystyskoneita ilmantua markkinoille, mutta vasta 1990-luvulla alkoi menetelmä kilpailla teräpäällistuksen kanssa.

Päällystysmenetelmien kehittäminen jatkui, kun etsittiin taloudellisempia päällystysvaihtoehtoja. 1990-luvun alkupuolella Metso Paper kehitti spray-päällystyskoneen, joka otettiin tuotannolliseen käyttöön 2003 ensimmäisen kerran. Verhopäällystys kehitettiin 1990-luvun lopulla. 2000-luvun alku oli jatkuvaa spray-päällystyksen ja verhopäällystyksen kehitystyötä. Molemmat menetelmät alkavatkin nyt yleistyä ja kilpailevat muiden menetelmien kanssa.

Työn tarkoituksena oli kirjallisuutta tutkien ja olemalla yhteydessä päällystyskonevalmistajiin laatia suomenkielinen infopaketti eri päällystysmenetelmien profiilisäädöistä painopapeilla. Lisäksi oli tarkoitus kartoittaa suomen tehtaat, mitä eri päällystysmenetelmiä käytetään painopaperien päällystämiseen ja mistä päin Suomea ne löytyvät.

2 SIVELYTELAPÄÄLLYSTIN (LDTA)

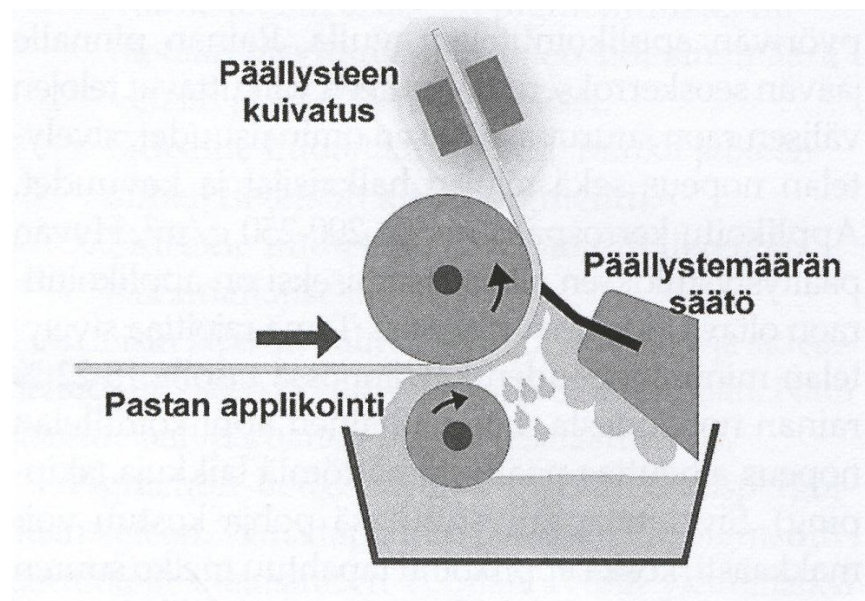
Sivelytelapäällystysmenetelmässä päällysteseos nostetaan vastatelan tukeman rainan alapinnalle applikointitelalla, joka pyörii seosaltaassa (kuva 1).

Sivelytelapäällystystä käytetään paperin ja kartongin päällystykseen.

Menetelmästä saatu päällystemäärä on välillä 5 – 20 g/m² per puoli kaavauksen jälkeen, mutta käytännössä on vaikea saavuttaa 6 – 7 g/m² per puoli alhaisempia määriä. Konenopeudet ovat 500 - 1500 m/min riippuen siitä päällystetäänkö paperia vai kartonkia. Sivelytelasta saatava päällystysmäärä on 200 – 250 g/m².

Applikoinnilla saatavaan päällystemäärään vaikuttavat tekijät ovat; telojen suuruus ja kovuudet, sivelytelan nopeus, telojen etäisyys ja päällystysseoksen ominaisuudet. Sivelytelan nopeus on 18 - 22 % rainan nopeudesta. Liian alhaisesta sivelytelan nopeudesta seuraa päällystämättömiä kohtia rainassa. Sivelytelapäällistyksessä applikointipaine on 0,3 - 1,0 bar. Applikoinnin suuresta paineesta johtuen rainan pohja kostuu voimakkaasti. Sivelytelan ja kaavinterän välimatka on 0,5 m. Etäisyydestä johtuen pohjarainan kuidut ehtivät turvota ja antavat pohjarainalle lisää karheustilavuutta. Tästä syystä sivelytelapäällistyksessä päästäänkin helposti korkeisiin päällystemääriin.

/12, s. 91 - 92; 13, s. 415 - 422; 14./



Kuva 1. Sivelytelapäällystyksen periaatekuva. /12, s.192./

3 LYHYTVIIPYMÄAPPLIKOINTI (SDTA)

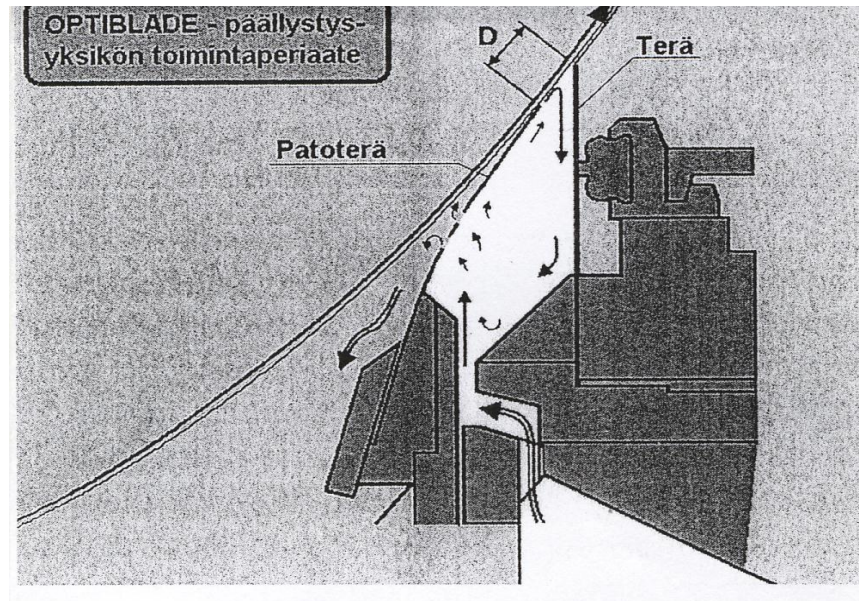
Lyhytviipymäpäällästystä käyttävässä menetelmässä päällästysseos, jonka kuiva-ainepitoisuus on 59 - 64 % johdetaan kaavinterän takana olevaan applikointikammioon (kuva 2). Applikointikammion yhden sivun muodostaa liikkuva pohjaraina, joka on tuettu vastatelalla. Liikkuva pohjaraina aiheuttaa pyörrettä kammioon. Applikointikammion paine on 10 - 20 kPa. Suurin osa syötettävästä päällästysseoksesta palaa takaisin kiertoon.

Lyhytviipymäapplikoinnissa applikointialueen paine on melko pieni, näin ollen rainan kostuminen on myös vähäistä. Pohjarainan kuitujen turpoaminen tapahtuu ainakin osittain vasta kaavinterän jälkeen. Tämä johtuu applikoinnin ja kaavinterän lyhyestä matkasta, joka on tyypillisesti 30 – 50 mm. Kuitujen turpoamisesta vasta terän jälkeen seuraa kuitujen karhentumaa.

