



# **VIIRUTUSONGELMAN RATKAISU SAUVA- APPLIKOINNISSA LYHYTVIIPYMÄASEMALLA**

Jussi Suhonen

Opinnäytetyö  
Toukokuu 2011  
Paperitekniikan koulutusohjelma  
Paperitekniikka  
Tampereen ammattikorkeakoulu

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Paperitekniiikan koulutusohjelma  
Paperitekniiikan suuntautumisvaihtoehto

SUHONEN, JUSSI: Viirutusongelman ratkaisu sauva-applikoinnissa lyhytviipymäasemalla

Opinnäytetyö, 34 s.  
Toukokuu 2011

---

Erään paperitehtaan eräällä paperilajilla esiintyi päällystettäessä viirutusta. Viirutus syntyi, kun paperi päällystettiin päällystyspastalla lyhytviipymäasemalla. Päällystekerroksen tasoittamiseen eli kaavintaan paperitehtaalla käytettiin sauva-applikointimenetelmää.

Viirutus on yleinen teräpääpäälystysmenetelmän ongelma, kun paperia päällystetään korkeassa päällystyspastan kuiva-ainepitoisuudessa ja korkeassa viskositeetissä. Päällystysaseman applikointialueelle kaavinterän taakse voi kulkeutua partikkelimaisia hiukkasia, jotka aiheuttavat terää kuormitettaessa kapeita päällystämättömiä kohtia. Kapeita päällystämättömiä kohtia kutsutaan viiruiksi.

Filminsiirtopäälystysmenetelmässä viirutus johtuu usein pastan kaavauksessa käytettävän sauvan likaantumisen seurauksena. Sauvaan koneistettujen urien tukkeutuminen johtaa filmin viiruisuuteen nipittelällä, jolta viirut vastaavasti voivat jäljentyä päällystysnipissä paperiin.

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin viirutusta lyhytviipymäasemakonstruktioilla, jossa teräkaavainmenetelmän sijaan oli käytössä filminsiirtopäälystimen sauvakaavintamekanismin kaltainen sauva-applikointimenetelmä. Viirutusongelma ratkaistiin lyhytviipymäaseman rakenteellisilla muutoksilla ja päällystyspastan komponentteja optimoimalla.

Tämä opinnäytetyö sisältää luottamuksellista tausta-aineistoa.

## ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Program in Paper Technology  
Option of Paper Technology

SUHONEN, JUSSI: Solution to streaking problem in rod metering at short dwell time applicator

Bachelor's thesis, 34 pages.  
May 2011

---

Streaking problem occurred in pigment coating of a certain paper grade in a certain paper mill. Streaking arose when paper was coated on a short dwell time applicator (SDTA) coating unit. Rod metering method was used to meter the applied coating layer at the coating station.

Streaking is a general problem in short dwell time applicator coating, when paper is coated with high solid contents and high viscosities of coating colour. Small particles that can accumulate in application chamber behind the metering blade, cause thin, uncoated stripes to paper when blade is loaded. Thin uncoated stripes are named as streaks.

In film transfer coating method, streaking usually is due to dirt on metering rods. Small mechanized grooves blocked by dirt on the rod can affect on film's streakiness on the nip drum, from which they can be reproduced to the paper at the coating nip.

This Bachelor's thesis studied the streaking on a short dwell time applicator coating unit, where rod metering (similar to one in film transfer coating method) is used instead of traditional blade metering. Streaking problem was solved with structural modifications of the unit and with the optimization of the coating colour.

This Bachelor's thesis contains confidential background material.

