



PILOT-PÄÄLLYSTYSKONEEN AJOPARAMETRIT

Matti Muikku

Olli Vuorela

Opinnäytetyö
Kesäkuu 2011
Paperitekniiikan koulutusohjelma
Paperitekniiikka
Tampereen ammattikorkeakoulu

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Tampere University of Applied Sciences

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Paperitekniikan koulutusohjelma

MUIKKU, MATTI & VUORELA, OLLI: Pilot-päällystyskoneen ajoparametrit

Opinnäytetyö 50 s., liitteet 7 s.
Kesäkuu 2011

Työn tarkoituksena oli perehtyä Tampereen ammattikorkeakoulun paperilaboratoriossa olevan uuden päällystyskoneen ajoparametreihin ajamalla koeajoja, ottaa näin kone käyttöön ja tehdä sen pohjalta käyttöohje opiskelijoiden päällystyskokeisiin. Työn tarkoituksena oli myös tehdä havaintoja mahdollisista laitepuutteista ja epäkohdista sekä siitä, kuinka niitä voitaisiin parantaa.

Nykyinen päällystyskone hankittiin paperilaboratorion muutettua uuteen tilaan, joka ei soveltunut vanhan päällystyskoneen käyttöön. Koska RK Printin päällystyskone oli uusi, ei siitä ollut minkäänlaista aikaisempaa kokemusta tai ohjetta. Kone on suunniteltu paperien ja kankaiden päällystykseen, laminointiin sekä painamiseen. Tämä työ suoritettiin teräpäällystysmenetelmällä, joka on paperitekniikan laboratoriossa koneen tärkein käyttötapa.

Vuorelan kirjoittamassa teoriaosuudessa käsitellään paperin päällystystä, päällysteen kuivatusta sekä päällystyspasta ominaisuuksia ja valmistusta. Muikun kirjoittamassa kokeellisessa osuudessa esitellään päällystyskoneen rakenne ja koeajoilla selvitettyt tiedot koneen eri osien säädöistä päällystysajon aikana. Suuri osa mittaustuloksista esittää koneen ajoparametrien vaikutuksia päällystemäärään.

Optimaalisten ajoparametrien etsiminen alkoi koneen käytön opettelusta sekä pastojen ja ajettavan pohjapaperin tutkimisesta, jonka jälkeen mietittiin nopeuksien, teräpaineiden sekä muiden ajoparametrien muuttamista. Tämän jälkeen työ oli jatkuvaa koeajojen suunnittelua, pastojen valmistamista, päällystysajoja ja lopputulosten mittausta. Koneen ajoparametrit tulivat selväksi enemmän ajotilanteiden hallinnassa kuin mittaustuloksia tutkimalla. Tämän vuoksi tuloksia käsitellään työssä enemmän ajotilanteita kuvaillen kuin mittaustuloksia esitellen. Rajallinen aika vaikutti paljon työn ja mittausten laajuuteen, sillä työ päästiin aloittamaan vasta huhtikuun alussa ja laboratorio meni kiinni toukokuun lopussa.

Asiasanat: paperin päällystys, päällystyspasta, Pinteco, laminointi, paperilaboratorio, RK Print, Rotary Koater

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Department of Paper Technology

MUIKKU, MATTI & VUORELA OLLI: Driving Parameters For Pilot-Coating Machine

Bachelor's thesis 50 pages, appendices 7 pages
June 2011

This thesis was done for the paper laboratory of Tampere University of Applied Sciences. The work included studying the new coating machine, learning how it works and how to use it properly with different coating colors and base papers and finally making a driving manual for the students' coating test trials.

The new coating machine was purchased after the whole laboratory moved to a different location and it came clear that the old machine couldn't be used in the new laboratory space. Because the RK Print's Rotary Koater was new to the laboratory there was no experience or instructions how to use it properly. The machine is designed to print, coat and laminate almost all kinds of flexible webs such as papers or fabrics. This thesis studied only paper coating with blade coating process.

Vuorela's theory section of the thesis covers paper coating, the drying of coating layer and the manufacturing and qualities of coating color. Muikku's practical part presents the structure of paper laboratory's Rotary Koater and the knowledge of driving parameters obtained in the pilot drives. Most of the data presents the effects of coating adjustments to the coating layer.

Seeking the optimal driving parameters for paper coating started by studying the base paper, possible coating colors and the how the coating machine is used. Slight changes to the machine were made and after that it was constant test drive planning, paper coating and measuring the end results. Using the machine by coating the paper clarified and made clear much more about the drive settings than the measuring data, which was obviously more about double-checking the results and facts found while operating the machine. So the thesis concentrates on describing the ways of operating the machine rather than showing the measuring data tables. The extent of measurements and thesis was heavily reduced by lack of time because the starting of the project stretched until the beginning of April and the laboratory was closed for summer at the end of May.

Key words: paper coating, coating color, Pinteco, web laminating, paper laboratory, RK Print, Rotary Koater

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	6
2 YLEISTÄ PÄÄLLYSTYSTEKNIIKASTA	7
3 PASTA	8
3.1 Pastan reologia	8
3.2 Pastan valmistus	9
3.2.1 Panostoiminen pastanvalmistus	9
3.2.2 Jatkuvatoiminen pastanvalmistus	10
4 PÄÄLLYSTYSPROSESSI	11
4.1 Pilotkoneen päällystysmenetelmä	11
4.2 Päällystemäärän säätö	12
4.3 Terägeometria	13
5 KUIVATUS	15
5.1 IR-kuivain	16
5.2 Ilmakuivain	16
5.3 Yhdistelmäkuivain	16
5.4 Sylinterikuivatus	17
5.5 Kuivaimien tehon säätö	17
5.6 Päällystekerroksen kuivatusvaiheet	17
6. KOEAJOISSA KÄYTETYT PASTAT	19
6.1 Pigmentit	19
6.2 Pastojen suunnittelu	21
7 PÄÄLLYSTYSKONEEN RAKENNE	23
7.1 Ohjauspöytä ja ohjausyksikkö	24
7.2 Päällystysasema	25
8. AJOPARAMETRIT	27
8.1 Aukirullain	27
8.2 Kiinnirullain	27
8.3 Telarako	28
8.4 Päällystysterän säätö	30
8.5 Koneen nopeus	33
8.6 Sivelytela	36
8.7 Laminaattori	38
8.8 Kuivatusosat	39
9. PÄÄLLYSTYSKONEEN AJO-OHJE	42
10. LOPPUPÄÄTELMÄT	49

LÄHTEET	50
LIITTEET.....	51

1 JOHDANTO

Työ on tarkoitettu työohjeeksi Tampereen ammattikorkeakoulun paperitekniikan opiskelijoille. Kolmannen vuoden opiskelijoiden ”Päällystystekniikan laboratoriotyöt” -kurssilla opiskelijat suorittavat koeajon laboratorion päällystyskoneella. Pintecon toimittama, uusi RK Print Rotary Koater -päällystyskone otettiin käyttöön ajamalla koeajoja ja etsimällä näin ajoparametrit koneen eri ajotilanteisiin. Työn toteuttamiseen tarvittiin tietoa päällystyskoneen teknisistä laitteista ja osaamista päällystystekniikan periaatteista.

Opinnäytetyön päätavoitteena oli selvittää päällystyskoneen optimiajoparametrit, jotta paperin päällystäminen sujuisi ensikertalaisilta mahdollisimman tehokkaasti ja joustavasti. Toisena tavoitteena oli antaa mahdollisimman hyvät tiedot päällystyskoneen käyttöön vaadittavista laite- ja päällystystekniikasta ja opastaa työohjeen avulla, kuinka päällystyskonetta käytetään ammattimaisesti.

Työ aloitettiin maaliskuun puolivälissä, jolloin laboratoriossa ei kuitenkaan ollut vielä yhtään päällystettäväksi kelpavaa paperirullaa. Paperia saatiin lopulta huhtikuun ensimmäisellä viikolla ja koeajot päästiin aloittamaan. Aikataulu tuli lopulta vastaan, sillä molemmat työn tekijät aloittivat työt toukokuun alkupuolella. Näin työstä jätettiin pois lammikkoliimausaseman käyttöönotto. Size Press -yksikköä käytetään laminoinnissa, ja se tuo mahdollisuuksia koeajoihin, jossa myös tekstiili- ja kemiantekniikan opiskelijat voisivat olla mukana.

2 YLEISTÄ PÄÄLLYSTYSTEKNIIKASTA

Päällystystekniikka eli päällystykseen käytettävä laite asettaa pastalle aina joitakin vaatimuksia. Jos kuitenkin pastan raaka-aineet halutaan valita lopputuotteelta vaadittavien laatuominaisuuksien perusteella, pastaresepti ohjaa päällystykseen käytettävän tekniikan valintaa. Pastan valinta ja optimointi laadun ja ajettavuuden suhteen onkin useimmiten laadun ja ajettavuuden kompromissi. (VTT, 2009.)

Päällystyksessä on yleensä tarkoitus täyttää paperin pinnan epätasaisuudet yhdellä tai useammalla päällystyskerroksella. Päällystys vaikuttaa ensisijaisesti painettavuusominaisuuksiin ja ulkonäköön. Päällystyksen vaikutus painettavuuteen ilmenee muun muassa seuraavista seikoista:

- vähentää painoväriin tarvetta
- vähentää värin leviämistä ja lisää painojäljen terävyyttä
- lisää painojäljen kiiltoa
- lisää opasiteettia ja vähentää läpipainamista
- lisää yleensä vaaleutta. (VTT, 2009.)

Päällystyksellä voidaan vaikuttaa myös paperin jäykkyyteen sekä veden, rasvan tai liuottimien keston. Paperi tai kartonki voidaan päällystää molemmilta puolilta tai vain toiselta puolelta. (Hägglom-Ahnger, Komulainen, 2005, 184-203.)

3 PASTA

Päällystypasta valmistetaan sekoittamalla vedestä, päällystypigmenteistä, sideaineista ja paksuntajasta sekä mahdollisista lisäaineista. Käytetyt aineet vaikuttavat voimakkaasti pastan fysikaalisiin ominaisuuksiin päällystyksen aikana. Ominaisuuksista tärkeimmät ovat pastan vesiretentio ja reologia, lähinnä viskositeetti. Vaikka pasta saattaa olla monenkin erilaisen aineen seos, se voidaan kuitenkin karkeasti jakaa käyttäytymisensä puolesta kahteen osaan: pigmentteihin ja nesteeseen. Pigmentteihin kuuluvat kaikki pigmentit (kiinteä faasi). Neste (nestefaasi) sisältää periaatteessa muut aineet eli nesteeseen liuenneet ja sen mukana liikkuvat aineet. Pastan pigmenttien ja nestefaasin käyttäytyminen päällystysprosessin aikana vaikuttavat pastan vesirentioon ja viskositeettiin. (VTT, 2009.)

3.1 Pastan reologia

Termillä reologia tarkoitetaan oppia materiaalin muodostuksesta (deformaatio) ja virtauskäyttäytymisestä mekaanisen rasituksen alaisena. Nesteet jaetaan reologiansa mukaan newtoniaalisiin, ei-newtoniaalisiin sekä viskoottisiin ja viskoelastisiin nesteisiin. Reologia vaikuttaa yhdessä vesirention kanssa muun muassa pastan ajettavuuteen päällystyslaitteella, päällystemäärän hallintaan sekä päällysteen rakenteeseen ja laatuun. (Hägglom-Ahnger, Komulainen, 2005, 184-203.)

Viskositeetti on erittäin herkkä partikkelien muodolle, partikkelikoolle ja partikkelikojakauman leveydelle. Viskositeetti suurenee, kun partikkelin muoto muuttuu pallomaisesta levymäiseksi. Pastan sisältämällä ilmalla on suuri vaikutus viskositeettiin. Viskositeetti suurenee ilmapitoisuuden noustessa, sillä ilmakuplat käyttäytyvät kiinteän aineen tavoin ja nostavat kiinteän faasin tilavuusosuutta. (Hägglom-Ahnger, Komulainen, 2005, 184-203.)

3.2 Pastan valmistus

Pastan suunnittelussa on otettava huomioon painomenetelmän asettamat vaatimukset, paperin ominaisuuksien vaikutus painatukseen, pastan vaikutus paperin ominaisuuksiin ja taloudelliset tekijät. Päälysteenvalmistusprosessin alkupäässä otetaan vastaan raaka-aineet, jotka ovat joko sellaisenaan käyttövalmiita tai vaativat prosessointia, kuten pigmenttien dispergointi tai tärkkelyksen keitto. Valmiit raaka-aineet puhdistetaan sihtamalla ja varastoidaan varastosäiliöihin. Varastosäiliöistä raaka-aineet pumpataan pastamikseriin, jossa pastakomponentit sekoitetaan keskenään. Valmis pasta pumpataan varastosäiliöihin, joista se taas pumpataan edelleen konekiertoihin ja päälystykoneelle. (Hägglom-Ahnger, Komulainen, 2005, 184-203.; VTT, 2009.)

Yleisin tapa on valmistaa pigmenttiliete ja sideaineliuos erikseen ja yhdistää seokset keskenään. Näin saavutetaan parhaiten pastan tasalaatuisuus. Pigmentin lietossa kuiva pigmentti dispergoidaan veteen. Pastanvalmistukseen on kaksi vaihtoehtoa: panos- ja jatkuvatoiminen pastanvalmistus. (Hägglom-Ahnger, Komulainen, 2005, 184-203.)

3.2.1 Panostoiminen pastanvalmistus

Perinteisesti päälystyspastan valmistus on ollut panostoiminen, vaiheittain etenevä prosessi raaka-aineiden vastaanotosta valmiin pastan varastointiin saakka. Panostoimisen valmistuksen etuina on mahdollisuus käyttää kuivia pastakomponentteja (esimerkiksi CMC) sekä varastopuskurien myötä toimintavarmuus muun muassa pumppujen rikkoutumisen varalta. Panostoimisessa prosessissa annostelulaitteet ovat suurikokoisia, koska esimerkiksi raaka-aineiden pumppaus mikseriin pitää tapahtua tehokkaasti toimivassa laitoksessa nopeasti. Panostoimisen pastanvalmistuspiirteitä ovat luotettavuus ja joustavuus. (Hägglom-Ahnger, Komulainen, 2005, 184-203.; VTT, 2009.)