Lyhytviipymäapplikoinnista saatava päällystemäärä on 6 - 11 g/m² per puoli kaavauksen jälkeen. Päällysteen painon mennessä yli 11 g/m² alkaa päällysteen poikkiprofili heiketä oleellisesti. Konenopeus on lyhytviipymäapplikoinnissa tyypillisesti 1000 – 1600 m/min. Lyhytviipymäapplikoinnin ongelma on päällysteen vanaisuus varsinkin suurilla konenopeuksilla. Vanaisuus johtuu kastumislinjan epästabiiliudesta ja applikointikammion epätasaisista virtauksista.

Laikullisuutta voi esiintyä myös päällysteessä, mikäli rainan mukana pääsee ilmaa applikointivyöhykkeelle. Vanaisuusongelmaa voidaan vähentää applikointikammion yhden seinän tiivistävällä patoterällä, joka muuttaa turbulenttisen virtauksen laminaariseksi lähellä rainaa. Patoterä estää myös juovien ja laikkujen syntymistä, estämällä ilman pääsyn applikointialueelle.

/12, s. 92 - 93; 13, s. 424 - 429; 14./

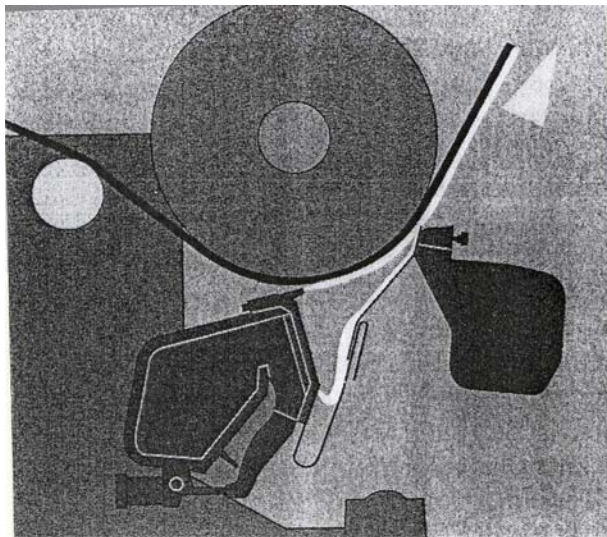


Kuva 2. Lyhytviipymäpäällystin. /12, s. 193./

4 SUUTINPÄÄLLYSTYS

Suutinpäällystyksessä päällyste nousee jakoputkea pitkin suuttimelle, josta se suihkuttaa koko paperin levyisesti pienestä kaarevasta suihkuhuulesta (kuva 3). Suuttimen rako on tyypillisesti 0,6 - 1,1 mm ja sitä voidaan säätää. Suihkuleveys säädetään tarvittavan suihkuleveyden mukaan. Mitä terävämpi ja nopeampi suihku on, sitä paremmin se toimii. Jet-suihkupäällystyksessä päällystettävät paperiasteet ovat ULWC- kartonki ja päällystemäärän neliömassa 0,5 – 25 g/m². Konenopeus on välillä 150 - 2000 m/min. Päällysteen kuiva-ainepitoisuus voi olla jopa 75 % ja viskositeetti 20 - 4000 mPas. Suutinpalkista saatava applikointimäärä on tyypillisesti 70 - 120g/m². Applikointialueelle syötetty pastan ylimäärä poistuu paluuraon kautta ylivuotoaltaalle ja sieltä takaisin konekiertoon. Suutinapplikoinnin edut ovat pieni paineimpulssi ja vähäisempi penetraatio, joten se soveltuu hyvin suurille nopeuksille. Myös terän kuormitus jää pieneksi, mikä pidentää terän käyttöikää ja parantaa applikointikerroksen tasaisuutta. Jet-suutin syöttää pastan suoraan paperirainaan, joten pastan ilmakuplat voivat aiheuttaa päällystämättömiä kohtia. Isot ilmakuplat täytyy poistaa pastasta ilmanpoistimen avulla. Pienemmät ilmakuplat eivät haittaa

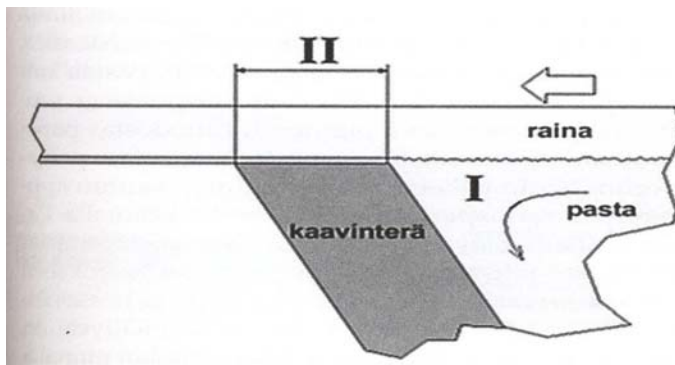
merkittävästi. Esitasoituselimellä varustetut laitteet eivät ole herkkiä pastan tai rainan ilmalle. Niissä päällystevirtausmäärät ovat suurempia ja suihkutusta tapahtuu rainan kulkusuuntaa kohti. Menetelmän ongelmana on esitasoitusmenetelmän paineimpulssi, jolloin raina vekkaantuu helposti kaavinterälle. Tämä on ongelma varsinkin päällystettäessä ohutta paperia suurella nopeudella. Vekkausongelman poistamiseksi on kehitetty suutinapplikointi, jossa on kaksi vastatela. Ensimmäisellä telalla applikoidaan pasta paperiin ja toisella säädetään kaavinterän avulla päällystemäärä halutun suuruiseksi. Kaksoisvastatelalla pasta penetroituu paperiin voimakkaasti, näin päästään suuriin päällystemääriin. Menetelmää käytetäänkin lähinnä kartongin päällystykseen. /13, s. 435 – 441; 12, s. 193 – 194; 5; 9; 11, s. 8 - 9; 4./



Kuva 3. Suutinpäällystin. /12, s. 194./

5 TERÄPÄÄLLYSTYKSEN KONESUUNTAISET PROFILISÄÄDÖT

Päällystemäärä teräpäällystyksessä säädetään kaavinterän avulla. Terän paksuus on 0,3 - 0,6 mm. Terän kärki on viistetty 25 - 50 asteen kulmaan. Terää (kuva 4) kuormitetaan niin, että viiste on mahdollisimman yhden suuntainen paperin kanssa. Tällöin tarkoitetaan suurkulmapäällystystä. /16, s. 90; 8; 15, s. 12 – 14./



Kuva 4. Suurkulmapäällystys /12, s. 195./

Kun päällystyksessä käytetään viisteetöntä terää, on paperin ja terän välinen kulma pienempi 0 - 15 astetta. Silloin tarkoitetaan pienkulmapäällystystä. Kaavinterän geometrialla suurkulma ja pienkulma ja terän paksuudella on suuri vaikutus päällysteen määrään ja laatuun, sekä kokonaisuudessaan koneen ajettavuuteen. /16, s. 90; 8; 15, s.12- 14.

5.1 Päällystemäärän muodostus

Päällystemäärän muodostumiseen vaikuttavat oleellisesti

- Pohjapaperin ominaisuudet
- Päällysteseoksen ominaisuudet
- Kaavinterän ominaisuudet
- Muut tekijät

5.1.1 Pohjapaperin ominaisuudet

Karheus:

Karheuden kasvaessa päällystemäärä kasvaa.

Huokoisuus:

Huokoisuuden kasvaessa päällystemäärä kasvaa.

Vesiabsorptio:

Vesiabsorption kasvaessa päällystemäärä kasvaa.

Kosteus:

Kosteuden vaikutus on vähäinen.