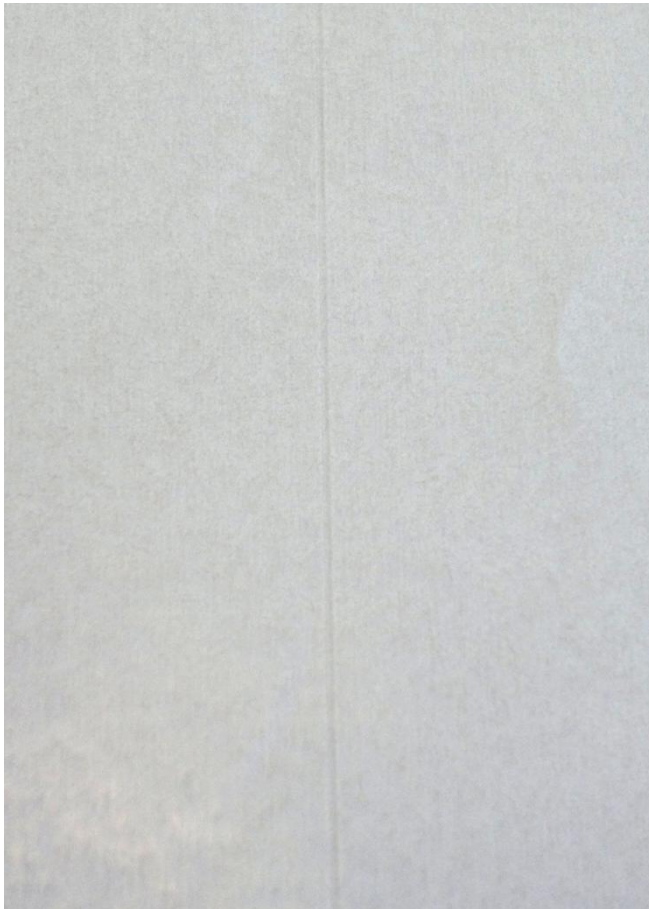
## SISÄLLYS

1 JOHDANTO .....	5
2 PAPERIN JA KARTONGIN PÄÄLLYSTÄMINEN .....	8
2.1 Päällystysmenetelmät .....	8
2.2 Päällystyspastan peruskomponentit ja reseptit.....	9
2.2.1 Pigmentit.....	10
2.2.2 Sideaineet ja paksuntajat.....	10
2.2.3 Lisäaineet .....	10
3 PASTAN REOLOGIA.....	11
4 LYHYTVIIPYMÄPÄÄLLYSTYSASEMA .....	12
5 SAUVAKAAVIN LYHYTVIIPYMÄASEMALLA .....	14
6 PAPERIKONEKOEAJOT .....	16
6.1 Koeajojen tarkoitus ja tavoitteet.....	16
6.2 Massan raaka-aineet .....	17
6.3 Pintaliiman raaka-aineet.....	17
6.4 Pigmenttipastan raaka-aineet .....	19
6.5 Paperikoneen ajoparametrit.....	20
7 KOEAJON TULOKSET.....	28
7.1 Ajettavuus ja havainnot.....	28
7.2 Paperitekniset perusmittaukset.....	29
7.3 Painatuskoeajo.....	29
8 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA .....	31
LÄHTEET.....	33

## 1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö käsittelee erään paperitehtaan erään paperilajin päällystyksessä esiintynyttä viirutusongelmaa. Tehtaan paperikoneella on online-päällystysyksikkö lyhytviipymäapplikaatiolla, jonka perinteinen teräkaavausrakenne on poistettu ja tilalle on asennettu modifioitu sauvakaavausrakenne. Sauvakaavaus sopii paperilajeille, joilla päällystemäärä halutaan saada erityisen pieneksi ja tasaiseksi.

Viiruttaminen päällystyksessä yleisesti tarkoittaa kapeaa päällystämätöntä raitaa paperin konesuunnassa. Viiru on tyypillisesti helposti visuaalisesti havaittavissa, ja sen voimakkuus korostuu viimeistään silloin, kun paperi painetaan. (VTT 2000.) Kuvassa 1 on paperin päällysteessä viiru, ja kuva 2 esittää päällysteviirua, kun siihen on applikoitu painoväriä käsirasteritelalla.



KUVA 1. Päällysteviiru paperissa



KUVA 2. Päälysteviiru, johon on levitetty painoväriä

Viiruttaminen on yleinen teräpäälystykseen ongelma, kun päälystetään korkeassa päälystyspastaan kuiva-ainepitoisuudessa ja korkeassa viskositeetissä (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2000, 185). Sauvakaavauksessa viirutus on normaalia filminsiirtopäälystysmenetelmässä, jossa sauvaan koneistettujen urien tukkeutuminen johtaa filmin viiruisuuteen nipittelalla, joka vastaavasti voi toistua nipissä paperiin viiruna. Sauvan uran tukkeutumiseen sen sijaan voi olla syynä esimerkiksi uraan kuivunut, dispergoitumaton pigmenttihiukkanen pastassa tai jopa paperista irronnut pastaan ajautunut kuitukimppu. Päälystyspastaan konekierron sihtauksella voidaan pastasta poistaa sauvan uria tukkivia epäpuhtauksia. (VTT 2000.)