3.2.2 Jatkuvatoiminen pastanvalmistus

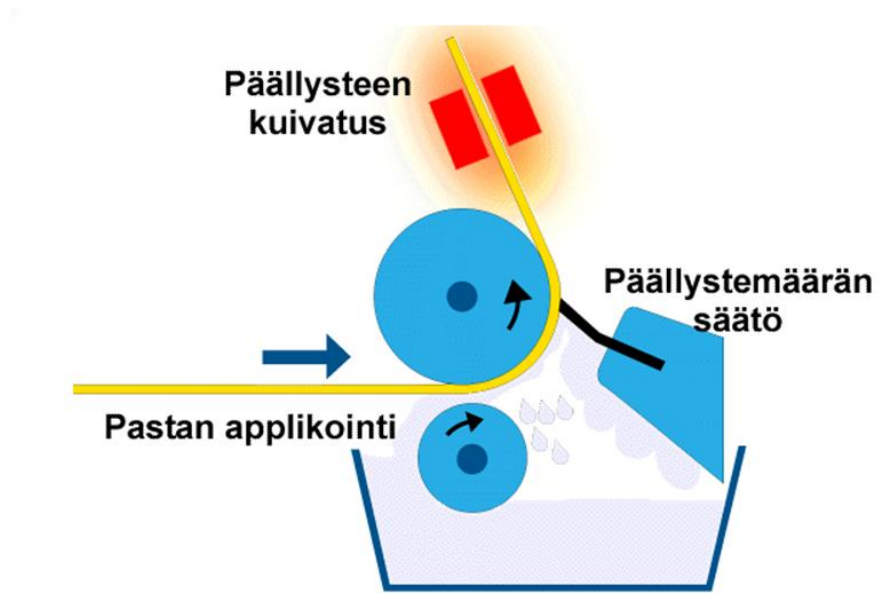
Vaihtoehtona panostoimiselle pastanvalmistukselle on jatkuvatoiminen pastanvalmistus. Jatkuvatoimisen valmistuksen etuna on merkittävästi vähentynyt tilantarve. Välivarastot, pumput, putkistot ja venttiilit voidaan mitoittaa pienemmiksi, koska materiaalivirta kulkee jatkuvana laitteiden läpi. Lisääntynyt on-line-mittausten mahdollisuus konekierrossa ja pastakeittiössä on edullista jatkuvatoimiselle pastanvalmistukselle. Myös tuotannon keskittäminen, lajinvaihtojen väheneminen ja jätteen vähentämisen tarve lisäänee tulevaisuudessa kiinnostusta jatkuvatoimiseen pastanvalmistukseen. (VTT, 2009.)

4 PÄÄLLYSTYSPROSESSI

Teräpäällitys voidaan jakaa useampaan prosessivaiheeseen, joilla kaikilla on erikseen merkitystä laatuun ja ajettavuuteen. Vaiheet ovat applikointi, pastan viipymä paperilla ennen kaavausta, ylimääräisen pastan kaavinta päällistemäärän säätöä varten ja kuivatus. (VTT, 2009.)

4.1 Pilotkoneen päällistysmenetelmä

Paperilaboratorion pilot-päällistyskoneen päällistysyksikkö toimii sivelytelapäällistysmenetelmällä. Kuviossa 1 näkyy pilotkoneen päällistysmenetelmä.



KUVIO 1. Pilotkoneen päällistysmenetelmä. (VTT, 2009.)

Sivelytelapäällistyksessä nostetaan päällistysseos vastatelan tukeman rainan alapinnalle seosaltaassa pyörivän applikointitelan avulla. Rainan pinnalle jäävän seoskerroksen paksuuteen vaikuttavat telojen välisen raon suuruus, seoksen ominaisuudet, sivelytelan

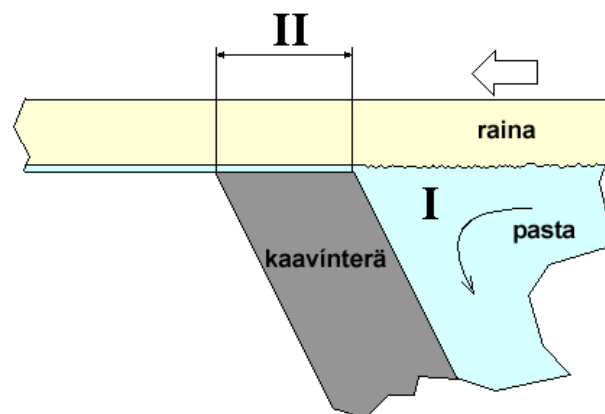
nopeus sekä telojen halkaisijat ja kovuudet. Hyvän päällystystuloksen aikaansaamiseksi on applikointiraon oltava täynnä pastaa. Sivelytelan miniminopeuden tulisi olla 18–22 % tasolla rainan nopeudesta. Liian alhainen applikointitelan nopeus aiheuttaa päällystämättömiä laikkuja. (Hägglom-Ahnger, Komulainen, 2005, 184-203.)

Sivelytela-applikoinnissa päällysteseos tunkeutuu tehokkaasti pohjapaperiin. Lisäksi pohjapaperin kuidut ehtivät turvota ennen kaavintaa lisäten paperin karheustilavuutta. Nämä ovat tärkeimmät syyt, minkä vuoksi sivelytelalla saavutetaan hallitusti korkeat päällystemäärät, mutta minkä vuoksi toisaalta joudutaan käyttämään melko suurta kaavintoimaa päällystemäärän säätöön. (VTT, 2009.)

4.2 Päällystemäärän säätö

Päällystemäärää säädetään muuttamalla kaavinterän voimatasapainoa ja terän paperirai-
naan vaikuttavaa voimaa. Kaavinterään vaikuttaa voimia kaapimisalueella ja terän kär-
jen alla. Kaavinterään vaikuttavat voimat ovat kuviossa 2.

Pastasta terään aiheutuvien voimien vaikutusalueet viistetyllä terällä



KUVIO 2. Pastasta kaavinterään aiheutuvat voimat (VTT, 2009.)

Teräpäälystys jaetaan perinteisesti suur- ja pienkulmapäälystykseen. Suurkulmapäälystyksessä kaavinterän kärkikulma on normaalisti 25 - 40 astetta. Päälystemäärää säädetään kuormittamalla terää siten, että terän paperirataan kohdistama voima muuttuu. Kuormitusta lisättäessä päälystemäärä pienenee. (VTT, 2009.)

Pienkulmateräpäälystyksessä terän kärkikulma on 0 - 15 astetta (muun muassa ajonopeuden mukaan). Päälystemäärän säätö perustuu hydrodynaamisen voiman voimakkaaseen riippuvuuteen terän kärkikulmasta. Päälystemäärää säädetään muuttamalla terän ja paperiradan välistä kulmaa, jolloin terän kärkialueella vaikuttava hydrodynaaminen voima muuttuu voimakkaasti vaikuttaen terän ja paperin pinnan väliseen etäisyyteen. Hydrodynaamisen voiman muutos suhteessa kuormitusvoiman muutokseen on suuri. Kulman muutos voidaan toteuttaa joko päälystysaseman teräpalkkia kääntämällä tai muuttamalla kuormitusletkun painetta. Kulman pienentäminen lisää päälystemäärää samoin kuin kuormituspaineen kasvattaminen, koska kärkikulma pienenee. (VTT, 2009.)

4.3 Terägeometria

Terägeometria vaikuttaa päälysteen laatuun, koneen ajettavuuteen ja päälystemäärän säädettävyyteen. Joustava ja jännitetty terä tasoittaa applikoidusta päälysteseoskerroksesta, kuormituksesta tai teräpalkin suoruudesta tulevia virheitä ja mahdollistaa päälystemäärän säädön ja profiilien hallinnan. (VTT, 2009.)

Terän jäykkyyteen voidaan vaikuttaa terän ulottumalla, kuormituspisteen paikalla ja terän paksuudella. Joustava terä antaa usein hyvän ajettavuuden mutta voi aiheuttaa säädettävyyden ja laatuongelmia. Toisaalta jäykkä terä voi antaa helpon säädettävyyden ja parantaa tiettyjä laatuarvoja, mutta saattaa samalla huonontaa ajettavuutta ja osaa laatu-tekijöistä. (VTT, 2009.)

Teräkulmalla on vaikutusta laatuun, ajettavuuteen ja säädettävyyteen. Pieni teräkulma parantaa usein laatua (esimerkiksi pinnan sileyttä) ja ajettavuutta, mutta voi johtaa ongelmiin päälysteen säädössä. Pienempi teräkulma suurilla ajonopeuksilla rasittaa päälysteseosta ja voi johtaa "parran" muodostukseen (bleeding). Lisäksi pieni kulma vaikeuttaa päälystemäärän säätöä etenkin pienillä päälystemäärillä. (VTT, 2009.)

Kaavinterän paksuutena käytetään yleisimmin 0,381 tai 0,457 mm:ä. Paksumpi terä voi varsinkin lyhytviipymäpäällystyksessä vähentää päällysteen vanaisuutta, mutta saattaa toisaalta huonontaa normaalia poikittaisprofiilia. Paksumpi terä antaa suuremman päällystemäärän samalla terän kärjen viivakuormatasolla, eli samaan päällystemäärätasoon pitää paksumpaa terää kuormittaa enemmän (koska terän viiste on pidempi). Oikean terägeometrian valinta on usean muuttujan samanaikaista huomioonottamista. (VTT, 2009.)

5 KUIVATUS

Kuivatus on yksi tärkeimmistä päällystyksen osaprosesseista. Varsinkin lopputuotteen laatu on suuressa määrin riippuvainen kuivatusprosessista. Vaikka pohjakartonki tai -paperi ja päällystypasta täyttäisivätkin laatuvaatimukset, paperin ja kartongin painettavuusominaisuudet saattavat olla huonot. Väärä kuivatusstrategia riittää tuotteen pillaamiseen. Päällystetyn kartongin ja paperin kuivatus on hyvin monimutkainen prosessi. Ei välttämättä riitä, että kartonki tai paperi saadaan kuivaksi, vaan lisäksi on tiedettävä lopputuotteen laadun kannalta edullisin tapa poistaa ylimääräinen vesi. (VTT, 2009.)

Kuivatuksen aikana päällystettävässä rainassa tapahtuu monia enemmän tai vähemmän toisiinsa sidoksissa olevia asioita:

- kiinteän aineen ja kuitujen kutistuminen
- veden kapillaarinen virtaus
- höyrystyminen ja kondensoituminen
- kostean ilman virtaus
- kuivan ilman ja höyryn suhteellinen liike, diffuusio
- pastan osa-aineiden liike märässä päällysteessä. (VTT, 2009.)

Kuivatuksen aikana tapahtuvan materiaalin kosteuspitoisuuden laskun johdosta yhä suurempi osa vedestä on sitoutunut kuitujen pinnalle. Yleisimpiä päällysteen kuivatuslaitteita ovat:

- IR-kuivatus (infrapunakuivatin)
- säteilyenergia
- ensimmäinen kuivatin päällystysaseman jälkeen
- leijukuivatus
- kuumen ilman puhallus. (VTT, 2009.)

5.1 IR-kuivain

IR- kuivaimia on kahta tyyppiä: sähkö- ja kaasuinfra. Sähköinfrapunakuivaimen pääosat ovat lamput ja heijastin sekä jäähdytysjärjestelmä. Lampun takana olevan heijastimen tulee olla mahdollisimman hyvin säteilyä heijastavaa. Kohdatessaan rainan osa säteilyä läpäisee rainan, osa heijastuu rainan pinnasta takaisin ja osa absorboituu itse rainaan muuttuen lämmöksi. Infrapunäsäteilyä käytetään erityisesti kuivatuksen alussa nostamaan päällysteen lämpötila nopeasti haihdutusalueelle. Kaasuinfraassa paloilma ja kaasu sekoitetaan keskenään ja seos johdetaan palotilaan. Kaasuinfran reunoilta puhalletun yhdensuuntaisen ilmavirran tarkoituksena on poistaa palokaasut sekä rainasta haihtuva kosteus. (Hägglom-Ahnger, Komulainen, 2005, 184-203.)

5.2 Ilmakuivain

Ilmakuivattimessa haihdutus saadaan aikaan rainan pintaa vasten suuttimista puhallettavan kuumen ilman avulla. Ilmakuivaimen ominaishaihdutus riippuu koneen nopeudesta, puhallettavan ilman lämpötilasta, suutinten puhallusnopeudesta, suutintyyppistä ja kuivatuslohkojen määrästä. (Hägglom-Ahnger, Komulainen, 2005, 184-203.)

5.3 Yhdistelmäkuivain

Infra- ja leijukuivatuksen yhdistäminen samaan laitteeseen antaa infran ja leijun etuja samassa laitteessa. Infraleiju-kuivatinta tarkoittaa yhdistelmäkuivatinta, jossa on ensin infrakuivatinosa ja välittömästi tämän jälkeen leijuosa. Pilotkoneessa on sähköinfra ja se sisältää useamman säteilijärivin. Mekaanisesti infra- ja leijuosa voivat olla fyysisesti kiinni toisissaan tai hyvin lähellä toisiaan erillisillä siirto- ja kannatinlaitteilla. Kun ne ovat toisiaan lähellä, saavutetaan se etu, että jossakin tilanteissa voidaan esimerkiksi infraosa kytkeä kokonaan pois ja käyttää vain leijuosaa. (Hägglom-Ahnger, Komulainen, 2005, 184-203.)

5.4 Sylinterikuivatus

Infra- ja leijukuivatuksen jälkeen käytetään yleensä kontaktikuivatusta, koska tarttumisongelmaa ei enää esiinny. Jälkikuivatus päällystyksen jälkeen tapahtuu yleensä sylinteriryhmällä, jonka tehtävänä on kuivatusvaikutuksen ohella vetää rainaa ja saada aikaan tarvittava kireys. (Hägglom-Ahnger, Komulainen, 2005, 184-203.)

5.5 Kuivaimien tehon säätö

Kuivatuslaitteiden säätöparametrit:

Infrakuivaimet

- sähköinfoilla syöttötehon muuttaminen jännitettä säätämällä.

Leijukuivaimet

- puhallusilman lämpötilaa säätämällä
- puhallusilman virtausnopeutta säätämällä.

Sylinterikuivaimet

- höyrynpainetta säätämällä (VTT, 2009.)

5.6 Päällystekerroksen kuivatusvaiheet

Kun märkä päällystekerros siirtyy applikoinnin ja kaavinnan jälkeen päällystyskoneen kuivatusosalle, alkavat päällystekerroksen lopullinen rakenne ja siten paperi- ja painotekniset ominaisuudet muodostua. Päällystetyn paperin kuivatusstrategialla on vaikutusta päällysteen ominaisuuksiin. Päällysteen mitattavat ominaisuudet, joihin kyetään vaikuttamaan, ovat

- mottling eli laikullisuus
- kiilto ja sileys
- pintalujuus. (VTT, 2009.)

Näistä ominaisuuksista laikullisuus on ainoa, jolle on löydetty selkeät yhteydet kuivaust strategiaan. Kiiltoon, sileyteen ja pintalujuuteen voidaan vaikuttaa huomattavasti vähemmän. (VTT, 2009.)

Päällystetyn paperin kuivatustapahtuma jaetaan tyypillisesti neljään vaiheeseen. Ensimmäinen vaihe eli imeytysvaihe ulottuu päällystysasemalta ensimmäiselle kuivaimelle, tavallisesti infrapunakuivaimelle. Imeytysvaiheessa pastan sisältämä vesi alkaa imeytyä pohjaan, jolloin kuidut alkavat turvota. Haihtuminen on vähäistä imeytysvaiheessa. Imeytysvaiheen tulee olla mahdollisimman lyhyt varsinkin, jos pohjapaperin lämpötila on korkea, jotta saavutettaisiin laadullisesti hyvä tuote. (Malkki, 2009.)