/ 16, s. 91./

5.1.2 Päällysteseoksen ominaisuudet

Kuiva-ainepitoisuus:

Kuiva-ainepitoisuuden kasvaessa päällystemäärä kasvaa.

Viskositeetti:

Viskositeetin kasvaessa päällystemäärä kasvaa.

Vesiretentio:

Vesiretention parantuessa päällystemäärä pienenee.

/16, s. 91./

5.1.3 Kaavinterän vaikutus

Terän kuormitus:

Terän kuormituksen kasvaessa päällystemäärä pienenee
suurkulmapäällystyksessä ja kasvaa pienkulmapäällystyksessä.

Teräkuorma:

Teräkulman kasvaessa päällystemäärä pienenee.

Terän paksuus:

Terän paksuuden kasvaessa päällystemäärä pienenee.

/16, s. 91./

5.1.4 Muut tekijät

Ajonopeus:

Ajonopeuden kasvaessa päällystemäärä kasvaa.

Applikointipaine:

Applikointipaineen kasvaessa päällystemäärä kasvaa.

/16, s. 91./

Kitkavoimat kuluttavat kaavinterää ja se joudutaan vaihtamaan 4 - 8 tunnin välein. Tästä aiheutuu tuotantoon laatuvaihteluja sekä lisää hukka-aikaa.

Laatuvaihtelujen ja hukka-ajan pienentämiseksi on kehitetty keraamisesti pinnoitettuja teriä, joiden käyttöikä on 3 - 5 kertaa normaalia terää pidempi.

/16, s. 91; 8./

5.2 Kaavinterän poikkiprofilointi

Teräpalkin taipuminen on ongelma, etenkin leveillä päällystekoneilla.

Taipuminen johtuu lämpötilaeroista palkin eri kohdissa, mistä seuraa teräksen laajenemista ja supistumista. Palkin suoruutta mitataan yleisimmin lasermittauksella. Lasermittaus kertoo palkin keskikohdan aseman verrattuna päätyihin. /16 s. 92 - 93; 8./

Lämpötilavaihteluja pyritään vähentämään palkin ulkopinnoille rakennetuilla lämmöntasauspiireillä. Lämmöntasauspiireissä kiertävä vesi pitää lämpötilan palkin ulkopinnoilla vakiona. Vettä siis voidaan joko lämmittää tai jäähdyttää tarvittaessa. Yleisimmin lämmöntasauspiirejä on kaksi. Piirien lämpötilaerolla voidaan hallita palkin taipumaa. Vesipiirien lämpötilan muuttaminen ei ole kovin nopea tapa muuttaa palkin taipumaa. Monissa palkeissa on myös

pneumaattinen taipumasäätö. Pneumaattisessa säädössä palkin sisällä on ilmaletku, jonka painetta voidaan muuttaa, kuormittuessaan se muuttaa palkin taipumaa. Normaalisti säätö on takaisinkytketty taipuman lasermittaukseen. /16, s. 92 - 93; 8./

Nykyaikaiset päällystysasemat on varustettu kaavinterän automaattisella poikkiprofiloinnilla. Kaavinterää voidaan paikallisesti kuormittaa tai keventää profiilinsäätökarojen avulla, jotka on yhdistetty mekaanisesti joko kuormitusletkun pitimeen tai kiinteään terän kuormituselementtiin yleisimmin 50 – 200 mm:n jaolla. /16, s. 92-93; 8./

Poikkiprofilointia tehdään letkukuormitteisilla, ja kiinteän terätuen laitteilla. Kiinteän terätuen laitteilla saadaan isompi muutos päällystemääräprofiilissa. Letkulla kuormitettaessa muutos jakautuu suuremmalle alueelle ja näin ollen profiilin muutos ei ole niin suuri. Poikkiprofiloinnilla pystytäänkin korjaamaan päällystemääräprofiilin paikallisia poikkeamia karajaan tasolle saakka. /16, s. 93./

Kaavinterän poikkiprofiloinnilla voidaan korjata virheitä, jotka johtuvat pohjapaperin huonoista profiileista, epätasaisesta applikoinnista, teräpalkin taipumisesta tai terän kulumisesta. /16, s. 93./

5.3 Päällystemäärän mittaaminen

Kone- ja poikkisuuntaisen päällystemäärän oikeaksi säätäminen edellyttää hyvää päällystemäärän mittaamista. Päällystemäärän mittaaminen taas edellyttää useampaa mittaraamia /16, s. 93; 7./

Konesuuntaisessa säädössä mittapään ylitettyä radan lasketaan päällysteen pintapainon keskiarvo ja verrataan sitä ohjearvoon. Säätohjelma käyttää vertailuun prosessimallia, johon kuuluvat siirto ja nousuviiveet terästä mittapalkille. Mikäli koneen nopeus muuttuu, muuttuvat tietokoneen säätöalgoritmit automaattisesti viiveiden arvot vastaamaan uutta nopeutta. /16 s. 93; 7./

Päällystemäärien on- line- mittausmenetelmät voidaan luokitella seuraavasti:

- Tuhkaneromenetelmä
- Kuivapainomenetelmä
- Infrapunaan ja absorptioon perustuvat menetelmät
- Röntgenfluorenssimenetelmä

/ 16 s. 95-96./

5.3.1 Tuhkanerotusmenetelmä

Tuhkanerotusmenetelmässä mittaaminen tapahtuu käyttämällä tuhka ja kosteusantureita päällystysaseman molemmin puolin. Päällystemäärä lasketaan gammasäteilyn intensiteetin vaimenemisen erona. /16, s. 95 - 96/.

Tuhkanerotusmenetelmän hyvät puolet ovat päällystemäärämuutosten parempi erottelukyky, kuin kuivapainomenetelmällä ja siitä johtuen myös tarkemmat profiilit. Erityisesti menetelmän hyvät puolet korostuu pohjapaperin neliömassan kasvaessa. /16, s. 95 - 96/.

Menetelmän huono puoli on sen riippuvaisuus pastareseptistä. Koska jokainen pastakomponentti vaimentaa gammasäteilyä sille ominaisella tavalla, täytyy päällystepastan kokonaisvaimennuskerroin tuntea. /16, s. 95 – 96/

Tuhkanerotusmenetelmää käytetään lähinnä, mitattaessa raskaita useampaan kertaan päällystettyjä laatuja. /16, s. 95 – 96/

5.3.2 Kuivapainomenetelmä

Yleisin mittausmenetelmä on päällystemäärän laskeminen kuivapainoerona. Sen mittaaminen tapahtuu ennen ja jälkeen päällystysaseman, mittaamalla neliömassa ja kosteusantureilla paperin kuivapaino ja laskemalla niiden erotus. Kuivapainomenetelmän hyvät puolet ovat sen yksinkertaisuus ja riippumattomuus päällystepastan koostumuksesta. Huonoin puoli

mittausmenetelmässä on menetelmän tarkkuudessa. Koska mittaustulos on neljän eri anturin yhteistulos, niin se heikentää tarkkuutta ja vaikeuttaa kalibrointityötä. /16, s.94 – 95./

5.3.3 Infrapuna-absorptio

Infrapuna-absorptio menetelmässä päällystemäärä mitataan suoralla infrapunasäteilyllä. Jokaiselle päällystepastan ainesosalle (esim. lateksille, kalkille, kosteudelle) mitataan IR-allonpituuden absorptio, jonka avulla lasketaan kyseessä olevan ainesosan määrä. /16, s. 96 – 97./

Suoran IR-mittauksen edut:

- Menetelmän tarkkuus, koska anturi on herkkä päällystepastan osille eikä kokonaisnелиömassalle.
 - Mittaus on nopea, koska kosteusmittaus on samassa anturissa, jolloin myös teränvaihdon jälkeiset tasaantumisajat ovat lyhyitä.
 - Saadaan kustannussäästöä, koska ei tarvita niin monta anturia.
- /16, s. 96 – 97./

IR-mittausmenetelmä voidaan toteuttaa kahdella tavalla. Se voi joko perustua infrapunasäteilyn heijastukseen tai infrapunasäteilyn(transmission) määrän mittaamiseen. /16, s. 96 – 97./

Infrapunasäteilyn käyttäminen päällystemäärän mittauksiin on kannattavaa, kun neliömassan suhde päällystemäärään kasvaa yli kymmenenkertaiseksi. Silloin päällystemäärän mittaaminen IR-menetelmällä osoittautuu ratkaisevasti tarkemmaksi kuin kuivapainomenetelmällä. /16, s. 96 – 97./

5.3.4 Röntgenfluoresenssimenetelmä

Röntgenfluoresenssianturilla mitataan fluoresenssisäteilyä, joka aiheutuu atomin viritystilan muutoksesta. Mittaus tehdään ympyrän muotoisella isotooppilähteellä, sekä verrannollisuuslaskurilla. Röntgenfluoresenssisäteilyä

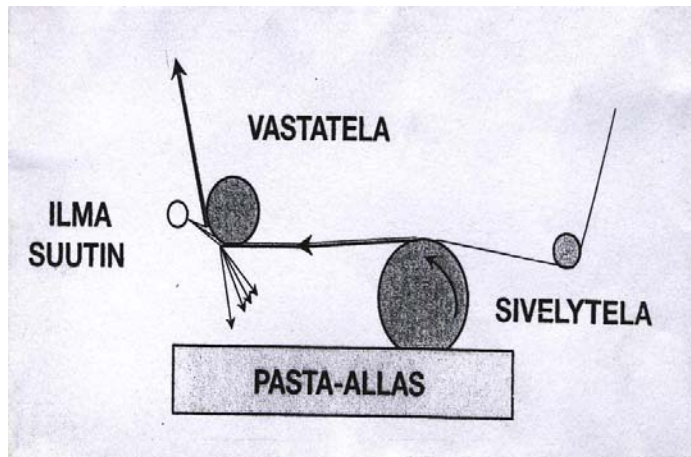
voidaan käyttää päällystemäärän mittaamisen ainoastaan silloin, kun pastaresepti sisältää ainesosia, jotka aiheuttavat tämän säteilyn. Menetelmää käytetään kartongin päällystyksen mittauksessa, sekä titaani ja kalsiumpitoisilla päällystepastoilla. /16, s. 96 – 97./

6 ILMAHARJAPÄÄLLYSTYS

Ilmajarjapäälllystystä käytetään lähinnä kartongin päällystykseseen.

Ilmajarjapäälllystys antaakin rainaan hyvän peittokyvyn (kuva 5). Menetelmän muodostama päällystekerros on tasapaksu ja myötäilee kartongin pinnan muotoja. Ilmajarjapäälllystys vaatii alhaisen ajonopeuden ja alhaisen kuiva-ainepitoisuuden 43 – 48 %, joten menetelmä ei sovellu paperin päällystykseseen. Ilmajarjapäälllystyksessä käytetään 300 – 400 m/min nopeuksia. Mikäli nopeus nousee suuremmaksi, niin laatu alkaa kärsiä huomattavasti.

Ilmajarjapäälllystyksessä päällysteen applikointi tapahtuu yksi tai monitelaisella applikointilaitteella tai sitten suuttimen avulla. Mahdollista on esikaavaukseen käyttää rainan kulkusuuntaa vastaan pyörivää telaa, mutta tämä ei ole välttämättä tarpeellista, koska suuttimella voidaan annostella riittävän pieni applikointimäärä. Ilmajarjapäälllystyksessä pinnantasointus ja päällystemäärän säättäminen tapahtuu ilmasuihkun avulla. Sumukammion avulla kerätään kaavarin erottama päällystesumu, sekä erotetaan pastahiukkaset ilmasta. Suuttimen ilman virtausnopeus on alle äänennopeuden. Tarvittava ylipaine jakokammiossa on alle 100 kPa. Yleensä käytetään kahta suutin osaa hukka-aikojen vähentämiseksi. Tällöin toista suutinta voidaan puhdistaa ajon aikana. /12, s. 199; 13, s. 465 – 466./



Kuva 5. Ilmaharjapäällystys. /12, s. 199./

7 FILMINSIIRTOPÄÄLLYSTYS

Filminsiirtopäällystyksessä paperi päällystetään kahden telan välissä paineen alaisessa nipissä (kuva 6). Päällystefilmin paksuus applikointelan pinnalla on 10 – 15 μm , riippuen päällystettävän kohteen tarvittavasta päällystemäärästä, joka on 8-15 g/m^2 per puoli. Tällöin päällystepastan kuiva-ainepitoisuus on n.65 %. Paineen alaisen suotautumisprosessin aikana päällystepigmentti suotautuu paperin pinnalle suodinkakuksi ja neste penetroituu pohjapaperiin. Paineen alaisen nipin jälkeen päällystefilmi jakautuu halkeamalla paperirainan ja applikointitelan kesken. Tyypillisesti halkeamisessa 70 – 80 % siirtyy paperiin ja 20 – 30 % jää telaan. /12, s. 196 - 197./

7.1 Halkeamisprosessin hallinta

Applikointinipin jälkeen pigmenttipäällysteen halkeamiseen vaikuttaa päällystepastasta poistuva vesi. Siitä seuraa päällystefilmin jakautuminen liikkuvaan ja liikkumattomaan kerrokseen. Päällystefilmin halkeaminen tapahtuu suuremmalla todennäköisyydellä liikkuvassa kerroksessa. Päällystekerroksen

halkeamiseen vaikuttavat tekijät ovat pastan kerrosten suhteellinen osuus, nestefaasin viskositeetti, pintajännitys ja koneen nopeus.

Jotta filmi halkeaisi selkeästi ilman sumuamista, olisi päällysteen liikkuvan kerroksen oltava mahdollisimman ohut. Tähän voidaan vaikuttaa valitsemalla päällystepastan ainesosat siten, että kuiva-ainepitoisuus muodostuu suureksi, mutta päällystepastan viskositeetti olisi mahdollisimman pieni.

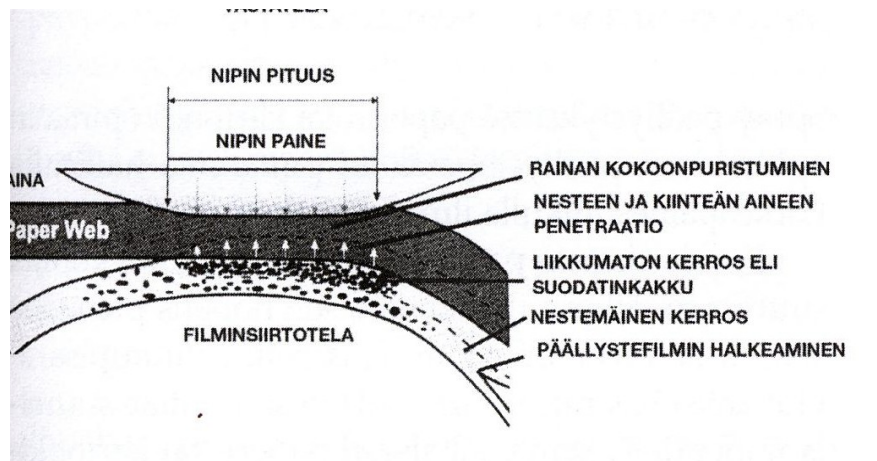
/12, s.196 - 197; 13, s. 495 - 496./

7.2 Päällysteen annostelu

Filminsiirtopäällystyksessä teräapplikointi soveltuu vain 200 – 600 m/min nopeuksille, muuten terän käyttöikä olisi liian lyhyt. Päällystemäärä filminsiirtopäällystyksessä terää käyttäen on 2 – 8 g/m² per puoli.