Tehtaalla käytettävä lyhytviipymäasema sauvakaapimella on kuitenkin konstruktiona melko uniikki, ja sellaisesta ja sen ongelmista ei ole saatavilla tutkimuksia tai kirjallisuutta. Tutkittavaa viirutusongelmaa ei myöskään voi verrata teräpäälystysviirutukseen tai filminsiirtoviirutukseen, koska kyse on erilaisesta viirutusilmiöstä. Tässä tapauksessa viirutus oli ”vaeltavaa”, eli se ei ollut jatkuvasti samassa kohtaa paperirataa. Kyse ei siis

ollut tukkeutuneesta sauvan urasta, varsinkin kun lyhytviipymäaseman kaavauksessa oli käytössä sileä sauva.

Viiruttamista esiintyi tällä paperikoneella vain yhdellä paperilajilla, koska paperikoneen lyhytviipymäasemalla ajetaan normaalisti alhaisilla kuiva-ainepitoisuuksilla, ja ajettavat päällysteet eivät ole tavanomaisia pigmenttipastoja. Pigmenttipastat ajetaan paperikoneella yleensä filminsiirtopäällystimellä. Tämä paperilaji esipäällystetään pintaliimalla filminsiirtopäällystimellä ja päällystetään pigmenttipastalla lyhytviipymäpäällystimellä.

Viirutusongelma pyrittiin ratkaisemaan koeajoissa asentamalla lyhytviipymäpäällystysyksikölle sauvakaavausmekanismiin voiteluvesijärjestelmä. Myös koeajojen pastan komponenttien valintaan keskityttiin; pastan sisäisiin voiteluominaisuuksiin ja paksuntajan käyttöön tehtiin muutoksia.

## 2 PAPERIN JA KARTONGIN PÄÄLLYSTÄMINEN

Paperin ja kartongin päällystämisen tarkoitus on parantaa tuotteen painatusominaisuuksia. Päällystetyn paperin ja kartongin tärkeimpiä ominaisuuksia painettavuuden ja hyvän painojäljen kannalta ovat kiilto, sileys ja vaaleus. Päällystämättömältä pohjapaperilta tai -kartongilta vaaditaan myös riittävän hyvät pinnan perusominaisuudet, jotta siihen applikoitava hyvä päällystysjälki voi johtaa hyvään painettavuuteen. Paperiin applikoitavaa päällystysseosta kutsutaan pastaksi. Pasta on tavallisesti viskoottista, valkoista, useimmiten vesipohjaista nestettä, jonka kuiva-ainepitoisuus on 40 - 70 %. (VTT 2000.)

### 2.1 Päällystysmenetelmät

Päällystystapahtumassa on pääpiirteissään kaksi vaihetta: päällystyspaston applikointi ja applikoidun päällystyspaston tasoitus. Päällystystapahtuman jälkeen päällystyspaston sisältämä ylimääräinen vesi haihdutetaan erillisillä päällysteen kuivatukseen tarkoitetuilla laitteilla. (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2000, 184.)

Erilaisia tapoja päällystää paperia ja kartonkia on useita, joista teräpäällystys on yleisin menetelmä. Muita käytössä olevia menetelmiä ovat muuan muassa sauvapäällystys, filminsiirtopäällystys, ilmaharjapäällystys, spray-päällystys ja verhopäällystys. (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2000, 191).

Teräpäällystykseen alle kuuluu pastan applikointitavan mukaan nimettyjä päällystysasemakonstruktioita. Teräpäällystyksessä käytössä on sivelytela-applikoinnilla, lyhytviipymäapplikoinnilla ja suutinapplikoinnilla varustettuja teräpäällystysyksiköitä. Tässä opinnäytetyössä keskitytään ainoastaan lyhytviipymäapplikoinnin käsittelemiseen.