Toinen vaihe eli kuivatusvaihe ulottuu kuivatuksen alusta päällysteen jähmettymisvaiheen alkuun eli ns. kriittisen vaiheen alkuun. Tässä vaiheessa veden imeytyminen pohjaan jatkuu ja edullisen laadullisen vaikutuksen ansiosta rataa voidaan kuivata voimakkaasti. Kuivatusvaiheessa käytetään leijukuivaimia. (Malkki, 2009.)

Kolmannessa vaiheessa eli kriittisessä vaiheessa päällyste jähmettyy. Jähmettymisalueella päällyste saavuttaa kuiva-ainepitoisuuden, jossa sideaineet eivät enää liiku ja pigmentit alkavat muodostaa rakenneverkoston. Kuiva-ainepitoisuuden saavuttaessa tason 70–77 %, märän päällysteen kiilto alenee. Puhutaan ns. ensimmäisestä kriittisestä pisteestä. Kuiva-ainepitoisuuden kasvaessa tasoon 85–90 % päällyste saavuttaa neljännen vaiheen eli jähmepisteen, jolloin vapaa vesi on haihtunut ja päällysteen lopullinen rakenne muodostunut. Kriittisessä vaiheessa tulee välttää liian voimakasta kuivatusta painojäljen laikullisuuden eli mottlingin takia. Kriittinen vaihe tulisi ohittaa käyttäen alhaista haihdutustehoa. Myös tässä vaiheessa käytetään leijukuivatusta. (Malkki, 2009.)

6. KOEJOISSA KÄYTETYT PASTAT

Päällystyspastana käytettiin kahdentyyppistä pastaa: syväpainopastaa sekä kahta offset-päällystyspastaa, joiden kuiva-ainepitoisuudet sekä viskositeetit poikkesivat toisistaan. Pastareseptit ovat liitteissä 1, 2 ja 3. Ensimmäisen offsetpastan kuiva-ainepitoisuus oli noin 55 % ja viskositeetti 480 mPas. Toisen offsetpastan kuiva-ainepitoisuus oli 62 % ja viskositeetti 1300 mPas. Kumpikin offsetpasta oli rakenteeltaan ja osiltaan samanlaisia, jotta nähtäisiin, kuinka ne toimisivat pilotkoneessa ajon aikana. Eroavaisuuksia haettiin muuttamalla pastojen kuiva-ainepitoisuuksia sekä viskositeettia. Offset pastojen pääpigmenttinä toimi kaoliini. Kaoliinin hiukkasrakenne kuvassa 1.

6.1 Pigmentit

Päällystyspastan pigmentteinä käytettiin offsetpastassa kaoliinia ja kalsiumkarbonaattia. Kaoliinipartikkelit asettuvat päällysteessä paperin pinnan suuntaisesti heijastaen hyvin valoa. Karbonaattia käytettiin parantamaan päällysteen vaaleutta ja opasiteettia. Syväpainopastassa käytettiin pääpigmenttinä talkkia, joka antaa päällysteelle tiiviyyttä ja sileyttä. Käytettäessä talkkia parannetaan sileyttä ja märkälujutta. (Hägglom-Ahnger, Komulainen, 2005, 184-203.)



KUVA 1. Kaoliinin hiukkasmuoto. (VTT, 2009.)

Kaoliini on alumiinisilikaattia ja se muodostuu kuusikulmaisista levymäisistä partikkeleista. Kaoliini antaa hyvän peitekyvyn paperille. Toisena pääpigmenttinä toimii kalsiumkarbonaatti, joka on muodoltaan pyöreä. Kalsiumkarbonaatin hiukkasrakenne on kuvassa 2.

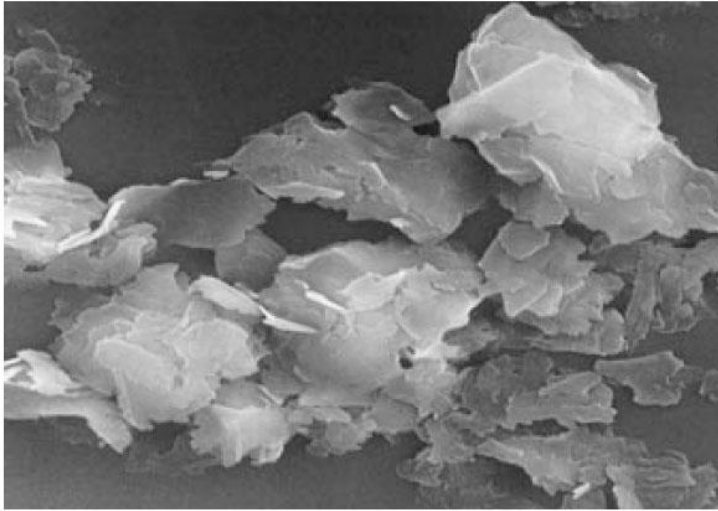


KUVA 2. Kalsiumkarbonaatin hiukkasrakenne. (VTT, 2009.)

Kalsiumkarbonaatti lisää paperin vaaleutta, opasiteettia sekä huokoisuutta. Karbonaatti myös pienentää offsetpaperin blistering-ilmiötä. Sideaineina pastoissa käytettiin karboksimeetyyliselluloosaa (CMC) ja styreeni-butadieeni-lateksia. CMC vaikuttaa stabilointiaineena. Päällystepastoissa CMC:tä käytettiin reologian ja vesiretention säätelijänä. Styreeni-butadieenia käytettiin lisäämään paperin pinnan kiiltoa, kovuutta, joustavuutta ja pehmeyttä. SB-lateksi antaa paperille hyvän märkä- ja kuivapintalujuudet. Apuaineena käytettiin dispergointiainetta, jonka tehtävänä on muuttaa pigmenttihiukkasten vuorovaikutusta siten, etteivät ne saostuisi vaan pysyisivät erillään. (VTT, 2009.)

Syväpainopastassa kuiva-ainepitoisuus oli 60 % ja viskositeetti 380 mPas. Pääpigmenttinä käytettiin talkkia. Talkin hiukkasrakenne on esitetty kuvassa 3.

Talkki



KUVA 3. Talkin hiukkasrakenne. (VTT, 2009.)

Talkki on hiukkasmuodoltaan kaoliiniakin levymäisempää, jolla haettiin paperille tiiveyttä sekä sileyttä. Syväpainopastassa käytettiin myös kalsinoitua kaoliinia tavallisen kaoliinin lisäksi. Kalsinoidun kaoliinin hiukkaset muodostavat aggregaatteja. Näiden lisääminen pigmenttiseokseen lisää bulkkia ja optisia ominaisuuksia. Sideaineena käytettiin CMC:tä sekä akrylaatti-lateksia. Akrylaatti-lateksi antaa päällysteelle avoimeman rakenteen kuin SB-lateksi sekä hyvän vedenkeston, valonkeston ja kovuuden. Apuaineena käytettiin vaahdonestoainetta, jolla estetään vaahdonmuodostuminen pastan valmistusvaiheessa. Vaahdonestoaine vähentää pastan pintajännitystä. (VTT, 2009).

6.2 PASTOJEN SUUNNITTELU

Päällystyspastat valmistettiin Tampereen ammattikorkeakoulun paperilaboratoriossa ”Päällystystekniikan laboratoriotyöt -08” -kurssin oppimateriaalien mukaan. Pastat 1 ja 2 suunniteltiin tyypillisiksi koulun päällystyskurssin pastoiksi. Pasta 3 oli erikoisempi syväpainopasta, jolla haluttiin kokeilla koneen kulkua vaikeammin käyttäytyvällä erikoispastalla.

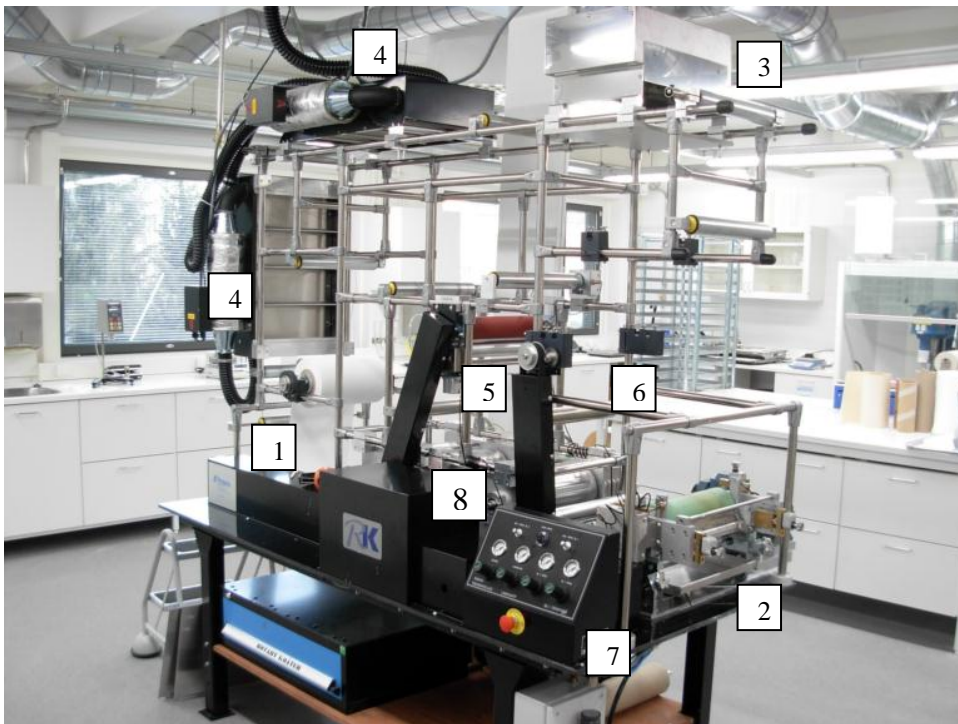
Ensimmäisellä offsetpastalla, jonka kuiva-ainepitoisuus oli 55 %, haettiin mahdollisimman helposti ajettavaa pastaa, jotta nähtäisiin, kuinka pasta ja paperi käyttäytyvät päällystysajon aikana. Koska käytössä oli aluksi hyvin vanhaa ja kuivaa paperia, jonka neliömassa oli 57 g/m^2 , ei pastan koostumus voinut olla haastava.

Kun päällystyskoneen ajoparametrit ja laitteet olivat tulleet tutuimmaksi, voitiin siirtyä offsetpastaan, jonka kuiva-ainepitoisuus oli 62 %. Kuiva-ainepitoisuuden kasvaessa lisääntyi myös paperin päällystemäärä. Pastan kuiva-ainepitoisuuden nostolla on sama vaikutus päällystekerroksen rakenteeseen kuin teräkulman pienentämisellä, eli korkeammassa kuiva-aine pitoisuudessa pigmenttipartikkelit eivät pääse orientoitumaan ja muodostavat bulkkisen päällysteen. Tämä on osin seurausta myös pastan nopeammasta asettumisesta. (VTT, 2009.)

Syväpainopastassa oli paljon levymäisiä pigmenttejä, jolla haettiin hyvää päällysteen tiiveyttä, kiiltoa ja peittokykyä. Syväpainopastalla oli myös hyvä vedenkestävyys, koska syväpainopastassa on pigmenttinä käytetty talkkia. Tämä näkyi myös paperien käyritymisissä. Offsetpastoilla päällystetyt paperit tahtoivat käyristyä helpommin. Syväpainopasta oli lisäksi päällystyskoneella ajettaessa offsetpastaa haastavampi, koska partikkelien muoto oli toisenlainen. Teräpaineen ollessa alhainen paperiraina ei pysynyt paikallaan, vaan se liikkui kohti reunaa.

7 PÄÄLLYSTYSKONEEN RAKENNE

Tässä luvussa esitellään Tampereen ammattikorkeakoulun paperilaboratorion pilot-päällystyskone (kuva 4). Kone on englantilaisen RK Printin valmistama ja sen toimituksesta sekä kokoamisesta vastasi suomalainen Pinteco Oy. Kone on rakenteeltaan hyvin muokattavissa, sillä kaikkia teloja voi siirtää helposti ja koko rakenne on muutenkin muokattavissa tarpeen vaatimaan järjestykseen. Koska auki- ja kiinnirullauksiakin voi siirtää, niin rainan kulku koneessa on suunniteltavissa itse. Rainan vienti koneen läpi esitetään työohjeessa.



KUVA 4. Päällystyskone

Kuvassa numeroidut päällystyskoneen osat ovat

1. aukirullain
2. päällystysyksikkö
3. infrapunakuivatin
4. puhalluskuivatin
5. laminaattori
6. kiinnirullain
7. ohjauspöytä
8. sylinterikuivatus.

7.1 Ohjauspöytä ja ohjauskaappi

Ohjauspöydästä säädetään koneen nopeutta (Main Drive), kiinnirullauksen painetta (Rewind), teräpainetta (No. 1 Head) sekä laminaattorin painetta (Laminator) ja laminaattorin lisäpainetta (No. 2 Head). Kaikissa näissä on omat säätimet sekä mittauksen näyttö. (Pinteco, 2010.)



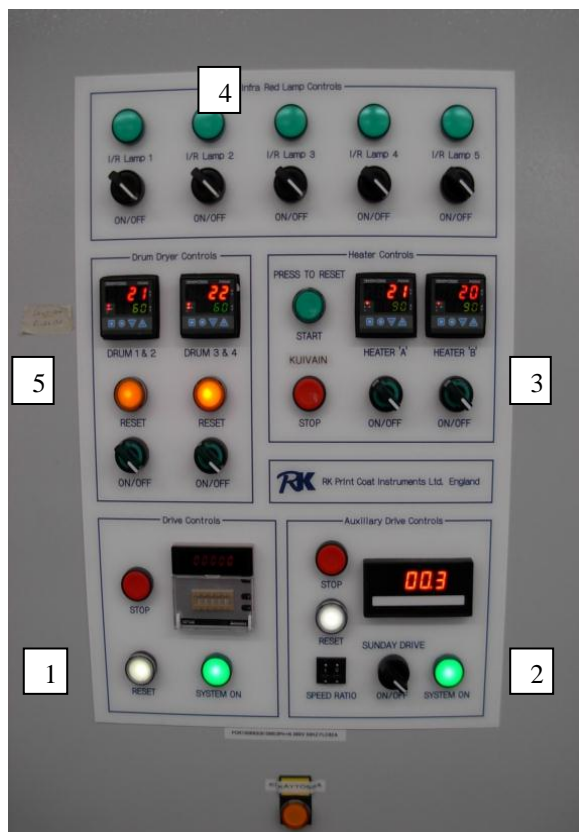
KUVA 5. Ohjauspöytä

Kuivatusosia eli IR-lamppuja sekä päällepuhallusta ja sylinterikuivatusta säädetään ohjauskaapin kytkimistä. Infrapunalamppuja on viisi kappaletta ja niiden teho on 1,5 kW. Päällepuhalluksia on kahdessa yksikössä ja näiden puhallettavan ilman lämpötila on säädettävissä ohjauskaapista. Infroissa sen sijaan ei ole lämpötilan säätöä, joten niitä pidetään tarvittaessa päällä. Infrat on kytketty ratanopeuden mittaukseen niin, että ne sammuvat heti nopeuden mittauksen mennessä nolliin. Jos rata katkeaa, lamput sammuvat turvallisuuksista, eivätkä ne syty, ennen kuin paperi kulkee koneessa. (Pinteco, 2010.)