Yleisimmin filminsiirtopäällystyksessä käytetään annostelusauvaa.

Päällystemäärän muodostumiseen vaikuttaa telan kovuudet, sauvapaine, sauvan koko ja sauvan nopeus. Eri filmisakeudet vaativat eri sauvat. Pienihalkaisijaista urasauvaa käytetään pigmenttipäällystyksessä. Päällystemäärä on tällöin 1-4g/m² per puoli ja kuiva-ainepitoisuus 10 – 30 %. Hitailta koneilla, joilla pyritään korkeisiin päällystemääriin 6 -15 g/m² tarvitaan suuri kuiva-ainepitoisuus ja suurihalkaisijainen urasauva. Konenopeuden noustessa yli 1200 m/min täytyy applikointitelan kokoa myös suurentaa. Suurihalkaisijaisen ja sileän sauvan yleisin käyttökohde on suurilla nopeuksilla, päällystemäärän ollessa 7-14 g/m² per puoli. Tällöin pastan kuiva-ainepitoisuus on 45 – 70 % riippuen päällystyksen tarpeesta, sekä päällystysreseptistä. Alhaisilla neliömäärillä tulisi pastan kuiva-ainepitoisuus olla 30 – 50 %, paitsi alle 400 m/min nopeuksilla. Mikäli paineolosuhteet ovat vajavaiset, käytetään kitkatonta sauvaa. Korkeat neliöpainot ja nopeudet muodostuvat rajoittavaksi tekijäksi filminsiirtopäällystyksessä, josta seuraa päällysteen sumuamista. Korkeilla nopeuksilla ja neliöpainoilla voidaan päällysteen laikullisuutta vähentää suurentamalla annostelusauvan kokoa. Korkeilla nopeuksilla ja alhaisilla neliöpainoilla voidaan pastan roiskumista vähentää nostamalla annostelusauvan nopeutta. Pastan roiskumista voidaan yleisesti ottaen pienentää vähentämällä sauvapainetta ja nostamalla sauvan nopeutta. /6, s. 6 - 10; 10, s. 4; 12, s. 197./



Kuva 6. Filminsiirtopäällystys. /12, s. 197./

8 SPRAY - PÄÄLLYSTYS

Spray-päällystyksessä paperin tai kartongin pintaan suihkutetaan päällystepasta tai pintaliima korkeapainesuihkulla ilman konekosketusta (kuva 7). Korkeassa paineessa oleva nestefilmi kohtaa suuttimen jälkeen ilmakehän, jolloin nopeus pienenee ja neste atomisoituu pieniksi pisaroiksi. Pienistä pisaroista muodostuu sumupisaraviuhka, joka voidaan suihkuttaa suurella nopeudella samanaikaisesti paperi tai kartonkirainan molemmille puolille. Pisaroiden koko on 20-60 µm. Spray-päällystyksestä saatava päällystemäärä on 5,5-8,2 g/m² per puoli. Yleisesti päällystepastan kuiva-ainepitoisuus on 50 – 55 %, mutta on myös mahdollista saavuttaa 60 % kuiva-ainepitoisuus. Tyypillinen spraypäällystysprofiili on ± 5 % päällystemääräpainon tasosta. Spray-päällystyksessä suihku jakautuu rainan pintaan tasaisesti peittäen epätasaiset kohdat tarvittavalla päällystekerroksella. Spray-päällystys on lähestulkoon nopeusrajoitteeton ja siitä syystä se sopii esi- ja pintapäällystykseen lisäksi pigmentointiin sekä pintaliimaukseen. Spray-päällystyksen edut ovat taloudellisuudessa, kun ei ole teriä tai sauvoja jotka rasittavat paperirainaa. Tällöin rainan konesuuntainen vetolujuuskin voi olla pienempi. Pienempi vaadittava vetolujuus mahdollistaa edullisempien raaka-aineiden käytön, esimerkiksi kiertokuidun käytön pohjarainan raaka-aineena. /12, s.198; 19, s. 7 - 17; 18./



Kuva 7. Spraypäällystys. /19/

8.1 Pumppausprosessi

Spraypäällystyksessä saavutetaan heti startin jälkeen asetettu päällystemäärä, eikä viiveellä kuten teräpäällystyksessä, tämän mahdollistaa toimivat korkeapainepumput. Yleisesti käytetään kahta korkeapainepumppua ja kaksi pumppua on varalla. Päällystepastan pumppausprosessin pitää olla vakaa saavuttaakseen hyvän poikkiprofiilin. Spray-suuttimet pitää vaihtaa n. kahdeksan päivän välein, toimiakseen optimaalisesti. /19, s. 5 - 22; 17, s. 103 – 109./

8.2 Viskositeetin vaikutus

Viskositeetti on tärkein nesteen ominaisuus spray-päällystyksessä. Korkea viskositeetti kasvattaa pisaroiden kokoa. Korkeilla viskositeeteilla viskositeettihukka on suuri, jolloin on myös enemmän energiaa käytettävissä atomisoitumiseen. Tämä johtaa epätasaiseen spray-tulokseen. Helpoin tapa johtaa pois energiaa atomisoitumisprosessista on nesteen paine. /19, s.8 – 10./

8.3 Värin leviäminen

Pisaran leviäminen on tärkeää spray-päällystyksessä. Pisan pitää kohdata paperin pinta oikeassa kulmassa, jotta saavutetaan hyvä päällysteen peittokyky. Leviäminen riippuu ns. leviämiskulmasta, jota voidaan ennustaa laskemalla /19, s. 11 - 13./

Kaava 1. Pisan leviämiskertoimen laskeminen.

$$S = Y(\cos k - 1)$$

S = Leviämiskertoimen

Y = Faasien välinen energia

k = Kontaktikulma

Teoreettista massavirtausta suuttimista voi ennustaa myös laskemalla.

Kaava 2. Massavirtauksen laskeminen spray-suuttimista.

$$m = \frac{\pi}{4} d^2 \sqrt{2\rho\Delta P}$$

m = Teoreettinen massavirtaus suuttimista

d = Suutin-aukon halkaisija

ρ = Tiheys

ΔP = Atomisoitumisenergian erot

Aleneva nesteen tai paperin pintapuolen energia nostaa adheesion esiintymistä.