## 2.2 Päälylystyspastaan peruskomponentit ja reseptit

Päälylystyspasta koostuu tavallisesti pigmentistä, sideaineesta ja paksuntajasta. Lisäksi pastoissa voidaan käyttää eri ominaisuuksia tuovia lisäaineita, joita kutsutaan niiden pienten reseptiosuuksien mukaan tippakemikaaleiksi. (Annala 2006, 10.)

Pastojen raaka-aineita eli komponentteja vaihtelemalla voidaan päälylystettävään paperiin tai kartonkiin aikaansaada erilaisia ominaisuuksia. Pastan koostumuksen eli pasta-reseptin valintaan vaikuttaa useita tekijöitä. Monesti päälylystettävän paperin lopputuotteen käyttötarkoitus ja laatuvaatimukset sanelevat suuren osan pastaan mahdollisesti valittavista raaka-aineista. Kuiva-ainepitoisuus pyritään yleensä säätämään päälylystysmenetelmälle sopivimmaksi. (VTT 2000.)

Pastareseptin valintaan vaikuttaa myös komponenttien hinta, käytettävä päälylystysmenetelmä, päälylystettävän pohjapaperin laatu- ja perusominaisuudet. Päälylystyspastaan komponenttien on myös oltava keskenään yhteensopivia, ja niiden on toimittava pastalle asetettujen stabiiliusvaatimusten mukaisesti. Tiettyjä sideaineita toimiakseen parhaiten. Lisäaineiden käyttämisen tarve pastassa selviää yleensä, kun pastan pääkomponentit pigmentti ja sideaine on valittu. (VTT 2000.)

Päälylystysseoksen reseptiä laadittaessa komponenttien osuudet lasketaan yleensä prosentteina kokonaispigmenttimäärästä. Pigmentit siis muodostavat reseptistä 100 osaa, ja muut aineet ovat painoprosenttiosuuksia, jotka lopulta lasketaan yhteen pigmenttien lisäksi. Taulukossa 1 on esitetty esimerkki päälylystysseosreseptin laatimisesta. (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2000, 190.)

Taulukko 1. Päälylystysreseptiesimerkki (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2000, 191).

Aine	Ominaisuus	Osa
<b>Kaoliini</b>	80 % alle 2 µm	70
<b>Kalsiumkarbonaatti</b>	90 % alle 2 µm	30
<b>SB-lateksi</b>	sitomislujuus	8
<b>Tärkkelys tai CMC</b>	viskositeetti	4 / 1
<b>Glyoksaali</b>	kovetin	0,3
<b>Ca-stearaatti</b>	voiteluaine	0,5

### 2.2.1 Pigmentit

Päällystyspastan olennaisimpana osana voidaan pitää pigmenttiä, joka on yleisimmin valkoinen mineraalipohjainen hiukkanen. Pigmenttejä ovat muun muassa kaoliini, talkki, kalsiumkarbonaatti ja kipsi. Pigmentin osuus pastasta on yleensä noin 75 - 95 %. (VTT 2000.)

### 2.2.2 Sideaineet ja paksuntajat

Pigmentti vaatii pohjapaperiin sitoutuakseen sitouttavan aineen eli sideaineen, joka on usein tärkkelys, karboksyyliimetyyliselluloosa (CMC), haluttujen ominaisuuksien mukaan valittu lateksi tai polyvinyylialkoholi (PVA). Sideaineen osuus pastassa on yleensä noin 5 - 15 %. Sideaine monesti kasvattaa pastan viskositeettiä, mutta pastoissa voidaan käyttää myös erillisiä paksuntajia. Paksuntajaa käytetään pastassa viskositeetin hienosäätämiseen ja vedenpidättämiskyvyn kontrolloimiseen. Tärkkelyksen ja CMC:n ohella paksuntajana voi käyttää erilaisia synteettisiä paksuntajia. (VTT 2000.)

### 2.2.3 Lisäaineet

Pastan lisäaineilla käsitetään tiettyihin erikoisominaisuuksiin vaikuttavia ja pastan toiminnallisuuden säätämiseen tarkoitettuja kemikaaleja, joiden määrä pastassa on yleensä suhteellisen pieni. Lisäaineiksi luetaan muun muassa vaahdonestoaineet, optiset kirkasteet eli OBA:t (Optical Brightening Agent), liukasteet tai voiteluaineet, dispergointiaineet, säilöntäaineet ja pH:n säätöaineet. (Ahlgren & Engels & Hansen & Knudsen 2009, 282.)