Ohjauskaapissa on myös sähkölämmitteisten telakuivaimien säätö. Telakuivaimia on myös kaksi yksikköä, kuten puhalluksia ja näissä on myös lämpötilan säätö. Vakioläm-

pötila on 60 °C. Telakuivaimia ei käytetty opinnäytetyön koeajoissa, sillä paperin päällystyksessä niitä ei tarvita. Telakuivaimet on tarkoitettu käyttöön käytettäessä toista päällystysasemaa pintaliimaukseen. Myös päällystettäessä niitä voisi käyttää paperin esilämmitykseen ennen päällystysasemaa. (Pinteco, 2011.)

Ohjauskaapista kytketään koneen molempiin moottoreihin sähkö. Päämoottorille (Drive Controls) on oma päälle/pois-kytkinpari, jonka vieressä on myös rainan nopeuden mittauksen näyttö. Toinen kytkinpari on pastan applikointitelaa pyörittävälle moottorille. Myös tämän kytkimen vieressä on applikointitelan nopeuden mittauksen näyttö. Applikointitelan nopeuden säätö on Sunday Drive- ja Speed Ratio -kytkimillä.



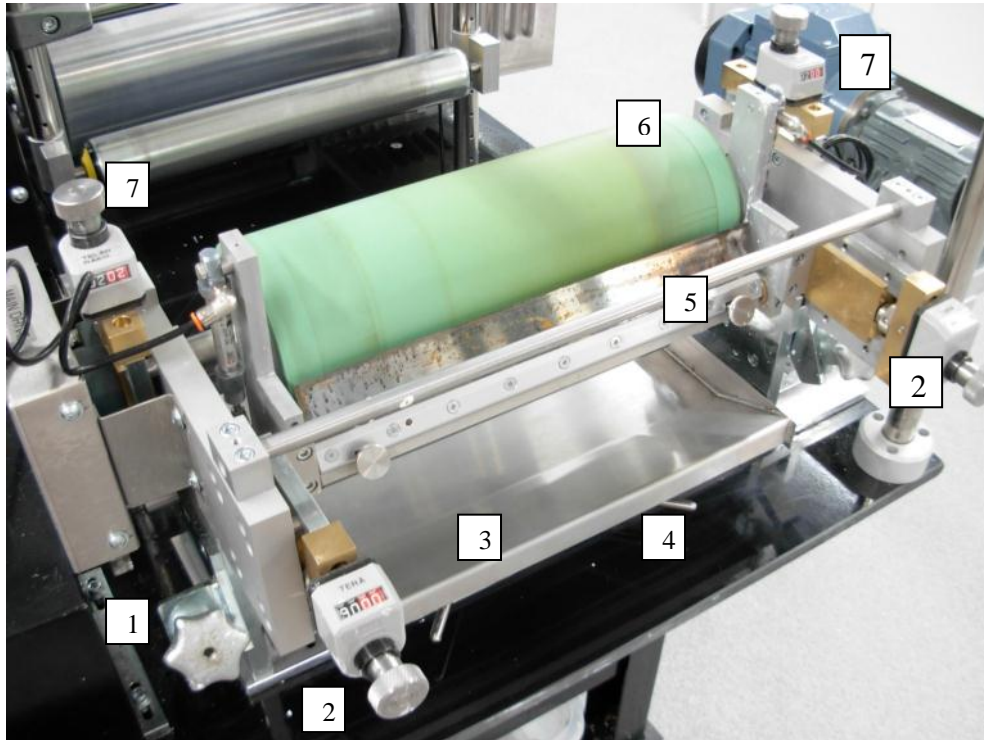
1. Päämoottorin käyttö ja rainanopeuden näyttö.
2. Applikointitelan käyttö, nopeussuhteen säätö ja nopeuden näyttö.
3. Puhalluskuivattimien käyttö, säädöt ja lämpötilan näytöt.
4. IR-kuivattimien On/Off-kytkimet.
5. Sylinterikuivattimien käyttö, säädöt ja lämpötilan näytöt.

KUVA 6. Ohjauskaappi

7.2 Päällystysasema

Päällystysyksikkö (kuva 7) koostuu nostettavasta pastakaukalosta, pastaa applikointinippiin eli telarakoon nostavasta applikointitelasta, vastatelasta ja kaavinterästä. Telojen välistä rakoa säädetään laskemalla vastatela applikointitelan päälle pyörittämällä säätöruuveja. Säätöruuvit ovat kuvassa 7 kohdassa 7. Teräpainetta säädetään ohjaus-

pöydästä. Teräkulmaa voi muuttaa liikuttamalla terää eteenpäin ruuveja pyörittämällä. Teräkulma siis muuttuu säätämällä terän etäisyyttä paperista.



KUVA 7. Päälystysyksikkö

Kuvassa mainitut päälystysyksikön osat ovat:

1. Vastatelan lukitus paikoilleen
2. Terää vastatelalle siirtävä ruuvi, teräkulman säätö tässä
3. Nostettava pastakaukalo
4. Pastakaukaloa nostava ruuvi
5. Ylimääräisen pastan kaavaava terä
6. Rainaa kuljettava vastatela
7. Vastatelan etäisyyttä applikointitelasta säätävä ruuvi, telaraon säätö

8. AJOPARAMETRIT

Tässä luvussa esitellään koeajojen tapahtumia, tuloksia ja havaintoja koneen eri ajoparametreistä. Kaikki ohjauspöydästä ja ohjauskaapista ajon aikana säädettävät osat koneesta käydään läpi. Lisäksi näiden osien säätömahdollisuudet ja optimiajoparametrit esitellään ajotuloksina ja niitä verrataan teollisen paperikoneen vastaaviin.

Ajoparametrejä haettiin ajamalla koneella päällystysajoja, joissa muutettiin tiettyjä säätöjä valmiiksi tehdyn ajosuunnitelman mukaan. Ajosuunnitelman pohjalta tehtiin ajopäiväkirjat (liite 4) jokaiselle ajopäivälle. Päiväkirjassa näkyy ajo-ohjelma, tehdyt muutokset, näistä tehtävät mittaukset ja myös huomiot ajoista. Tuloksia verrattiin aina ajossa tehtyihin muutoksiin ja niistä toivottuihin ja teorian perusteella odotettuihin tuloksiin. Lopulta mittatulokset taulukoitiin Exceliin. Näistä tehtiin päätelmät koeajon onnistumisesta ja mahdollisista jatkotoimenpiteistä sekä uuden tiedon tuomista vaikutuksista aiempiin koeajoihin ja niiden tuloksiin.

8.1 Aukirullain

Aukirullattava paperirulla pyörii aukirullaustelassa. Telassa on mekaaninen jarru, jota kiristetään ja löysätään telan päässä olevasta ruuvista. Tätä säädetään ainoastaan, mikäli rata on liian löysällä tai tiukalla tai muiden vastaavien ajo-ongelmien vuoksi. Vaihdettaessa vanhasta painopaperista liukkaampaan Kauttuan etikettipaperiin jarrua kiristettiin hieman, kun rata kulki ajossa koneen toiseen laitaan. Tällä ei ongelmaa saatu kuitenkaan korjattua, vaan ohjausteloja täytyi suoristaa radan reunaan luisumisen korjaamiseksi. Aukirullaimesta on kuva käyttöohjeessa.

8.2 Kiinnirullain

Paperi rullataan takaisin hylsyn ympärille kiinnirullaustelalla. Telaa pyörittää pääkäyttö ja sen voimaa säädetään ohjauspöydän painekeytkimestä. Kiinnirullauksen paineen ohjearvo Pintecon käyttöohjeessa oli 1,5–3,5 bar. Tätä muuttamalla on tarkoitus löytää rainalle optimikireys ajoon. Paineen maksimi on säädössä 7 bar, mutta käytetty linjapaine oli 5,5 bar, joten se oli myös maksimi, mikä kiinnirullaukseen voitiin säätää. Pai-

neilmaputkeen on myös kytketty paineen varoventtiili estämään kohtuutonta painetta kytkimessä. Varoventtiili parantaa turvallisuutta ja pidentää koneen käyttöikä. (Pinteco, 2011.)

Koeajoissa kiinnirullaimella kokeiltiin erilaisia paineita väliltä 1–4 bar. Painetta muutamalla ei kuitenkaan tullut suuria muutoksia ratakireyteen, vaan kone kulki sujuvasti Pintecon ohjearvon alueella. Ajotapahtumissa, joissa raina lähti kulkemaan telan reunalle, ei kiinnirullauksen kireyttä säätämällä saatu rainaa asettumaan, sillä yleensä jokin tela oli hieman vinossa, mikä johti rainan vinoon kulkuun koneessa.

Yleisin käytetty kiinnirullauspaine oli 2 bar, mikä riitti vetämään rainan koneen läpi normaaliajossa. Ainoastaan laminaattorin ollessa päällä maksimipaineella 5 bar kiinnirullauksen painetta jouduttiin nostamaan 2:sta 3 bar:iin. Laminointi siis tuotti riittävästi kitkaa ja jarrutti rainan kulkua niin paljon, että kiinnirullain pysähtyi kokonaan kunnes painetta nostettiin.

Ratakireys vaikuttaa konerullassa lähinnä vain pintatiukkuuteen, ja ratakireyden ohjearvokäyrä on yleensä suora. Ratakireyttä lisätään paperikoneen rullaimella lähinnä vaihtojen aikana pintakerroksen tiukentamiseksi sekä rullanvaihtorehun vähentämiseksi. Pilotkoneella ajettuja rullia ei kuitenkaan ajeta enää mistään läpi uudestaan, joten vaihtelut rullan tiukkuudessa eivät ole mitenkään vakavia. Lopulta rullan tiukkuuteen vaikuttaa paljon enemmän rainanopeus, josta lisää luvussa 9.4. (VTT, 2009.)

8.3 Telarako

Applikointitelan ja vastatelan rakoa säädetään manuaalisesti kahdella ruuvilla, jotka laskevat vastatelan molemmilta reunoilta applikointitelan päälle. Rakoa voi säätää 10 mikrometrin tarkkuudella, kunnes telat ovat kiinni toisissaan. Päällistyksen profiilia voi säätää hieman pitämällä toista rakoa vähän korkeammalla kuin toista esimerkiksi pohjapaperin ollessa toispuoleista. Profiilisäätö tapahtuisi siis applikoimalla toiselle reunalle enemmän pastaa ja näin kostuttamalla sitä reunaa enemmän. Tämä kuitenkin vaikeuttaa huomattavasti rainan kulkua vastatelan ollessa vinossa. Profiilisäätöä tehtäessä vastatelan kallistusta on siis kompensoitava jollain rainan ohjaustelalla.

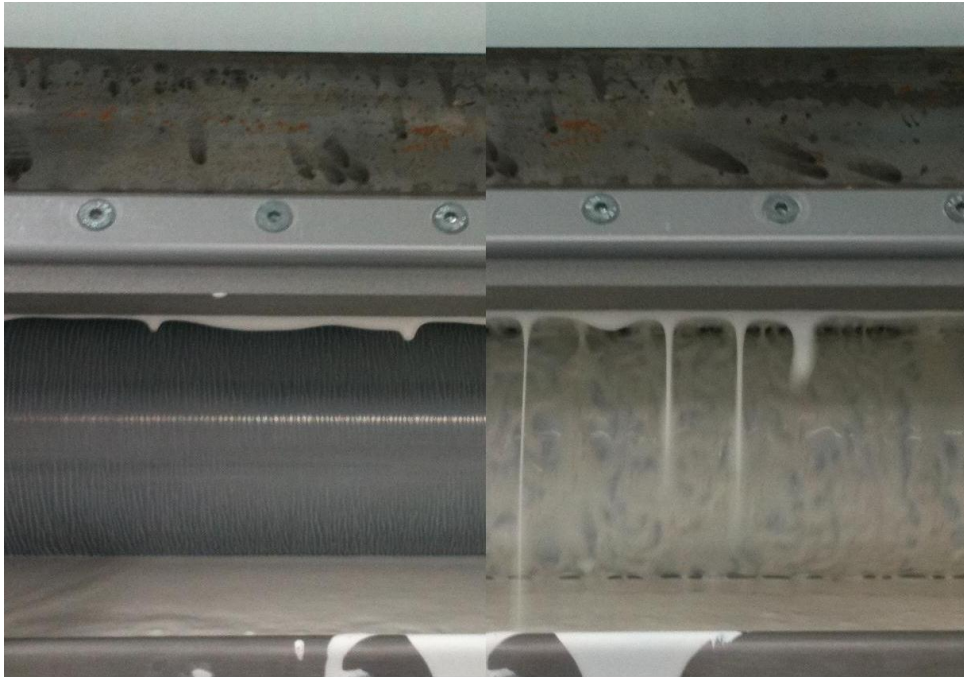
Koeajoissa rakoa säädettiin välillä 80 μm - 500 μm . Ajatuksena oli löytää minimi ja maksimirajat telaraolle. Koska hyvän päällystystuloksen saamiseksi applikointiraon on oltava täynnä pastaa, minimiväli saavutettiin kun päällystettyyn paperiin alkoi tulla päällystämättömiä laikkuja ja päällystekerros paperilla jäi huomattavan vähäiseksi. Maksimirako saavutettiin myös, kun pastaa ei siirtynyt applikointitelalta enää tarpeeksi paperin pinnalle. Matalan viskositeetin pastalla maksimirako oli tietenkin pienempi pastakerroksen applikointitelalla ollessa ohuempi. Koeajoissa hyväksi telaraoksi kaikille pastoille todettiin 200 μm - 300 μm .

Telaraon vaikutuksesta päällystemäärään tehtiin testi, jossa telarakoa muutettiin kolme kertaa muiden ajoparametrien ollessa vakioita. Testi ajettiin Kauttuan 57 g/m^2 paperilla. Pasta oli liitteenä 1 oleva offsetpasta. Mittaukset on esitetty taulukossa 1.

TAULUKKO 1. Telaraon vaikutus päällystemäärään

Telarako (μm)	1 (g/m^2)	2 (g/m^2)	3 (g/m^2)	4 (g/m^2)	5 (g/m^2)	KA (g/m^2)
100	6,0	6,5	6,4	6,5	6,4	6,4
250	5,2	4,9	5,0	5,0	5,0	5,0
400	5,6	5,5	5,4	5,4	5,4	5,5
500	4,2	4,5	4,4	4,5	4,6	4,4

Mittauksissa ei esiinny suuria eroavaisuuksia. Keskiarvoista näkyvät päällystemäärien erot eri telaraoilla. Telaraon ollessa kapein päällystemäärä paperissa on suurin, ja raon ollessa korkein päällystemäärä paperissa on alhaisin. Tätä selittää applikointipaine, joka kasvaa telaraon pienentyessä hyvin ohueksi. Applikointipaine kasvaa, kun vakiomäärä pastaa nostetaan pienempään ragoon. Ja näin paineen kasvaessa pasta imeytyy paremmin paperin sisään. Telaraon ollessa 500 mikrometriä (kuva 5) pasta ei levittänyt enää täysin tasaisesti rainalle koska rako oli liian suuri ja näin päällystemäärä jäi pienemmäksi. Telarakojen 250 μm ja 400 μm kohdalla suurempi telarako jätti paperille suuremman kerroksen pastaa. Tämä vaikutti suurempana vastapaineena kaavinterällä jättäen paperille hiukan enemmän päällystettä. Kuva 8 havainnollistaa nipin jälkeen applikointitelalle jäävän pastan määrää telaraon ollessa 100 μm ja 500 μm .