Aleneva kontaktikulma indikoi adheesion kehitystä myönteiseen suuntaan,

jolloin myös pisara tarttuu paremmin paperiin. /19, s. 11 - 15./

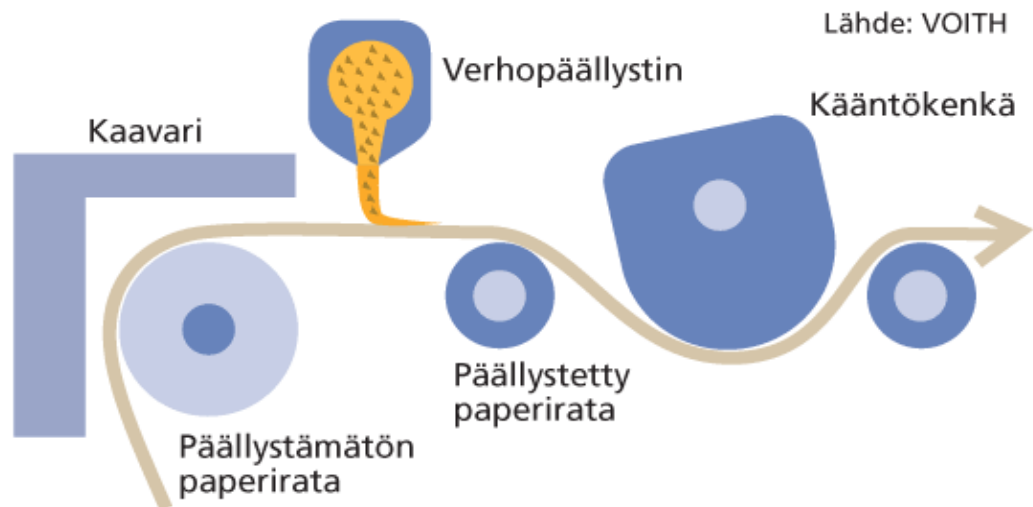
8.4 Spray-päällystyksen hallinta

Onnistuneessa spray-päällystyksessä pitää olla tarpeeksi energiaa atomisoimaan neste ja siirtämään pisara paperin reunoille saakka. Hyvään päällysteen peittokykyyn vaaditaan siis tarpeeksi alhainen värin viskositeetti, tarpeeksi alhainen vesifaasin pintajännitys (paperin päällysteen energia oltava suurempi kuin nesteen pintajännitys), korkea pisan nopeus, alhainen kontaktikulma ja

korkea paperin pintaenergia. Pohjapaperin absorptiokyky pitää sopia yhteen päällystepastan kanssa. /19, s. 5 - 22; 17, s. 103 - 109; 18./

9 VERHOPÄÄLLYSTYS

Verhopäällystyksessä päällystepasta tiputetaan ohuena verhona liikkuvan paperirainan päälle (kuva 8). Verhopäällystyksessä pastan kuiva-ainepitoisuus on n. 60 % ja viskositeetti 250 – 1000 mPas. Verhopäällystyksen käyttöalueet ovat kartonki ja pakkausmateriaalit alle 600 m/min nopeuksilla ja erikoispaperit 400 - 1300 m/min nopeuksilla sekä painopaperit 800 - 1500 m/min nopeuksilla. Verhopäällystys on suora paperin pinnan mukainen päällystysmenetelmä ja siinä ei käytetä teriä tai sauvoja annosteluun, vaan pastan siirtosuhte on 100 %. Verhopäällystys vaatii alipaineistetun ilmanpoiston pastalle ja standardin 100 µm hienosuotimen ja ilmaleikkurin sekä pulsaatiovapaan pastan syötön. /3/.



Kuva 8. Verhopäällystys. /3/

9.1 Verhopäällystyksen hyödyt

Verhopäällystyksen hyödyt ovat laadussa ja taloudellisuudessa.

Verhopäällystyksessä saadaan paperin pinnanmukainen päällystys ja tasaiset profiilit kone ja poikkisuunnassa, sekä hyvä opasiteetti ja painojälki.

Verhopäällystyksellä saadaan aikaan myös tuotannollisia säästöjä, kun ei ole kuluvia osia kuten kaavinterät tai sauvat. Menetelmä aiheuttaa alhaisen kuormituksen paperirainaan, josta seuraa vähemmän ratakatkoja paperikoneella ja vähemmän hukka-aikaa. /3; 17, s. 95 – 109./

9.2 Verhopäällystyksen hallinta

Verhopäällystyksessä on kolme kriittistä osa-aluetta: Nesteverhon formaatio suuttimessa sekä putoava ja kiihtyvä verho ja tarttuminen liikkuvaan rainaan. Kun verhovirtaus saavuttaa suuttimen, se alkaa kiihtyä ja saavuttaa verhonopeuden, riippuen suuttimen etäisyydestä rainaan. Verhonopeuden voi ennakoida laskemalla. /3; 17, s. 95 - 109./

Kaava 3. Verhonopeuden laskeminen.

$$V_c = V_o + \sqrt{2gx}$$

$$\text{Verhonopeus} = V_c$$

$$\text{Verhon nopeus alussa} = V_o$$

$$\text{Suuttimen etäisyys rainaan} = x$$

$$\text{Putoamiskiihtyvyys} = g$$

Kun verho putoaa ja kiihtyy se tulee ohuemmaksi ja alttiimmaksi ympäröivälle ilmalle ja turbulensseille. Vaarana on myös että verho menee poikki erittäin ohuilla verhoilla. Vakaata verhovirtausta voidaan ennustaa laskemalla. Vakaata verhovirtausta voidaan olettaa Weberin numeron ollessa 2. /3; 17, s. 95 – 109./

Kaava 4. Weberin numeron laskeminen.

$$We = \frac{\rho H_c V_c^2}{a}$$

Päällystän jännitys = a

Pastan pintajännitys = ρ

Verhon nopeus = V_c

Verhon tiheys = H_c

Hyvään päällysteverhon tasaisuuteen päästään alhaisilla neliöpainoilla, vähentämällä päällystän pintajännitystä ja pitämällä Weberin numero turvallisella alueella. Tämä tapahtuu lisäämällä lisäaineita, jotka alentavat pastan pintajännitystä. Verhon katkot saadaan eliminoidua lisäämällä päällystepastaan ohentajia, jotka tuovat lisää venyvyyttä ja elastisuutta. Pastan voimakas kiihtyminen verhon ja rainan kohtaamisalueella on vahva vaikutus pastan ohennus vaikutukseen. Laskennat osoittavat että alhaisilla viskositeeteillä päällystemäärä ei parane yli 100 μm verhosuuttimilla. /17, s. 95 - 109./

9.3 Verhopäällystyksen hallinnan yhteenveto

Verhopäällystyksessä verhovirtausta siis säädetään verhosuuttimesta, joka on helppo määrittää tarvittavaa neliömääräpainoa vastaavaksi. Standardi suuttimen koko 100 μm on havaittu optimaaliseksi, jolloin ei tule tukoksia suuttimeen. Korkeilla viskositeeteilla on hyvä ajettavuus, koska silloin saadaan myös hyvä venyvyys helpommin lisäaineilla verhoon. Verhopäällystyksen yksi rajoittava tekijä on alhaisilla nopeuksilla, koska silloin helpommin tulee liikaa verhovirtausta ja siitä seuraa korko kohtia paperiin. Toinen rajoittava tekijä on korkeilla nopeuksilla ja neliöpainoilla, koska verhon ollessa paksua on sen virtaus suuttimesta rajoittava tekijä.

10 PÄÄLLYSTYSASEMAT SUOMESSA PAINOPAPEREILLE

Päällystysasemat on järjestetty päällystettävän paperilajin mukaan, joko puupitoisiin tai puuvapaisiin paperilajeihin. Ensin on esitelty puupitoiset paperilajit (LWC, MWC, MFC) ja niiden jälkeen seuraavat puuvapaat paperilajit. Puuvapaiden paperilajien jälkeen olen listannut Pilot-koepäällystysasemat Suomessa.

- LWC, (kevyesti päällystetty puupitoinen painopaperi).
- MWC, (kaksoispäällystetty puupitoinen painopaperi).
- MFC, (kevyesti päällystetty puupitoinen mattapintainen aikakauslehtipaperi).
- Puuvapaat paperilajit, (valmistettu pääosin sellusta).