### 3 PASTAN REOLOGIA

Pastan reologia tarkoittaa pastamateriaalin muodonmuutoksen ja pastan mekaanisen rasituksen alaisen virtauskäyttäytymisen tutkimista. Perusreologian mukaan erilaiset nesteet jaetaan newtoniaalisiin ja ei-newtoniaalisiin nesteisiin. (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2003, 184.)

Newtoniaalinen neste on sellainen neste, joka säilyttää viskositeettinsa vakiona kaikissa olosuhteissa. Hyvä esimerkki newtoniaalisesta nesteestä on vesi. Pastat ovat hyvin harvoin veden kaltaisia viskositeettistabiileja nesteitä, joten ne ovat siis ei-newtoniaalisia. Se tarkoittaa, että pastoissa viskositeetti muuttuu leikkausnopeuden ja leikkausajan kasvaessa. (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2003, 185.)

Jos leikkausnopeuden kasvaessa pastan viskositeetti kasvaa, käytetään pastasta kuvaavaa termiä dilatanttinen eli leikkauspaksuneva. Jos taas leikkausnopeuden kasvaessa pastan viskositeetti laskee, kyseessä on leikkausoheneva eli pseudoplastinen pasta. (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2003, 185.)

Jos leikkausajan kasvaessa pastan viskositeetti kasvaa, pastasta käytetään kuvaavaa termiä reopektinen. Jos taas leikkausajan kasvaessa pastan viskositeetti alenee, puhutaan tiksotrooppisesta pastasta. Tiksotropiassa pastan viskositeetti palautuu hitaasti takaisin vanhalle tasolle, kun leikkausrasitus alenee tai loppuu kokonaan. Pastat yleensä ovat tiksotrooppisia, koska reopektisten pastojen ajettavuus kävisi päällystämisen pidetessä mahdottomaksi, kun ajan myötä pastan viskositeetti kasvaisi. (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2003, 185.)