KUVA 8. Applikointitela telaraoilla 100 µm vasen ja 500 µm oikea

Telaraon ollessa pienimmillään eli 100 µm melkein kaikki nippiin nostettu pasta siirtyy rainan pinnalle. Hyvin suurella telaraolla pasta ei ”ylety” kunnolla rainalle. Se halkeaa nipin jälkeen epätasaisesti ja siitä jääkin suurin osa nostotelan pinnalle. Näin applikointipaine nipissä pienenee huomattavasti eikä pasta imeydy rainaan yhtä voimakkaasti, minkä vuoksi päällystemäärä valmiissa paperissa on vähäisempi suuremmalla telaraolla.

8.4 Päällystysterän säätö

Päällystysyksikön kaavinterää säädetään lisäämällä painetta terälle sekä säätämällä teräkulmaa manuaalisesti molemmista reunoista ruuveilla, jotka säätävät terän etäisyyttä vastatelasta. Painetta lisäämällä terä painuu vastatelalla kulkevan paperin pinnalle taivottaen päällystekerroksen siihen ja kaavaten ylimääräisen pastan pois. Painetta voi lisätä välillä 0–7 bar, mutta koeajoissa 5,5 bar syöttöpaine koneelle asetti ylärajan.

Päällystysterän painetta säädettiin koeajoissa välillä 1–5 bar. Koepisteitä tehtiin nostamalla sekä laskemalla painetta asteittain. Nostettaessa painetta päällystemäärä pieneni enemmän, kuin se nousi painetta laskettaessa. Paine siis kasvoi terällä painetta nostettaessa, mutta se ei laskeutunut samalla tavalla teräpainetta laskettaessa. Teräpaineen säätö ei siis ole pudotettaessa niin tarkka, sillä terä jää samaan asentoon, mihin se on kiristy-

nyt, vaikka painetta pudotetaan. Tämä korostui huomattavasti matalaviskoosisella, juoksevalla offsetpastalla sekä alhaisilla ajonopeuksilla. Näin koeajoissa ainakin alhaisen kuiva-ainepitoisuuden pastoilla teräpainetta tutkittaessa sitä kuuluisi lisätä eikä vähentää tarkempien tulosten vuoksi.

Syväpainopastalla sekä kuiva-ainepitoisuudeltaan korkealla pasta 2 offsetpastalla teräpaineen pudotuksen vaikutus huomattiin selvemmin päällystemäärän mittaustuloksissa. Kuiva-ainepitoisuudeltaan korkeampi offsetpasta ja rakenteeltaan levymäisempi syväpainopasta siis aiheuttaa terälle suuremman paineen rainan puolelta ja näin painaa terää takaisinpäin teräpainetta laskiessa. Terälle aiheutuvaan vastapaineeseen vaikuttaa myös selvästi rainanopeus, jolloin nopeammin liikkuva raina sekä pasta painavat terää enemmän taaksepäin, ja näin paperille jää paksumpi päällystekerros. Seuraavaksi kerrotaan näistä molemmista havainnoista esimerkit ajotilanteista.

Matalaviskoosisella (350–500 mPa) offsetpastalla päällystettäessä teräpaine laskettiin viidestä bar:sta askeleittain nolliin. Rainanopeus oli hitain mahdollinen, eli nopeuden säätö oli asennossa kaksi (3,5–5 m/min). Kaavinterä siis pysyi paikallaan ja päällystemäärä pysyi vakiona, vaikka paine terältä otettiin kokonaan pois. Löysällä, juoksevalla pastalla myös teräpaineen lisäys vaikutti paljon vähemmän päällystemäärään, joka oli pastan ominaisuuksien vuoksi muutenkin melko matala $<10 \text{ g/m}^2$.

Päällystettäessä Kauttuan paperia syväpainopastalla tehtiin sama testi. Terä nousi paikoiltaan jo ennen, kuin painetta laskettiin edes nolliin. Ennen terän hyppäämistä ylös päällystemäärä paperissa nousi huomattavasti terän siirtyessä ja terävälän kasvaessa teräpaineen laskuun. Sama tapahtuma huomattiin, kun päällystettiin syväpainopastalla alhaisella teräpaineella ja korkealla rainanopeudella. Teräpaineen ollessa 2 bar koneen nopeutta nostettiin vaihteelta neljä vaihteelle kuusi. Koneen nopeus kasvoi arvosta 12 m/min arvoon 19 m/min. Tämä nosti rainan terään aiheuttamaa vastapainetta, ja teräväli suureni hetken päästä liian suureksi jättäen paperille todella suuren päällystemäärän. Pastan terälle aiheuttama voima kasvoi siis suuremmaksi kuin 2 bar teräpaineen voima. Näin terä työntyi selvästi taaksepäin jättäen paperin täysin märäksi pastasta.

Yleisten kokeissa tehtyjen huomioiden lisäksi teräpainetta testattiin syväpainopastalla ajamalla sama testi kahdella teräpaineella. Ensimmäiseksi päällystettiin Kauttuan 57

g/m² etikettipaperia pitäen teräpaine 2 bar:ssa, tämän jälkeen suoritettiin sama testi nostaten teräpaine 5 bar:iin. Testien välissä nostettaessa ratanopeutta nopeudesta 19 m/min ylöspäin kaavinterä hyppäsi pois paikoiltaan ja kone jouduttiin pesemään, sillä koneen kaikki telat likaantuivat pastasta, kun kaavari ei ollut päällä. Tästä huomattiin teräpaineen merkitys levymäisellä pastalla ajettaessa sekä Kauttuan paperin kestävyys, sillä paperi ei katkennut, vaikka pastaa ei kaavattu paperin pinnalta ollenkaan.

TAULUKKO 2. Ajotesti 2 ja 5 baarin teräpaineilla, ajettu liitteen 3 pastalla.

Rainanopeus m/min	1 (g/m ²)	2 (g/m ²)	3 (g/m ²)	4 (g/m ²)	5 (g/m ²)	KA (g/m ²)
5	26,4	26,6	25,7	26,5	26,7	26,4
13	30,5	31,3	32,8	30,6	30,5	31,1
19	30,5	34	35,3	35,3	35,6	34,1
Teräpaineen nosto 2 baarista 5 baariin						
12	18,5	19,5	19,2	18,8	20,1	19,2
17	24,5	24,1	24,2	24	24	24,2
29	26,2	26,3	26,6	26,7	26	26,4

Tarkasteltaessa keskiarvoja huomataan, että alimmalla ja korkeimmalla nopeudella ajettaessa päällystemäärät ovat samat. Erona on vain teräpaine, joka vaikuttaa tulosten mukaan selvästi syväpainopastalla päällystettäessä lopputuotteen neliömassaan.

Teräpainetta asetettaessa on huomioitava päällystyspastan koostumus, kuiva-ainepitoisuus ja viskositeetti, kuten myös koneen ajonopeus ja kuivatukset, joita päällystyksessä käytetään. Juoksevalla pastalla päästään mataliin päällystemääriin helpommin matalankin (1,5–2 bar) teräpaineen riittäessä kaavaamaan päällystekerros ohueksi. Paksulla offsetpastalla sekä levymäisellä syväpainopastalla teräpainetta täytyy pitää korkealla (4–5 bar) jo matalillakin ajonopeuksilla, mikäli halutaan päällystemäärän pysyvän matalana. Tämä sama on havaittavissa normaalissa päällystysprosessissa. Korkeilla nopeuksilla ajaessa linjapainetta pitäisi nostaa 7 baariin, mikä mahdollistaisi korkeamman teräpaineen käytön sekä mahdollisesti alhaisemmat päällystemäärät.

Teräkulman vaikutusta päällysteen määrään tutkittiin päällystämällä sekä minimi- että maksimikulmalla. Kulman säätövara ajossa käytetyllä terällä oli suhteellisen pieni (n. 13°), joten testistä ei odotettu suuria eroja päällystemääriin. Kokeessa päällystettiin

Kauttuan 57 g/m^2 paperia juoksevilla offsetpastalla (liite 1). Koetulokset esitetään taulukossa 3.

TAULUKKO 3. Teräkulman vaikutus päällystemäärään pastalla 1

Teräkulma	1 (g/m^2)	2 (g/m^2)	3 (g/m^2)	4 (g/m^2)	5 (g/m^2)	KA (g/m^2)
55°	4,7	5	4,8	4,4	4,8	4,7
68°	5,3	5,4	5,4	5,5	5,3	5,4
66° ilman painetta	13,3	13,5	14,5	14,4	13,3	13,8

Kuten odotettiin, pienemmällä teräkulmalla päällystemäärä oli hiukan pienempi. Kokeessa teräkulmaa kasvatettiin siirtämällä terää lähemmäksi vastatela. Suurin mahdollinen 68°:n teräkulma saavutettiin työntämällä terä mahdollisimman kiinni vastatelaan käsiruuveja kääntämällä sekä lisäämällä vielä teräpainetta 3 baaria. Tässä asennossa molemmat ruuvit oli kiristetty asentoon 8150. Pienin kulma (55°) saavutettiin pitämällä terän väli telasta vakioasennossa 9000, mikä oli todettu hyväksi aiempien koeajojen myötä. Tässä asennossa teräpaine oli sama 3 baaria.

Kolmannessa mittapisteessä teräkulma on 66°, jolloin terää siirtävät käsiruuvit ovat asennossa 8150. Tässä pisteessä ei ole lainkaan teräpainetta, jonka vuoksi päällystemäärä on yli kaksinkertainen aiempiin mittapisteisiin verrattuna. Mittauksissa on myös selvästi enemmän heittoa muihin pisteisiin verrattuna. Tämä johtuu selvästi siitä, että pelkällä käsikiristyksellä terä ei painaudu yhtä suurella voimalla vastatelan pinnalle ja näin pastan kaavaus ei ole yhtä voimakasta ja tehokasta kuin teräpainetta käytettäessä. Päällystys on kuitenkin mahdollista ilman teräpainetta, joskin päällystemäärät ovat vähintään kaksinkertaiset.

8.5 Koneen nopeus

Koneen kolmea vetävää telaa pyörittää yksi sähkömoottori, joka on yhdistetty hihnoilla pyöriviin teloihin. Nopeuden säätö vaikuttaa siis kiinnirullaukseen, päällystysyksikön vastatelaan sekä laminaattorin kumitelaan. Nopeuden säätö tapahtuu ohjauspöydästä, jossa pyöritettävällä säätimellä on asteikko 1 - 11. Nämä ovat vaihdenopeuksia ja käytännössä nopeusskaala on noin 0–40 m/min. Rainanopeuden säätö kulkee siis ohjauspöydän potentiometriltä sähkömoottorille, jossa kierrokset lisääntyvät nopeutta nostettaessa.

Rainanopeus vaikuttaa päällystysajossa moneen muuhun muuttujaan. Näin se on ehkäpä jopa tärkein muuttuja koeajoa suunniteltaessa. Nopeutta nostettaessa pastankulutus sekä kuivatuksen tarve kasvavat rainan kulkiessa nopeammin päällystys- ja kuivatusosien läpi. Myös päällystemäärä paperin pinnalla kasvaa. Tämä nostaa pastankulutusta entisestään.

Päällystemäärän nousuun koneen nopeutta nostettaessa vaikuttaa kaavinterälle nousevan pastan ja paperin aiheuttama voima, joka painaa terää ulospäin. Tämä teräpaineen vastavoima siis kasvaa, kun pasta nousee terälle suuremmalla nopeudella. Paperi poistuu terältä noin 22° - 35° :n kulmassa ja näin työntää terää telalta pois päin. Tämä työntövoima kasvaa nopeuden kasvaessa, ja näin teräkulma hieman kasvaa (terä painuu taaksepäin) ja päällystemäärä paperilla lisääntyy. Tämä on havaittavissa taulukoista 4 ja 5, joissa havainnoidaan ratanopeuden vaikutusta päällystemäärään eri pastoilla. Mikäli päällystemäärä halutaan pitää vakiona, esimerkiksi 15 g/m^2 , on koneen nopeutta nostettaessa nostettava siis myös teräpaineita.

Ratanopeuden vaikutusta päällystemäärään testattiin kaikilla kolmella pastalla. Ensimmäisellä pastalla päällystettiin Lempäälän Pyrollilta saatua 45 g/m^2 paperia. Pasta oli hyvin juoksevaa, joten päällystemäärien odotettiin olevan alhaisia. Teräpaine pidettiin koko testin 2 baarissa ja teräkulmaa suurennettiin viemällä terää lähemmäksi vastatelaa. Tulokset on esitetty taulukossa 4.

TAULUKKO 4. Rainanopeuden vaikutus päällystemäärään pasta 1:llä

Rainanopeus m/min	1 (g/m^2)	2 (g/m^2)	3 (g/m^2)	4 (g/m^2)	5 (g/m^2)	KA (g/m^2)
4	13,5	14,0	14,0	14,3	14,2	14,0
11	14,6	12,8	15,1	15,8	14,6	14,6
19	14,6	15,0	15,1	14,8	15,0	14,9
28	15,0	14,5	14,9	15,5	15,0	15,0
37	15,2	15,0	15,0	15,1	14,7	15,0

Tulokset näyttävät, että päällystemäärät olivat yllättävän suuria, ainakin verrattuna Kauttuan paperilla ajettuihin testeihin, jossa samalla pastalla alhaisilla nopeuksilla päällystemäärä oli jopa 10 grammaa alhaisempi. Tähän voi hieman vaikuttaa kokeessa käy-

tetty alhainen teräpaine sekä teräkulman suurentaminen. Näillä ei kuitenkaan voi selittää näin suurta päällystemäärää, joten pastan ollessa samanlaista suuri päällystemäärä johtuu pohjapaperina käytetyn voimapaperin karheudesta. Testissä käytetyllä hyvin juoksevalla ykköspastalla ratanopeuden vaikutus päällystemäärään jää kuitenkin hyvin vähäiseksi.

Seuraavaksi testattiin samaa ajoa eri pastalla ja pohjapaperilla. Kokeen pasta oli liitteen 2 pasta ja päällystetty paperi oli Kauttuan 57 g/m² etikettipaperi.