/12, s. 63 – 70./

10.1 PUUPITOISET PAPERILAJIT /2; 3./

Starttivuosi	1985
Paikka	Veitsiluoto SM 5, Kemi
Paperilaji	LWC
Leveys	7680 mm
Nopeus	1400 m/min
Päällystysmenetelmä	SDTA
Starttivuosi	1996
Paikka	Kemi SM, Veitsiluoto
Paperilaji	40 – 80 g/m ² , LWC
Leveys	7680 mm
Nopeus	1400 m/min
Päällystysmenetelmä	Jet-suutinpäällystys

Starttivuosi	1996
Paikka	Kaukas C1
Paperilaji	65 - 100g/m ² , LWC
Leveys	7550 mm
Nopeus	1600 m/min
Päällystysmenetelmä	Jet- suutinpäällystys
Starttivuosi	2001
Paikka	Veitsiluoto SM1, Stora Enso
Paperilaji	80 – 115 g/m ² , LWC
Leveys	4570 mm
Nopeus	1500 m/min
Päällystysmenetelmä	Jet-suutinpäällystys
Starttivuosi	1981
Paikka	Kaukas, Lappeenranta PM 1
Paperilaji	LWC
Leveys	7600 mm
Nopeus	1400 m/min
Päällystysmenetelmä	LDTA, terällä
Starttivuosi	1984
Paikka	Myllykoski
Paperilaji	LWC
Leveys	5580 mm
Nopeus	1400 m/min
Päällystysmenetelmä	LDTA, terällä
Starttivuosi	1983, uudelleen rakennus
Paikka	Metsäserla, Kirkniemi
Paperilaji	LWC
Leveys	6570 mm
Nopeus	1200 m/min
Päällystysmenetelmä	Teräpäällystys

Starttivuosi	1986
Paikka	Myllykoski
Paperilaji	LWC
Leveys	5580 mm
Nopeus	1400 m/min
Päällystysmenetelmä	Teräpäällystys
Starttivuosi	1985
Paikka	Kemi, Veitsiluoto
Paperilaji	LWC
Leveys	7680 mm
Nopeus	1400 m/min
Päällystysmenetelmä	Teräpäällystys
Starttivuosi	1987
Paikka	Kaukas, Lappeenranta
Paperilaji	LWC
Leveys	7600 mm
Nopeus	1400 m/min
Päällystysmenetelmä	Teräpäällystys
Starttivuosi	1987
Paikka	Kaipola
Paperilaji	LWC
Leveys	8480 mm
Nopeus	1500 m/min
Päällystysmenetelmä	Teräpäällystys
Starttivuosi	1988
Paikka	Rauma
Paperilaji	LWC
Leveys	8500 mm
Nopeus	1200 m/min
Päällystysmenetelmä	Teräpäällystys

Starttivuosi	1998
Paikka	Rauma, UPM- Kymmene
Paperilaji	LWC
Leveys	9430 mm
Nopeus	1800 m/min
Päällystysmenetelmä	Teräpäällystys
Starttivuosi	2003
Paikka	Myllykoski
Paperilaji	LWC ja puuvapaat lajit
Leveys	5580 mm
Nopeus	1400 m/min
päällystysmenetelmä	Suutinpäällystys terällä
Starttivuosi	2003
Paikka	Rauma, UPM
Paperilaji	LWC
Leveys	8280 mm
Nopeus	1400 m/min
Päällystysmenetelmä	Suutinpäällystys terällä
Starttivuosi	1992, uudelleen rakennus
Paikka	Rauma
Paperilaji	MWC, LWC
Leveys	8450 mm
Nopeus	1200 m/min
Päällystysmenetelmä	Teräpäällystys
Starttivuosi	1994
Paikka	Kirkniemi
Paperilaji	Puupitoinen painopaperi
Leveys	6460 mm
Nopeus	1200 m/min
Päällystysmenetelmä	Filminsiirtopäällystys

Starttivuosi	1983, uudelleen rakennus
Paikka	Veitsiluoto, Kemi
Paperilaji	MWC, LWC
Leveys	4570 mm
Nopeus	1200 m/min
Päällystysmenetelmä	LDTA, terällä
Starttivuosi	1988
Paikka	Kaukas, Lappeenranta
Paperilaji	MWC
Leveys	7600 mm
Nopeus	1600 m/min
Päällystysmenetelmä	Teräpäällystys
Starttivuosi	2001
Starttivuosi	2001
Paikka	Kaukas OMC 1
Paperilaji	65 – 100 g/m ² , MWC
Leveys	7550 mm
Nopeus	1800 m/min
Päällystysmenetelmä	Filminsiirtopäällystys
Starttivuosi	1989
Paikka	Veitsiluoto, Kemi
Paperilaji	Kaksoispäällystetty puupitoinen paperi
Leveys	4570 mm
Nopeus	1200 m/min
Päällystysmenetelmä	LDTA, Terällä

Starttivuosi	1991, uudelleen rakennus
Paikka	Veitsiluoto, Kemi
Paperilaji	Puupitoinen, kaksoispäällystetty
Leveys	4570 mm
Nopeus	1200 m/min
Päällystysmenetelmä	LDTA, terällä

Starttivuosi	1995, uudelleen rakennus
Paikka	Veitsiluoto, Kemi
Paperilaji	Kaksoispäällystetty, puupitoinen
Leveys	4570 mm
Nopeus	1200 m/min
Päällystysmenetelmä	LDTA, terällä

Vuosi	1996
Paikka	Kirkniemi
Paperiaste	Kaksoispäällystetty painopaperi
Leveys	8440 mm
Nopeus	1800 m/min
Konetyyppi	Suutinpäällystys, terällä

Starttivuosi	1987
Paikka	Kotka
Paperilaji	MFC
Leveys	5500 mm
Nopeus	1050 m/min
Päällystysmenetelmä	Teräpäällystys

10.2 PUUVAPAAAT PAPERILAJIT /2; 3./

Starttivuosi	1989
Paikka	Kuusankoski PM 7
Paperilaji	40 – 80 g/m ² , puuvapaa kopiopaperi
Leveys	4650 mm
Nopeus	1000 m/min
Päällystysmenetelmä	Filminsiirtopäällystys

Starttivuosi	1996
Paikka	Kuusankoski PM 7
Paperilaji	70 – 170 g/m ² , Puuvapaa paperi.
Leveys	4660 mm
Nopeus	1000 m/min
Päällystysmenetelmä	Jet-suutinpäällystys

Starttivuosi	1985
Paikka	Varkaus
Paperilaji	Puuvapaa hienopaperi
Leveys	7700 mm
Nopeus	1000 m/min
Päällystysmenetelmä	Teräpäällystys

Starttivuosi	1985
Paikka	Varkaus
Paperilaji	Puuvapaa hienopaperi
Leveys	4340 mm
Nopeus	1000 m/min
Päällystysmenetelmä	Teräpäällystys

Starttivuosi	1984
Paikka	Kaukopää
Paperilaji	Puuvapaa hienopaperi
Leveys	3250 mm
Nopeus	850 m/min
Päällystysmenetelmä	Teräpäällystys
Starttivuosi	1987
Paikka	Äänekoski, Metsäserla
Paperilaji	Puuvapaa hienopaperi
Leveys	3900 mm
Nopeus	1000 m/min
Päällystysmenetelmä	Teräpäällystys
Starttivuosi	1989
Paikka	Kuusankoski
Paperilaji	Kaksoispäällystetty hienopaperi
Leveys	2830 mm
Nopeus	1200 m/min
Päällystysmenetelmä	Teräpäällystys
Starttivuosi	1991
Paikka	Veitsiluoto, Oulu
Paperilaji	Kaksoispäällystetty, puuvapaa
Leveys	8380 mm
Nopeus	1400 m/min
Päällystysmenetelmä	LDTA, terällä
Starttivuosi	1997
Paikka	Stora Enso, Oulu
Paperilaji	Puuvapaa paperi
Leveys	8470 mm
Nopeus	1600 m/min
Päällystysmenetelmä	Filminsiirtopäällystys