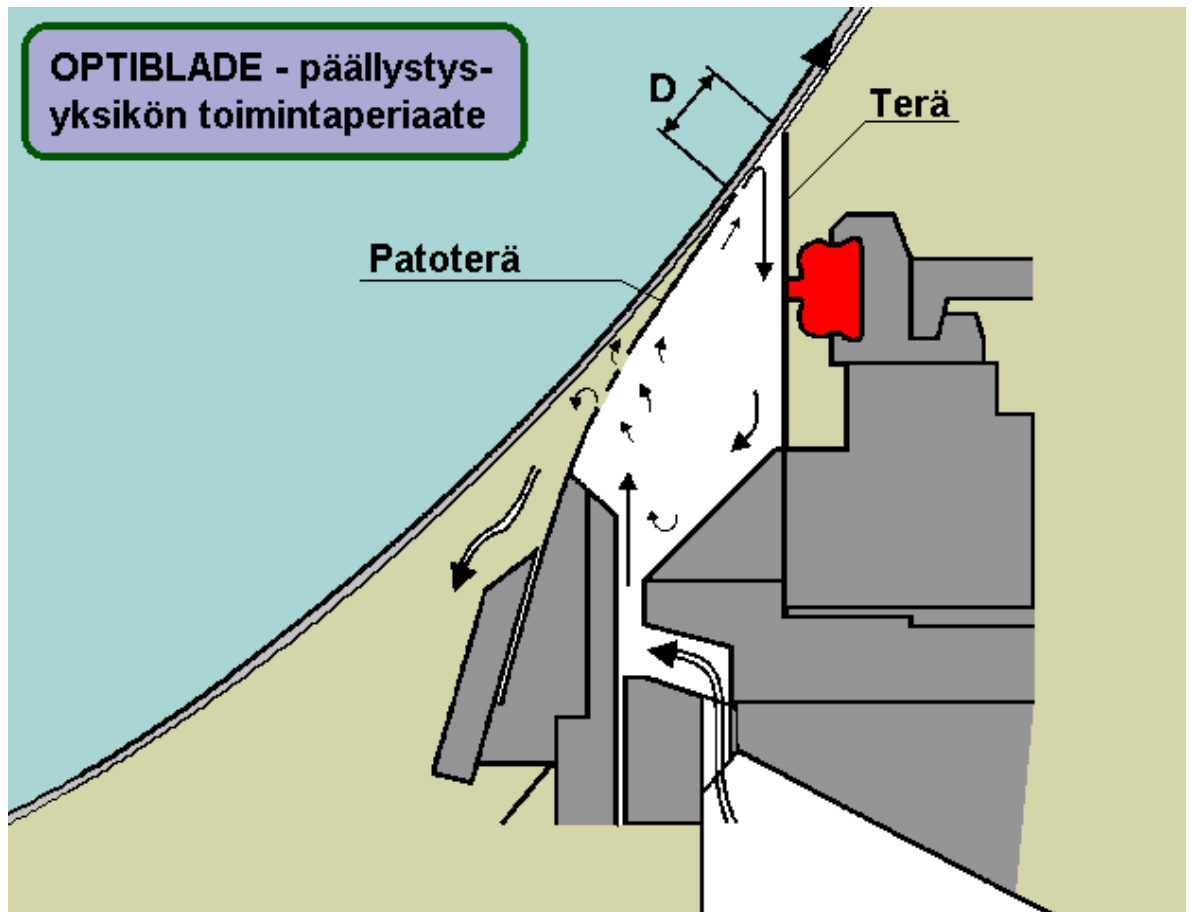
Pastan reologista käyttäytymistä voidaan tutkia ja mitata erilaisilla high shear -viskometreillä. Sellaisia ovat muun muassa kapillaariviskosimetrit ja slit-viskosimetrit, joilla päästään korkean leikkausnopeuden alueelle. Myös osalla rotaatioviskometreistä päästään korkeisiin leikkausnopeuksiin. Pastojen korkeiden leikkausnopeusalueiden kattavalla tutkimisella pyritään selvittämään pastan käyttäytymistä päällystysprosessin olosuhteissa. (Annala 2006, 40 - 43.)

#### 4 LYHYTVIIPYMÄPÄÄLLYSTYSASEMA

Lyhytviipymäpäällystysasemalla paperi voidaan päällystää vain radan yhdeltä puolelta. Päällystysasemalla paperirata tulee vastatelaan tuettuna ja poistuu kohti päällystysaseman jälkeistä kuivatusta, yleensä infrapunakuivaimilla varustettua jälkikuivatusosaa.

Lyhytviipymäapplikoinnissa päällystyspasta johdetaan applikointikammioon kammion pohjassa olevan syöttöraon kautta. Kammion yhden sivun muodostaa vastatelaan tuettu liikkuva paperirata. Liikkuva paperirata aiheuttaa applikointikammioon pyörteisiä virtauksia. Päällystysaseman nimi on peräisin viipymääjasta, jossa kammiossa virtaava päällyste on kontaktissa applikointialueeseen (liikkuvaan paperirataan). Viipymäaika on muihin päällystysmenetelmiin verrattaessa lyhyt. Ajan lyhyys johtuu applikointialueen pituudesta, joka on vain 25 - 40 millimetriä. (VTT 2000.)

Kuvasta 3 voidaan nähdä, kuinka perinteisessä konseptissa paperin pinnalle siirtyvän päällystysseoksen määrää säädetään paperia ja vastatelaan vasten painettavan taipuisan kaavinterän avulla. Kaavinterän voimatasapainoa muuttamalla ja siten myös terän paperirainaan vaikuttavan voiman suuruutta muuttamalla saadaan päällystemäärä säädettyä halutunsuuruiseksi. Kaavinterää kuormitetaan monesti applikointikammion ulkopuolella, terän vastapuolella olevalla paineilmatäytteisellä kuormitusletkulla, mutta myös mekaaniset ja automaattiset profiloivat teräkuormasäädöt ovat mahdollisia. (Hägglom-Ahgner & Komulainen 2000, 194.)