TAULUKKO 5. Rainanopeuden vaikutus päällystemäärään pasta 2:lla

Rainanopeus m/min	1 (g/m ²)	2 (g/m ²)	3 (g/m ²)	4 (g/m ²)	5 (g/m ²)	KA (g/m ²)
4	23,5	23,2	23,9	24,3	23,7	23,7
12	22,9	24,3	26,0	26,5	25,7	25,1
20	27,5	28,4	28,0	28,0	28,5	28,1
29	33,7	32,8	33,7	33,4	32,6	33,2
38	39,5	39,8	38,6	39,6	39,5	39,4

Päällystemäärät ovat hyvin suuria verrattuna laihalla liitteen 1 pastalla ajettuun kokeeseen. Tämä selittyy käytetyn pastan suurella kuiva-ainepitoisuudella ja korkealla viskositeetillä, jolloin paksu pasta aiheuttaa suuren voiman terälle ja näin vastapaineen vuoksi päällysteen kaavaus ei ole yhtä tehokasta. Viimeisenä kokeena oli liitteen 3 syväpainopasta.

TAULUKKO 6. Rainanopeuden vaikutus päällystemäärään pasta 3:lla

Rainanopeus m/min	1 (g/m ²)	2 (g/m ²)	3 (g/m ²)	4 (g/m ²)	5 (g/m ²)	KA (g/m ²)
5	26,4	26,6	25,7	26,5	26,7	26,4
13	30,5	31,3	32,8	30,6	30,5	31,1
19	30,5	34	35,3	35,3	35,6	34,1

Tässä testissä päällystettiin Kauttuan 57 g/m² paperia syväpainopastalla. Päällystemäärät ovat jälleen suuret, johon vaikuttaa testissä käytetty alhainen 2 baarin teräpaine sekä pastan partikkelien muoto. Pääpigmenttinä käytetty talkki siis tuo pastalle levymäisen partikkelirakenteen, ja näin pasta ei ole suinkaan matalaviskoosista. Tämä aiheuttaa jälleen päällystysterälle suuremman paineen, kuin ensimmäinen offsetpasta. Keskiarvo-

ja tarkasteltaessa huomataan, että nopeuden nosto nostaa siis odotetusti päällystemäärää. Tuloksissa on kuitenkin aika suuria eroja, joita voisi selittää kokeessa käytetylle pastalle liian alhaisella teräpaineella. Taulukossa 2 on saman kokeen tulokset aiempaa suuremmalla teräpaineella ajettuna. Näissä tuloksissa ääriarvot ovat huomattavasti matalammalla teräpaineella ajettuja arvoja pienempiä.

Koeajoissa konetta ajettiin nopeuksilla 1–11 nostaen vaihdenopeutta yleensä kaksi vaihdetta kerrallaan. Vaihenopeudet 2–6 ovat suositeltavat koeajokäytössä, sillä nopeutta nostettaessa tehtävä muuttuu kovin vaikeaksi, koska pastan kulutus on suurta. Pastaa on lisättävä kaukaloon säännöllisin välein. Tehtävää helpottaisi syvempi pastakaukalo, jota voisi nostaa korkeammalle ilman kaukalon reunan kiinnittymistä applikointitelan akseliin. Myös pastaa kaukaloon automaattisesti lisäävä keskipakoispumppu helpottaisi ajamista suurilla rainanopeuksilla. Lisäksi se sekoittaisi pastan tasalaatuiseksi koneelle.

Paperirainan nopeus vaikuttaa myös huomattavasti kiinnirullattavan rullan tiukkuuteen. Korkea ajonopeus nostaa kiinnirullauksessa rainan pintakerrokseen muodostuvaa ”kehävoimaa”, joka tiukentaa rullaa. Keskiökäyttöisillä rullaimilla konerullan pohjaa tiukennetaan pitämällä kehävoimaa rullan pohjakerroksilla korkeammalla ja laskemalla sitä halkaisijan kasvaessa. Näin luodaan tiukka pohja konerullalle rullan kaatumisen ja löysien kerrosten estämiseksi. (Metso Paper, 2011; VTT 2009.)

Ennen päällystyksen aloittamista koneella kannattaa ajaa rullan pohjalle pohjapaperia vähän matkaa korkealla nopeudella (vaihenopeus 6–8). Suuri rainanopeus tiukentaa rullan pohjan ja varmistaa, että raina on asettunut hyvin koneeseen. Tämä myös minimoi mahdollisia ajo-ongelmia hieman, sillä sellaiset rainan ja koneen kulkuongelmat kuin radan siirtyminen toiseen reunaan ja hihnan löysyydestä aiheutuva huono käynti ilmaantuvat usein päällystettäessä suurilla nopeuksilla. Näin korkeaa ajonopeutta kannattaa testata pohjapaperilla ennen päällystyksen aloittamista, vaikkei päällystettäessä niin suurella nopeudella ajettaisikaan.

8.6 Sivelytela

Sivelytela pyörii pastakaukalossa ja nostaa pastan kaukalosta vastatelalla kulkevalle paperille. Telaa pyörittää oma sähkömoottori, jonka ohjaus on sähkökaapissa. Telaa voi

pyörittää joko vakionopeudella, joka on 10 m/min, tai rainanopeudella, joka säädetään ohjausyksiköstä. Rainanopeudella ajettaessa sivelytelan säätö Sunday Drive on käännetty Off-asentoon. Tällöin telan nopeutta voi säätää suhteessa rainanopeuteen Speed Ratio -kertoimella 1,0–1,9. Sivelytelan maksiminopeus on siis 1,9 kertaa rainanopeus. Koeajoissa sivelytelaa ajettiin pääosin vakionopeudella (Sunday Drive On), sillä Pintecon ohjemateriaalissa neuvottiin, että teräpäällystysasemaa käytettäessä sen kuuluu olla niin. Sivelytelanopeuden säätö kuului ohjeistuksen mukaan Size Press -yksiköllä ajamiseen.

Sivelytelan nopeuden vaikutusta päällystemäärään testattiin päällystämällä Kauttuan 57 g/m² paperia vakiorainanopeudella muuttaen Speed Ratiota. Testissä käytetty pasta oli liitteenä 1 oleva offsetpasta. Tulokset tästä esitetään taulukossa 7.

TAULUKKO 7. Sivelytelan nopeuden vaikutus päällystemäärään pasta 1:llä

sivelytelan nopeus m/min	1 (g/m ²)	2 (g/m ²)	3 (g/m ²)	4 (g/m ²)	5 (g/m ²)	KA (g/m ²)
10,5	8,4	8,6	8,8	8,3	8,5	8,5
13,3	8,2	8,2	8,6	8,1	8,1	8,2
16,1	7,1	7,5	7,6	7,7	7,7	7,5
18,9	7,3	7,5	7,6	7,3	7,3	7,4

Kokeessa rainanopeus oli vakio 7,5 m/min ja sivelytelan nopeutta nostettiin kolmessa portaassa. Jokaisesta ajetusta nopeudesta otettiin viisi näytettä, joista mitattiin neliömassa. Alhaisen ajonopeuden ja laihan pastan vuoksi päällystemäärät ovat testissä melko alhaiset. Mittausten keskiarvoista huomattiin, ettei sivelytelan nopeuden nosto rainanopeutta ylemmäksi vaikuta kovinkaan huomattavasti päällystemäärään.

Tuloksissa päällystemäärän vähäinen laskeminen on yllättävää, sillä sivelytelan nopeuden noustessa pastaa nousee rainalle ja applikointirakoon enemmän, minkä pitäisi nostaa applikointipainetta telaraossa olevan pastan määrän kasvaessa. Paineen nosto telaraossa kostuttaa paperia enemmän. Sen pitäisi myös nostaa päällysteen määrää, kun päällyste imeytyy paperiin suurella paineella. Näin ei kuitenkaan kokeessa tapahtunut, vaan päällystemäärä laski hieman paineen noustessa. (Kulmala, 2006.)

Sivelytelan nopeuden laskeminen rainanopeutta alemmaksi vaikuttaa lopulta päällystemäärän vähenemiseen ja päällystämättömiin kohtiin paperissa, kun tela ei ehdi nosta-

maan tarpeeksi pastaa rainan pinnalle rainan kulkiessa paljon applikointitela nopeammin. Tätä testattiin ajamalla sivelytela vakionopeudella ja nostamalla rainanopeutta. Sivelytelan vakionopeus oli 10 m/min rainanopeuden maksimin ollessa noin 40 m/min. Näin nopeuksien suhteeksi saatiin enimmillään 1/4. Päällystemäärää ei kuitenkaan saatu tällä laskemaan suuren rainanopeuden vuoksi eikä myöskään päällystämättömiä laikkuja havaittu valmiissa paperissa. Näin siis sivelytelan miniminopeus 25 % rainanopeudesta riitti hyvään päällystystulokseen.

Paremmen säädön vuoksi Speed Ratio -säätö voisi olla kertoimilla 0,1 – 1,9, jolloin Sunday Driven ollessa Off-asennossa sivelytelan nopeussuhteen rainaan saisi tiputettua paljon alemmaksi nostamatta rainanopeutta maksimiin. Näin voisi etsiä miniminopeuden ja nopeussuhteen, jolla päällustus vielä onnistuisi.

8.7 Laminaattori

RK Printin pilot-päällystyskoneessa on softkalanterin tyyppinen laminaattori, jossa toinen teloista on valmistettu pehmeäpintaisesta polymeeristä. Laminaattorin linjapainetta säädetään ohjauspöydän paineensäätimestä. Suurin linjapaine on 2,3 kg/cm maksimipaine on 5,5 bar. Raina voidaan ajaa laminaattorin läpi sekä ylä- että alakautta ja tämän lisäksi laminaattori (kuva 4 numero 5) voidaan asentaa koneen runkoon kuinka päin tahansa rainan kulun helpottamiseksi. Pehmeä tela muodostaa paljon kitkaa, joten ajamalla paperi suoraan nipin läpi kitka vähenisi hyvin paljon.

Pehmeää telaa käytettäessä laminaattorin nippi on pitkä, paine nipissä on matala ja nippi myötäilee hyvin kalanteroitavan radan pinnanmuotoja. Laminaattorin käyttötarkoitus on kuitenkin laminoitajossa, jossa kaksi rataa laminoidaan yhteen lammikkoliimausta käyttämällä. Teräpäällystyksessä laminaattorin päättehtävänä on paperin paksuusprofiilin tasaaminen ennen kiinnirullausta sekä ratakiireyden säätö.

Laminaattorin puristuksen vaikutusta paperin paksuuteen testattiin päällystämällä Pyrolin voimapaperia ja ajamalla se laminaattorin läpi lisäten nippipainetta. Testissä käytetty päällystyspasta oli pasta 1.

TAULUKKO 8. Laminaattorin puristuksen vaikutus päällystetyn paperin paksuuteen

Laminaattorin paine (bar)	5 arkin KA (μm)
0	60
1	58
3	58
5	58

Tulokset osoittavat, että laminaattori puristaa paperia hiukan ohuemmaksi, mutta paineen lisäys ei vaikuttanut tuloksiin ollenkaan. Tulos voisi olla toinen, jos päällystemäärä olisi suurempi, sillä silloin päällystettä olisi paksumpi kerros puristettavana. Tuloksia mitattiin enemmänkin ja eri puolilta arkkia, mutta puristuksen vaikutuksen ollessa näin vähäinen ei niissä ollut juurikaan eroa.

Paperin paksuuden lisäksi laminaattorilla voidaan säätää myös rainan kireyttä, joka vaikuttaa radan paikallaan pysymiseen koneen leveysuunnassa. Laminaattorin vaikutus teräpäällystyksessä rajoittuu pääosin ratakireyden säätöön. Mahdollisiin radan kulkuongelmiin voikin löytyä ratkaisu laminaattorin erilaisilla ajomahdollisuuksilla esimerkiksi kääntäen telat toisinpäin, ajamalla raina eri puolelta nipin läpi tai ohjausteloja säätämällä vieden raina eri suunnasta nipin läpi. Laminaattoria käytetään kuitenkin enimmäkseen laminoinnin yhteydessä.

8.8 Kuivatusosat

Koeajoissa kuivaimia säädettiin vähiten sopivien kuivatustehojen löydyttyä. Päällepuhalluksien lämpötiloja ei muutettu missään vaiheessa, vaan ne olivat aina päällä 90 °C:ssa. Näin sopivaa kuivatustehoa haettiin muuttamalla infrapunalamppujen käyttöä. IR-lamppuja koneessa on viisi, niiden lämpötilat ovat vakiot ja niitä säädetään päälle/pois –menetelmällä.

Kuivatuksen tarpeeseen vaikuttaa selvästi eniten rainan nopeus. Nopeammin kuivatusosien läpi kulkiessa pasta kuivuu vähemmän ja nostettaessa nopeutta päällystemäärä kasvaa kokeessa käytetystä pastasta ja teräpaineesta. Näin siis myös pastan valinta vaikuttaa paljon kuivatuksen tarpeeseen, sillä kuiva-ainepitoisuudeltaan suuremmalla pas-

talla päällystemäärät ovat suuria, päällystemäärä kasvaa ratanopeutta nostettaessa ja näin kuivatustakin täytyy lisätä enemmän. Näin kuivatuksen määrää täytyy suunnitella ennen ajon aloittamista.

Paperilaboratoriossa päällystetyn paperin tavoitekosteus heti ajon päätyttyä olisi noin 5–7 %. Vakiokosteushuoneessa paperin kosteus asettuu noin 7,5 %:iin. Mittaukset paperista tehdään aina vakiokosteudessa, joten mitä lähemmäksi vakiokosteutta päästään koneen kuivatuksella, sitä nopeammin tuloksia pääsee mittaamaan sekä vähemmän kosteusvaihtelun tuomia muutoksia tulee ilmi.

Sopivaa IR-lamppujen tehoa haettiin ajamalla ajoja eri tehoilla ja nopeuksilla. Tuloksia tutkittiin ensin käsin ja silmämääräisesti ja lopuksi mittaamalla paperin kosteutta laboratorion kosteusmittarilla. Yleensä ajettaessa vaihteilla 2–4 riittää 1–2 lamppua. Tämän jälkeen lamppuja on lisättävä yksi per vaihdenopeus. Matalalla päällystemäärällä (alle 10 g/m^2) paperi kuivuu helposti liikaa, mutta kuiva-ainepitoisuudeltaan suurella pastalla päällystemäärän noustessa yli 20 g/m^2 lamppuja on ehdottomasti pidettävä päällä useampi ratanopeuden noustessa yli 10 m/min .

Päällystyskoneella ajatut päällystyspaperit käyristyivät, mikä johtuu päällystyksessä tapahtuvasta toispuoleisesta kostumisesta, kuivatuksesta ja mittapysyvyydestä. Paperin mittapysyvyys riippuu kuituverkoston syntyessä vallitsevista oloista. Paperin kosteuden vaihteluista johtuvat mittamuutokset ovat tunnetusti haitallisia monessa jalostusprosessissa, missä on mahdotonta pitää paperin kosteutta vakiona.

Päällystyksessä paperi absorboi paljon vettä päällystyspastasta ja paperin mittamuutosten perimmäinen syy on kuidun turpoaminen tai kutistuminen kuiva-ainepitoisuuden muuttuessa. Yleisesti havaittua on se, että mahdollisimman nopea alkukuivatus vähentää monia negatiivisia laatuvaikutuksia. Kuvassa 9 esitetään kaksi päällystettyä arkkiä, joissa eriasteiset käyristymiset. (VTT 2009.)