Starttivuosi	2001
Paikka	Stora Enso, Oulu
Paperilaji	Puuvapaat lajit
Leveys	8380 mm
Nopeus	1400 m/min
Päällystysmenetelmä	Suutinpäällystys, terällä

Starttivuosi	2001
Paikka	Kuusankoski
Paperilaji	Puuvapaat lajit
Leveys	8500 mm
Nopeus	1800 m/min
Päällystysmenetelmä	Suutinpäällystys, terällä

Starttivuosi	2001
Paikka	Kuusankoski
Paperilaji	Puuvapaat lajit
Leveys	8500mm
Nopeus	1800 m/min
Päällystysmenetelmä	Filminsiirtopäällystys

Starttivuosi	2001
Paikka	Kangas, Jyväskylä
Paperilaji	Puuvapaat lajit
Leveys	5720 mm
Nopeus	1200 m/min
Päällystysmenetelmä	Suutinpäällystys terällä

Starttivuosi	2003
Paikka	Jämsänkoski, UPM
Paperilaji	Puuvapaat lajit
Leveys	4260 mm
Nopeus	1100 m/min
Päällystysmenetelmä	Suutinpäällystys terällä

Starttivuosi	2003
Paikka	Tervakoski
Paperilaji	Puuvapaa hienopaperi
Leveys	4510 mm
Nopeus	900 m/min
Päällystysmenetelmä	Filminsiirtopäällystys
Starttivuosi	1986
Paikka	Lohja
Paperilaji	Puuvapaa erikoispaperi
Leveys	3300 mm
Nopeus	410 m/min
päällystysmenetelmä	Teräpäällystys
Starttivuosi	1986
Paikka	Jämsänkoski
Paperilaji	Puuvapaa erikoispaperi
Leveys	4200 mm
Nopeus	600 m/min
Päällystysmenetelmä	Teräpäällystys
Starttivuosi	1998
Paikka	Jämsänkoski
Paperilaji	Puuvapaa erikoispaperi
Leveys	4350 mm
Nopeus	900 m/min
Päällystysmenetelmä	Filminsiirtopäällystys
Starttivuosi	2003
Paikka	Tervakoski
Paperilaji	Puuvapaa hienopaperi
Leveys	4510 mm
Nopeus	900 m/min
Päällystysmenetelmä	Filminsiirtopäällystys

10.3 PILOT-KOEPÄÄLLYSTYSASEMAT /2; 3./

Starttivuosi	2000
Paikka	Imatra, Stora Enso
Paperilaji	28-450g/m ²
Leveys	800mm
Nopeus	1500m/min
Päällystysmenetelmä	Terä, sauva, LDТА, SDТА, suutinpääl.
Starttivuosi	1983
Paikka	KCL, Espoo, tutkimuskeskus
Paperilaji	
Leveys	470mm
Nopeus	1700mm/min
Päällystysmenetelmä	LDТА, terällä
Starttivuosi	1985, päällystimen uudelleen rakennus
Paikka	Tainionkoski, tutkimuskeskus
Paperilaji	
Leveys	800mm
Nopeus	1000m/min
Päällystysmenetelmä	Pilot, terällä
Starttivuosi	1984
Paikka	Järvenpää, tutkimuskeskus
Paperilaji	
Leveys	1000mm
Nopeus	2000m/min
Päällystysmenetelmä	Pilot, terällä.

Starttivuosi	1987
Paikka	Rautpohja, Jyväskylä
Paperilaji	
Leveys	630mm
Nopeus	1100m7min
Päällystysmenetelmä	Pilot, terällä
Starttivuosi	1990
Paikka	Raision tehtaat, Raisio
Paperilaji	
Leveys	620mm
Nopeus	2000m/min
Päällystysmenetelmä	Pilot, terällä
Starttivuosi	1995
Paikka	KCL, Espoo
Paperilaji	
Leveys	400-600mm
Nopeus	2500m/min
Päällystysasema	Ilmajarjapäällystys, Pilot
Starttivuosi	1998
Paikka	Raisio Chemicals, Raisio
Paperilaji	
Leveys	600mm
Nopeus	2250m/min
Päällystysmenetelmä	Pilot, suutinpäällystys
Starttivuosi	2001
Paikka	KCL, Espoo
Paperilaji	Eri paperilajeille
Leveys	600mm
Nopeus	3000m/min
Päällystysmenetelmä	Filminsiirtopäällystys

11 YHTEENVETO

Yleisen mielipiteen mukaan teräpäällystys tulee tulevaisuudessa vähentymään ja spray- ja verhopäällystys tulee yleistymään. Tämä suuntaus johtuu spray- ja verhopäällistuksen taloudellisuudesta. Spray- ja verhopäällistyksessä ei ole kuluvia osia kuten kaavinterät jotka rasittavat rainaa, joten rainan vetolujuudet eivät myöskään tarvitse olla niin suuria. Tästä seuraa kustannussäästöä kun voidaan käyttää pohjarainassa kiertokuituja. Myös turhilta tuotantoseisokeilta vältytään kuten ratakatkot ja kaavinterän vaihdot, kun kaavinterä ei rasita rainaa.

Kartoitettuani suomen paperitehtaita päällystysmenetelmien osalta, huomasin että teräpäällystys eri muodoissaan on vielä ehdottomasta Suomen yleisin päällystysmenetelmä painopapereilla. Tulevaisuudessa tämä ehkä tulee muuttumaan spray- ja verhopäällistuksen eduksi.

12 LÄHTEET

- 1 Metso Paper, päällystyskoneiden referenssilistat suomesta.
- 2 Voith Paper, Päällystyskoneiden referenssilistat suomesta.
- 3 Voith Paper, Verhopäällystys, PowerPoint show 2006.
- 4 Voith Sulzer paper technology, Modern Free-jet Coating Heads for LWC and MWC Coating s. 8 - 9.
- 5 Voith Paper, JetFlow F The ideal solution for colour application.
- 6 Voith Paper, Speedsizer the system features at a glance s. 6 - 10.
- 7 Voith Sulzer paper technology, Profilmatic- Profile control system.
- 8 Voith Sulzer paper technology, Dynamic Blade C System- the ideal system for variable blade pressure.
- 9 Voith Paper, The dynamic Coater.
- 10 Voith paper, Speedcoater- Quality and Economy s. 4.
- 11 Voith Paper, Production experience with Jetflow F.
- 12 Häggblom-Ahnger Ulla, Komulainen Pekka, Kemiallinen metsäteollisuus 2- Paperin ja kartongin valmistus, Gummerus 2001, s. 191 - 199.
- 13 Lehtinen Esa, Pigment Coating and Surface Sizing of Paper, Fabet Oy, 2001, s. 415 - 422, 424 - 427.
- 14 Know Pap 2003.
- 15 Nieminen Antti tutkintotyö 2005, Tampereen ammattikorkeakoulu, LWC- paper cross directional profile optimization s. 12 - 14.
- 16 Sakari Vehmas, Paperiteollisuuden automaatio kurssimateriaali 2005 s. 90 - 99.
- 17 The Finnish Paper Engineers Association, PulPaper Conferences 1-3 June 2004 Helsinki, s. 95 -109.
- 18 The Finnish Paper Engineers Association, PulPaper Conferences 2001.
- 19 Metso Paper, Optispray The New Low Impact Paper Coating Technology, s. 2 - 24.