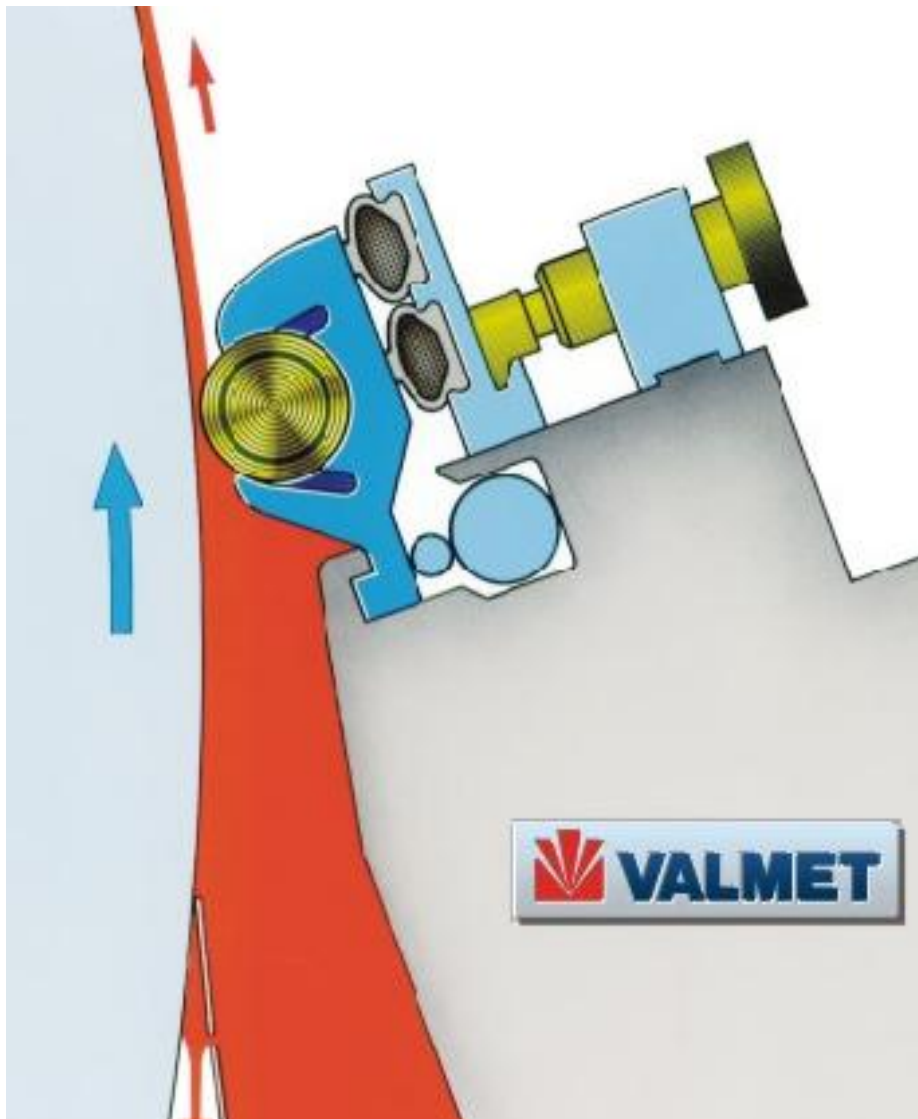
KUVA 3. OptiBlade-lyhytviipymäpäällystimen toimintaperiaate (VTT 2000.)

Suurin osa asemalle syötetystä päällystysseoksesta palautetaan takaisin konekiertoon säätöreunan kärjen ja vastatela seuraavan radan välisestä ylivirtausraosta. Riittävä ulosvirtaus ylivirtausraosta vähentää paperin mukana tulevan ilman pääsyä aplikointialueelle, takaa tasaisen virtauksen jakautumisen ja seoksen vaihtuvuuden sekä pitää raon avoimena. Säätöraon suuruus on tehtaan käyttökohteissa yleensä noin 3 millimetriä. Kuvasta 3 näkyy myös, kuinka osa ylimääräisestä pastasta poistuu myös patoterässä olevien rei'ityksien kautta. (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2000, 193.)