KUVA 9. Päällystetyn paperin käyristyminen.

Päällimmäinen arkki on käyristynyt erittäin voimakkaasti, alempi taas vain hieman. Kuvassa arkit ovat konesuunnassa, joten käyristyminen on poikkisuuntaista. Pohjapaperit ovat molemmissa arkeissa samat Kauttuan märkälujat 57 g/m^2 etikettipaperit. Päällimmäinen arkki on päällystetty pasta 1:llä ja ajettu hyvin pienellä telaraolla, jolloin pastan applikointipaine on suuri, ja näin paperi on imenyt paljon vettä laihasta pastasta, joka on johtanut suureen käyristymiseen. Alempi arkki on ajettu pasta 2:lla, jossa on korkeampi kuiva-ainepitoisuus sekä viskositeetti. Korkeamman kuiva-ainepitoisuuden vuoksi vesi ei absorboitu paperiin niin rajusti. Alemmassa arkissa päällystykseen telarako on myös ollut suurempi ja IR-kuivatus tehokkaampi jäykemmästä pastasta johtuvan suuremman päällystemäärän vuoksi.

9. PÄÄLLYSTYSKONEEN AJO-OHJE

Tämä ohje on tarkoitettu Tampereen ammattikorkeakoulun paperitekniiikan opiskelijoille paperilaboratoriossa RK Printin Rotary Koater -päällystyskoneella tehtävän pilot-päällystyskokeen ohjeistamiseksi. Askeleittain numeroidussa ohjeessa selvitetään sanoin ja kuvin ajokokeen suorittaminen alusta loppuun. Harjoituksen voi jakaa kuuteen pienempään osaan, jotka esitellään kuviossa 3. Tämä sekä ajo-ohjeen tiivistelmä on työssä myös liitteinä 5 ja 6 työohjeen käytettävyyden ja tulostettavuuden vuoksi.

Käyttöohjeisiin tutustuminen ja päällystysajon suunnittelu	Vähintään viisi muutosta ajoparametreihin, vaikutukset, koneeseen tutustuminen, työjako
Ajon valmistelu	Pastan lämmitys ja mittaukset, rainan vieni koneeseen, koneen osien tarkastukset
Ajokoe pohjapaperilla	Laitteen käynnistys sähkökaapista, paineet päälle, rullan pohjan ajaminen pohjapaperilla
Päällystysajo	Säädöt alkuasentoihin, pasta kaukaloon, pohjapaperi pyörimään ja kuivatukset päälle, pastakaukalon nosto ja päällistyksen aloitus, muutosten teko ajopöytäkirjan mukaan
Ajon päättäminen	Ajon päättäminen oikeassa järjestyksessä, rullan poisto koneesta
Koneen peseminen ja tulosten kokoaminen	Koneen peseminen, rullan tappaminen ja arkkiin yhteen nitominen, merkitseminen ja säilytys. Mittaukset arkeista.

KUVIO 3. Ositettu ajo-ohje päällystysharjoitukselle

1. Työtä aloittaessa ensimmäisenä ohjelmassa on koneen käyttö- ja ajo-ohjeisiin tutustuminen. Tämän lisäksi tutustutaan koneeseen ja sen osiin. Tämän jälkeen tehdään työn tai ajon suunnittelu. Tällöin mietitään, mitä ajolta halutaan, mitä muuttujia sää-

detään ja mitä näillä säädöillä saavutetaan. Kun nostetaan ratanopeutta, mitä odotetaan tapahtuvan jne. Ajosuunnitelma tehdään yhdessä. Tästä tehdään pohja ajopäiväkirjalle, jossa näkyy koneen asetteet sekä muutokset numeroituna. Tästä on esimerkki liitteessä 4. Koneen käydessä ei ole enää aikaa miettiä, mitä piti seuraavaksi muuttaa, siksi tämä kannattaa tehdä kunnolla.

2. Värillisestä paperista leikataan pieniä lappuja, jotka numeroidaan. Näillä lapuilla merkataan konerullaan ajossa tehtyjen muutosten kohdat. Lappu pujotetaan kiinnirullaimen päällimmäisen kerroksen väliin aina, kun jotain ajoasetetta muutetaan. Näitä numeroita vastaavat tiedot ovat ajopöytäkirjassa, josta nähdään jokaisen numeron kohdalla olleet ajoarvot.
3. Päällystyskonetta on helpointa ajaa kolmen, neljän hengen ryhmissä: yksi säätää konetta ohjauspöydästä ja tarkkailee rainan kulkua, yksi huolehtii päällystyspistan lisäyksestä kaukaloon ja telaraon, kaukalon sekä terän säädöistä. Kolmas kirjaa kaikki ajon muutokset ja koneen asetukset, kuten ratanopeuden ja paineet mittauspöytäkirjaan, joka tehdään yhdessä. Kolmas myös ilmoittaa tietokoneen pöytäkirjalta koneen ajajalle, mitä koneesta seuraavaksi muutetaan ja milloin muutos tehdään. Neljäs tarkkailee rainan kulkua koneessa, rainan kosteutta päällystyksen jälkeen sekä lisää kiinnirullattavan rullan väliin lapun aina, kun ajoon tehdään joku muutos.
4. Pasta laitetaan lämpiämään viimeistään nyt. Haluttu lämpötila on 22 - 25 °C. Pastasta mitataan sen lämmentyä vesiretentio, kiintoainepitoisuus sekä viskositeetti, ellei näitä ole vielä mitattu.
5. Aukirullattava rulla laitetaan aukirullaintelaan. Rullan pitää mennä telan ympärille löysästi yhdellä kädellä painaen. Tiukkuutta säädetään telan jousilla, jotka kiristyvät ajossa hylsyn sisäpintaan keskipakoisvoiman ansiosta ja jotka näin pitävät pyörivän rullan tiukasti kiinni telassa, vaikka se paikallaan ollessaan onkin löysällä. Rulla asetetaan koneeseen niin, että telan jarrun lovi osuu koneen rungossa olevan tapin kohdalle. Akselin päädyt kiristetään päälle tulevalla levyllä ja ruuveilla. Aukirullaus voi tapahtua sekä ylä- että alakautta. Telan päädyssä, kuvassa 10 näkyvää olevaa jarrua voi kiristää tai löysätä ruuvista, mikäli rainan kulussa on jotain ongelmia.



KUVA 10. Aukirullaustela, kiristysjousi sekä hylsy.

6. Kiinnirullaustelan ympärille laitetaan hylsy ja asetetaan se paikoilleen. Pujotetaan raina koneen läpi. Kuvasta 11 nähdään rainan kulku koneessa. Paperin pään voi taittaa pujotuksen helpottamiseksi. Tässä on muistettava, että laminaattorin kumitela pyörii eri suuntaan kuin päällystysyksikön vastatela. Kiinnirullain taas pyörii kumpaankin suuntaan tahansa, kumpaan position sen koneeseen laittaa. Ollessaan lähempänä laminaattoria se pyörii samaan suuntaan vastatelan kanssa.
7. Sivelytela asetetaan sivelytela paikoilleen, mikäli se ei vielä koneessa ollut. Vastatela voi kallistaa taaksepäin avaamalla reunoilla olevat lukitusruuvit.



KUVA 11. Rainan kulku koneessa.

8. Raina vedetään koneen läpi kuvan 11 mukaan ja häntä kiinnitetään teipillä kiinnirullaukseen. Tässä on muistettava telan pyörimissuunta, jotta raina teipataan hylsyyn oikein päin.
9. Tarkastetaan, että auki- ja kiinnirullaustelat sekä vastatela ovat kiristettyinä paikoilleen ja että puhalluskuivainten alle tulevat suojalevyt ovat paikoillaan. Vastatela kiristetään kuvassa 4 nähtävillä suurilla ruuveilla. Myös kaavinterän voi asentaa paikalleen tässä kohdassa. Alla kuvassa 12 esitetään ohjuskaappi ja sen toiminnot.



KUVA 12. Ohjuskaappi ja sen toiminnot

6. Päämoottorin käyttö ja rainanopeuden näyttö
7. Applikointitelan käyttö, nopeussuhteen säätö ja nopeuden näyttö
8. Puhalluskuivattimien käytöt, säädöt ja lämpötilan näytöt
9. IR-kuivattimien On/Off -kytkimet
10. Käännetään sähkökaappiin virta päälle kaapissa olevassa kytkimestä, painetaan Drive Controls- ja Auxillary Drive Controls –Reset -nappuloita, jolloin niihin syttyy valot. Käännetään ohjayspöydässä olevasta Rewind-kytkimestä 1,5 baaria painetta kiinnirullaimeen. Ajotesti Suoritetaan pohjapaperilla kääntämällä Main Drive -

säädintä pykälä kohtaan 2. Koneen pitäisi nyt pyöriä. Pohjapaperia ajetaan vähän aikaa ja nostetaan nopeutta Main Drivestä vaihteelle 6, jotta rullan pohja tiukkenee ja nähdään kulkeeko raina koneessa suoraan. Jos rata kulkee suorassa, sammutetaan kone kääntämällä Main Drive takaisin arvoon 1 ja päällystysajon valmistelu voidaan aloittaa. Mikäli paperi ei kulje koneessa suoraan tai on hyvin löysällä toisesta reunasta, on mahdollisesti säädettävä telojen asentoja asian korjaamiseksi. Kuvassa 13 esitettävällä säädettävällä telalla voi sekä suoristaa rainaa keskemälle että kiristää löysää reunaa.



KUVA 13. Säädettävä ohjaustela.

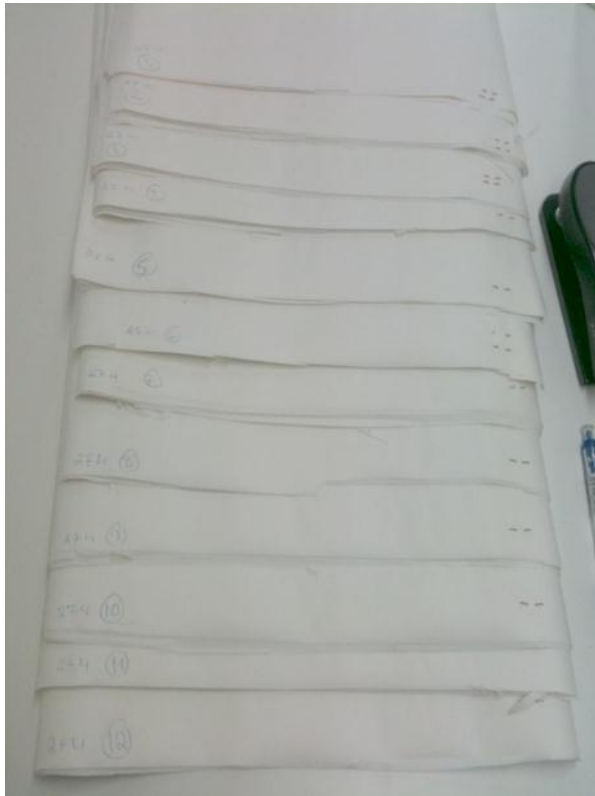
Kuvan näyttämässä asennossa telan reunaa voi nostaa sekä laskea kierittämällä päädyssä olevaa ruuvia. Tämä voi korjata rainan kulkua koneessa. Käännettäessä tela sivuttain ruuvilla voi säätää telan reunaa eteen ja taaksepäin. Tällä tavalla voi kiristää löysää reunaa. Tämän saman säädön voi tietenkin tehdä muillekin ohjausteloille säätämällä telan asentoa koneen rungossa.

11. Päällysteajo aloitetaan. Ensiksi säädetään ensiksi teräpaine aloitusarvoonsa. Mikäli teräpainetta muutetaan ajon aikana, kannattaa sitä nostaa, ei laskea. Tällä saadaan parempi vaikutus tuloksiin, sillä paineen laskeminen ei löysennä terää samassa suhteessa, kuin paineen nostaminen sitä kiristää.

12. Telarako asetetaan telarako aloitusarvoon. Telaraon näytössä yksikkö on 10 mikrometriä eli asennossa 20, rako on 200 µm.
13. Kaukaloon kaadetaan pastaa, mutta ei nosteta kaukaloa vielä sivelytelalle.
14. Koneen startti eli pohjapaperi laitetaan pyörimään ja kuivatukset päälle. Infrat syttyvät kääntämällä kytkimiä sähkökaapista. Kuivatusosan ensimmäinen lamppu on sähkökaapissa IR Lamp 5. Puhallukset kytketään päälle kääntäen Heater A sekä B kytkimet On-asentoon ja painamalla viereisestä napista Start. Puhalluksien lämpötilaa voi säätää painamalla neliönmuotoista nappia pohjassa ja asettamalla lämpötilan asetusarvo painamalla ylös- ja alas-nappeja. Kuivaimet saavat lämmitä hetken ennen kaukalon nostoa ja päällystyksen aloittamista.
15. Päällystys aloitetaan nostamalla pastakaukaloa niin, että sivelytela uppoaa pastaan. Kaukaloa ei saa nostaa liian korkealle missään vaiheessa, sillä sen reuna ottaa kiinni sivelytelan akseliin. Näin kannattaakin nostaa kaukalo melkein akseliin kiinni jo heti aluksi ja muistaa vain lisätä pastaa kaukaloon ajon edetessä.
16. Konea ajetaan ajosuunnitelman mukaan. Ajopöytäkirjaan merkitään kaikki tarvittava data. Päällysteen määrää tarkkaillaan paperin pinnalla ennen kuivatusosaa. Kokeillaan, kastuvatko paperin reunat myös päällystämättömältä puolelta. Tämä on erittäin epätoivottua, sillä pasta kerääntyy ohjausteloihin ja konerulla paksunee reunoilta aiheuttaen repeämiä rullan reunaan. Ajettavan paperin ollessa sivelytelaa leveämpää ei tästä pitäisi olla huolta.
17. Lopulta, kun kaikki eri asetteet on käyty läpi, päätetään ajo.
18. Lasketaan pastakaukalo alas ja nostetaan vastatela ylemmäksi telarako säätevillä ruuveilla. Kaikki kuivatukset otetaan pois päältä ja annetaan koneen pyöriä vielä hetken sillä aikaa kun kuivatusosat jäähtyvät.
19. Pysäytetään kone Main Drivestä, sammutetaan käytöt sähkökaapista. Katkaistaan rata, poistetaan häntä koneesta ja otetaan rulla pois kiinnirullaimesta. Mikäli häntä

halutaan jättää koneeseen seuraavalle ryhmälle valmiiksi vietyinä, pitää konetta pyörittää niin kauan, että kuivatusosat ovat jäähtyneet täysin ennen ajon pysäyttämistä.

20. Terä, pastakaukalo sekä sivelytela Irrotetaan koneesta ja pestään ne sekä koneen kaikki telat.
21. Päällystetty rulla vietään kosteushuoneeseen, se leikataan auki paperiveitsellä ja kaikki mittauspisteet kootaan omiin pinoihin, jotka niitataan reunasta kiinni. Niihin merkitään mittauspisteen numero, ajon päivämäärä ja ryhmän nimi. Kuvassa 14 on esimerkki rullasta kerätyistä arkeista.