Tehtaan lyhytviipymäasemaan tehdyssä modifikaatiossa teräkaavain on poistettu ja tilalle on asennettu sauvakaavain. Sauvakaavaimessa on päällystemäärän säätöön samankaltainen kuormitusletkusysteemi kuin teräkaavaimessakin.

## 5 SAUVAKAAVIN LYHYTVIIPYMÄASEMALLA

Päälystekerroksen tasoittamiseen ja kaavaamiseen on teräkaavintamenetelmän lisäksi kehitetty sauvakaavintamenetelmä. Useimmissa teräpäälystymissä kaavinterä voidaan korvata sauvakaapimella. Kaavinsauva on halkaisijaltaan yleensä noin 10 - 20 mm paksu tanko, joka on sijoitettu koko koneen levyiseen tukirakenteeseen. Tukirakenne koostuu runko-osasta, sauvan kehdosta ja kehtoon kiinnitetyistä kuormitusletkusta. Kuormitusletkun painetta muuttamalla sauvan etäisyyttä paperiradasta ja vastatelasta voidaan säätää. Sauvan etäisyys paperiradasta vaikuttaa suoraan applikoitavaan päälystemäärään. Toimintaperiaate sauvakaavauksesta on esitetty kuvassa 4. (VTT 2000.)



KUVA 4. Sauvakaapimen toimintaperiaate (VTT 2000).

Sauvan kehto on kulutusta kestävä kovakumia tai muovia (Linnonmaa & Trefz 2000, 464). Sauvaa pyöritetään radan kulkusuuntaa vastaan paperikoneen käyttöpuolella sijaitsevalla hydraulimoottorilla.

Sauvakehdossa vesiura ja veden käyttö voitelijana ja jäähdyttäjänä ovat nykyisin normaalikäytäntöjä sauvan puhtaanapidon kannalta. Vesivoitelu on hyvä olla olemassa jo pelkästään kehdon kulumisen estämiseksi. Kehdon kitkakuluminen johtuu sauvan ja kehdon voitelemattomuudesta, mutta myös kehdon ja sauvan väliin pääsevä pasta aiheuttaa kulumista. Paperitehtaalla sauvan voiteluvesijärjestelmä asennettiin lyhytviipymäasemalle ennen koeajoa 1. (Linnonmaa & Trefz 2000, 464.)

Kehdon täytyy olla pyörivän sauvan ympärillä riittävän tiukka, jotta sauvan ja kehdon rajapinnasta ei vuoda voiteluvettä. Riittävä tiukkuus estää myös pastan kulkeutumisen sauvan ja kehdon väliin. (Linnonmaa & Trefz 2000, 464.)

Tämän työn koeajossa 1 havaittiin kaksiuraisen kehdon tiukkuuden olevan sauvalle riittämätön, joten sauvakehto vaihdettiin kaksiuraisesta kehdosta yksiuraiseen kehtoon ennen koeajoa 2.

## LÄHTEET

Ahlgren, J. & Engels, T. & Hansen, U. & Knudsen, E. 2009. Coating Additives. Teoksessa Paltakari, J. (toim.) Papermaking Science and Technology. Pigment Coating and Surface Sizing of Paper. Helsinki: Paperi ja Puu Oy.

Annala, M. 2006. Päällysteen reologiaan vaikuttavat tekijät. Kemiantekniikan koulutusohjelma. Kemiantekniikka. Tampereen ammattikorkeakoulu. Tutkintotyö.

Harju, K. & Lumiainen, J. 2008. Slushing and defibration of pulp in the paper mill. Teoksessa Paulapuro, H. (toim.) Papermaking Part 1, Stock Preparation and Wet End. Helsinki: Paperi ja Puu Oy

Hägglom-Ahnger, U. & Komulainen, P. 2005. Paperin ja kartongin valmistus. 1.-3. painos, Jyväskylä: Opetushallitus.

Linnonmaa, J. & Trefz, M. 2000. Pigment coating techniques. Teoksessa Lehtinen, E. (toim.) Papermaking Science and Technology. Pigment Coating and Surface Sizing of Paper. Helsinki: Fapet Oy.

VTT / Proledge Oy 2009. KnowPap Versio 11.0 (11/2009). KnowPap 9.0. Paperiteknikan, paperiteollisuuden automaation ja prosessihallinnan oppimisympäristö.