KUVA 14. Päällystetyt arkit mittapisteittäin

10. LOPPUPÄÄTELMÄT

Työ onnistui kokeellisesti, kuin teoreettisesti. Kaikki koetulokset vastasivat jo tiedoissa olevia asioita. Pilot-päällystyskoneetta verrattaessa oikeaan paperin päällystyskoneeseen, suuri ero on koneen nopeuksissa, paperirainan leveydessä ja teräpaineessa. Pilot-päällystyskoneeseen kehitettäviä toimenpiteitä on taajuusmuuntimen muuttajan nappulan asentaminen ohjauspöytään (kuva 5), josta sitä on helppo käyttää. Taajuusmuunnin muuttaa koneen pyörivien telojen pyörimissuuntaa. Koska taajuusmuunnin on sijoitettu ohjauskaapin (kuva 6) sisälle, on ohjauskaapin avaamiseen ja taajuusmuuntimen suunnan muuttamiseen kutsuttava sähkömies, joka muuttaa telojen pyörimissuuntaa. Lisäksi koneessa olevaa kumista vetohihnaa pyörittävä laitteisto on asennettu heikosti kiinni pöytään. Tästä johtuen koneen metalliset suojat on avattava säännöllisin välein ja kiristettävä hihnoja, että ne eivät pääse löystymään ja kone pysyy toimintakelpoisena. Koneessa olevat ohjaustelat täytyy tarkistaa myös, että ne ovat suorassa ja paperiraina kulkee moitteettomasti.

Kokonaisuudessaan työn suorittaminen oli mielenkiintoinen prosessi. Työssä näki, mitä yhdellä ajoparametrin muutoksella on vaikutusta ajotapahtumaan sekä paperin optisiin ominaisuuksiin. Haastetta työhön toi rajallinen aika, mikä oli yksi suurin tekijä tässä työssä. Rajallisen ajan vuoksi laminointiin käytetyn Size Press lammikkoliimapuristimen toimintaa ei päästy kokeilemaan laisinkaan. Jatkotutkimuksia on syytä tehdä juuri Size Press lammikkoliimapuristimella, jotta nähtäisiin, kuinka koneen toiminta ja ajo-ominaisuudet muuttuisivat päällystysajosta laminointiajoon ja kuinka myös Size Press – yksikköä voitaisiin hyödyntää Tamkin PaTeKe-koulutusohjelmassa.

LÄHTEET

1. Häggblom-Ahnger Ulla, Komulainen Pekka, Kemiallinen metsäteollisuus II-Paperin ja kartongin valmistus Gummerus 2005, s. 184-203.
2. Kulmala, S. 2006. Päälystemääräsäädöt eri pigmenttipäälystemenetelmillä. Tampereen ammattikorkeakoulu. Paperitekniikan koulutusohjelma. Opinnäyte-työ.
3. Malkki, I. 2009. Off-line päälystyskoneen osat ja toiminta. Lappeenrannan tek-nillinen yliopisto. Kemiantekniikan osasto. Paperitekniikan laboratorio. Kandi-daatintyö ja seminaari.
4. Metso Paper. [online][viitattu 14.4.2011]. Saatavissa: ([https://www.tut.fi/pop/pap/suomi/paper_technology/9_reeling/3_reeling_param-eters/kehavoima_img.htm](https://www.tut.fi/pop/pap/suomi/paper_technology/9_reeling/3_reeling_parameters/kehavoima_img.htm))
5. Pinteco Oy. 2010. Roko Käyttöohjeita. Vantaa.
6. Pinteco Oy. 2011. Rotary Koater. Asennus ja käyttöohjeita. Vantaa.
7. VTT / Proledge Oy 2009. KnowPap Versio 11.0 (11/2009). [online][viitattu 4.4.2011]. Saatavissa: [fi-
le:///book/knowpap/suomi/knowpap_system/user_interfaces/tuotantoprosessit/
papvalm.htm](file:///book/knowpap/suomi/knowpap_system/user_interfaces/tuotantoprosessit/papvalm.htm).

LIITTEET

PASTA 1

LIITE 1

Pastareseptin laskemin		Nimi: Offset pasta		
lähtötiedot		resepti	kuivana, g	vettä, g
Määrä / g		3000,0		1350
Pastan KAP /%		55,0	1650	
Pigmentit (yht 100 osaa)	Tuotenimi	Osaa	KAP %	koko määrä, g
Kaoliini	Kapim	70,0	62,0	1749,2
Kalsiumkarbonaatti	hydrocarb 90 f	30,0	75,0	619,7
Talkki		0,0	1,0	0,0
Kipsi		0,0	1,0	0,0
Titaanidioksidi		0,0	1,0	0,0
Kalsinoitu kaoliini		0,0	1,0	0,0
Alumiinihydraatti		0,0	1,0	0,0
Saostettu kaoliini		0,0	1,0	0,0
Satiinin valkoinen		0,0	1,0	0,0
Natriumaluminiumsilikaatti		0,0	1,0	0,0
Muovipigmentti		0,0	1,0	0,0
Sideaineet (5-12osaa)		Osaa	KAP %	koko määrä, g
akrylaatti-lateksi		0,0	1,0	0,0
Styreeni-butadieeni	DC 966	5,0	50,0	154,9
Cmc (ei yli 1,0 osaa)	Finfix 10	1,0	98,0	15,8
Tärkkelys		0,0	1,0	0,0
Apuaineet (0-3osaa)		Osaa	KAP %	koko määrä, g
Dispergointiaine	Fennodispo A 48	0,50	40,0	19,4
Kovetin		0,00	1,0	0,0
Kalsiumstearaatti		0,00	1,0	0,0
Vaahdonesto		0,00	1,0	0,0
yhteensä		106,50		2559,03
Aineiden mukana vettä, g			909,03	
Lisävesi, g			440,97	
Viskositeetti	462 mPa			
Vesiretentio	27 g/m ²			

PASTA 2

LIITE 2

Pastareseptin laskemin		Nimi: Offset pasta			
lähtötiedot		resepti	kuivana, g	vettä, g	
Määrä / g		3000,0		1110	
Pastan KAP /%		63,0	1890		
Pigmentit (yht 100 osaa)		Tuotenimi	Osaa	KAP %	koko määrä, g
Kaoliini	Kapim	70,0	62,0	2003,6	
Kalsiumkarbonaatti	hydrocarb 90 f	30,0	75,0	709,9	
Talkki		0,0	1,0	0,0	
Kipsi		0,0	1,0	0,0	
Titaanidioksidi		0,0	1,0	0,0	
Kalsinoitu kaoliini		0,0	1,0	0,0	
Alumiinihydraatti		0,0	1,0	0,0	
Saostettu kaoliini		0,0	1,0	0,0	
Satiinin valkoinen		0,0	1,0	0,0	
Natriumaluminiumsilikaatti		0,0	1,0	0,0	
Muovipigmentti		0,0	1,0	0,0	
Sideaineet (5-12osaa)		Osaa	KAP %	koko määrä, g	
akrylaatti-lateksi		0,0	1,0	0,0	
Styreeni-butadieeni	DC 966	5,0	50,0	177,5	
Cmc (ei yli 1,0 osaa)	Finfix 10	1,0	98,0	18,1	
Tärkkelys		0,0	1,0	0,0	
Apuaineet (0-3osaa)		Osaa	KAP %	koko määrä, g	
Dispergointiaine	Fennodispo A 48	0,50	40,0	22,2	
Kovetin		0,00	1,0	0,0	
Kalsiumstearaatti		0,00	1,0	0,0	
Vaahdonesto		0,00	1,0	0,0	
yhteensä		106,50		2931,25	
Aineiden mukana vettä, g			1041,25		
Lisävesi, g			68,75		
Viskositeetti	1300 mPa				
Vesiretentio	32 g/m ²				

PASTA 3

LIITE 3

Pastareseptin laskeminer		Nimi: Pasta 3: syvÄpÄino			
lÄhtötiedot		resepti	kuivana, g	vettä, g	
MÄÄrÄ / g		7000,0		2730	
Pastan KAP /%		61,0	4270		
Pigmentit (yht 100 osaa)		Tuotenimi	Osa	KAP %	koko mÄÄrÄ, g
Kaoliini	Kapim	35,0	62,0	2284,8	
Kalsiumkarbonaatti		0,0	1,0	0,0	
Talkki	Talkki	60,0	60,0	4047,4	
Kipsi		0,0	1,0	0,0	
Titaanidioksidi		0,0	1,0	0,0	
Kalsinoitu kaoliini		5,0	98,0	206,5	
Alumiinihydraatti		0,0	1,0	0,0	
Saostettu kaoliini		0,0	1,0	0,0	
Satiinin valkoinen		0,0	1,0	0,0	
Natriumaluminiumsilikaatti		0,0	1,0	0,0	
Muovipigmentti		0,0	1,0	0,0	
Sideaineet (5-12osaa)		Osa	KAP %	koko mÄÄrÄ, g	
akrylaatti-lateksi		5,0	50,0	404,7	
Styreeni-butadieeni		0,0	1,0	0,0	
Cmc (ei yli 1,0 osaa)	Finfix 10	0,5	98,0	20,6	
TÄrkkelys		0,0	1,0	0,0	
Apuaineet (0-3osaa)		Osa	KAP %	koko mÄÄrÄ, g	
Dispergointiaine	Fennodispo A 48	0,00	1,0	0,0	
Kovetin		0,00	1,0	0,0	
Kalsiumstearaatti		0,00	1,0	0,0	
Vaahdonesto		0,00	1,0	0,0	
yhteensä		105,50		6964,10	
Aineiden mukana vettä, g			2694,10		
LisÄvesi, g			35,90		
Viskositeetti	330 mPa				
Vesiretentio	30 g/m ²				

1 Valmistelu

Viimeisiä ajoja. Testataan sivelytelan nopeuden muutosta verrattuna sen vakiona pitämiseen. Testataan myös teräkulman vaikutusta mittaamalla ensin minimi- ja maksimikulmat ja ajamalla niillä molemmilla samalla nopeudella. Myös telaraon vaikutus 500 mikra vs. 100 mikra voisi kokeilla.

2 Pasta ja paperi

Päälystypasta: offsetpasta 1

Pastan kuiva-ainepitoisuus on 55%, Brookfield-viskositeetti on 460 mPas ja lämpötila on 23 C°, vesiretentio on 30 g/m²

Pohjapaperi: Kauttualta 57 grammainen märkäluja etikettipaperi

3 Päälystysten säädöt

Aukirullauksen jarru: ei säädetä

Kiinnirullauksen paine: 2 bar

Sivelytelan ja vastatelan gappi: sekä vasen että oikea reuna ovat 250 µm

Infran kuivatustehon säätö: 1-2

Puhalluskuivatus I:n säätö: 90 C° astetta Päällä

Puhalluskuivatuksen II:n säätö: 90 C° astetta Päällä

Päälystysterän säätö: teräpaine 3 bar

Päälystyskoneen nopeus: vakionopeudella kolmosvaihteella, vajaa 10 m/min?

Kalanterin puristus (laminator): ei päällä ollenkaan

Sivelytelan nopeus vaihtelee.

(jatkuu)

4 Päällistyksessä tehtävät muutokset

Sivelytelan nopeutta muutetaan rainan nopeuteen verrattuna:

Alku: kone vaihde 3 noin 7,5 m/min, sivelytela 10,5 m/min

2. sivelytela: $1,3 = 13,3$ m/min

3. $1,6 = 16,1$ m/min

4. $1,9 = 18,9$ m/min

Teräkulman mahdolliset muutokset:

7. 55° Terä mahdollisimman kaukana telasta, laitetaan pelkkä paine päälle 3 bar

5. 66° Terä mahdollisimman lähellä telaa, ei painetta (ruuvin asento molemmissa 8150)

6. $67,5^\circ$ Terä mahdollisimman lähellä telaa, paine päällä 3 bar, ruuvin asento molemmissa 8150

Telaraon muutos: teräpaine 5 bar

8: 250 um

9. 100 um

10. 500 um

Tyhjä lappu: teräväli 400 um, päällistemäärä ehkä maksimi?

Teräpaineen tiputus vitosesta kolmoseen ja teräväli takaisin 250

11. Teräpaine 3 bar, väli 250 um

1. **Työn tai ajon suunnittelu**, mitä ajolta haetaan mitä muuttujia säädetään, pohjaperin ja pastan yhteensopivuus
2. Tehtävien jakaminen, koneen käyttäjä, päällystäjä, tapahtumien kirjaaja
3. Koneeseen tutustuminen, eri osien tarkastaminen ja sähkölaatikon katsominen
4. **Ajon valmistelu**
5. Pastan lämmitys ja mittaukset.
6. Rainan vienti koneen läpi
7. Laitteen käynnistäminen sähkökaapista, paineita päälle ym.
8. **Ajokoe, tarkastus**
9. Kokeilla pohjapaperilla ajoa, kulkeeko rata suorassa ja kestääkö kovemmalla nopeudella
10. **Päällystysajo**
11. Pasta kaukaloon, terän ja telaraon säätö alkuasetoihin
12. Kuivatus päälle, koneen käytävä tässä vaiheessa
13. Pastakaukalon nostaminen ja päällystyksen aloitus
14. Muutosten tekeminen koneen säätöihin ajosuunnitelman mukaan
15. Yleinen havainnointi koneen ympärillä, pastan lisäykset ja paperin kosteuden tarkastelu
16. **Ajon päättäminen**
17. Ajon päättäminen oikeassa järjestyksessä, kaukalo alas kuivatukset pois ym
18. Rullan poisto koneesta
19. **Koneen peseminen ja tulosten kasaaminen**
20. Koneen peseminen applikointitelat ym. ettei pasta pääse kuivumaan niille.
21. Rullan tappaminen ja arkkipinojen merkitseminen ja säilytys
22. Mittaukset ilmastoiduista arkeista

Käyttöohjeisiin tutustuminen ja näällvstvsaiön suunnittelu	Vähintään viisi muutosta ajoparametreihin, vaikutukset, koneeseen tutustuminen, työjako
Ajon valmistelu	Pastan lämmitys ja mittaukset, rainan vienti koneeseen, koneen osien tarkastukset
Ajokoe pohjapaperilla	Laitteen käynnistys sähkökaapista, paineet päälle, rullan pohjan ajaminen pohjapaperilla
Päällystysajo	Säädöt alkuasentoihin, pasta kaukaloon, pohja- paperi pyörimään ja kuivatukset päälle, pasta- kaukalon nosto ja päällystyksen aloitus, muu- tosten teko ajopöytäkirjan mukaan
Ajon päättäminen	Ajon päättäminen oikeassa järjestyksessä, rul- lan poisto koneesta
Koneen peseminen ja tulosten kokoaminen	Koneen peseminen, rullan tappaminen ja arkki- en yhteen nitominen, merkitseminen ja säilytys. Mittaukset arkeista.