Pilot-fleksopainoyksikön sisäänajo

Joni Kaihevaara

Henri Lautanen

Opinnäytetyö
Helmikuu 2014
Paperi-, tekstiili- ja kemiantekniikan koulutusohjelma
Paperitekniikan suuntautuminen

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Tampere University of Applied Sciences

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Paperi-, tekstiili- ja kemiantekniikan koulutusohjelma
Paperitekniikan suuntautuminen

KAIHEVAARA, JONI & LAUTANEN, HENRI:
Pilot-fleksopainoyksikön sisäänajo

Opinnäytetyö 55 sivua, joista liitteitä 6 sivua
Helmikuu 2014

Tämä opinnäytetyö on tehty Tampereen ammattikorkeakoulun paperilaboratoriolle. Työssä käytetyt paperit toimitti Kauttua ja Pyroll sekä painovärit saatiin DS Smith Packaging Finlandilta. Tarkoituksena oli sisäänajaa RK-pilotpäällystyskoneeseen fleksopainoyksikkö ja tehdä siihen asennusohjeet. Työn tavoitteena oli löytää kyseiselle yksikölle toimiva asennustyyli ja ajoparametrit painoprosessin onnistumiseksi. Opinnäytetyötä varten tehtiin paljon teoriatutkimusta fleksopainoprosessista sekä opeteltiin ajamaan RK-pilotpäällystyskonetta.

Työssä käsiteltiin lyhyesti fleksopainatuksen teoria sekä koe-ajoissa käytetyt materiaalit ja laitteistot. Opinnäytetyön käytännön osuudessa perehdytään pilot-fleksopainoyksikön sisäänajoon, joka pitää sisällään yksikön asennuksen, paperiradan viennin ja erilaisten säätöjen kokeilun. Pilot-fleksopainoyksiköistä löytyi taustatietoa vähän, minkä johdosta työn käytännön osuudessa etsittiin oikeanlaiset säädöt kokeilemalla.

Koe-ajoista saatiin hyödyllisiä tuloksia millaisilla ajoparametreillä pilot-fleksopainoyksikkö toimii ja kuinka se tulee asentaa. Painettujen näytteiden avulla saatiin selvitettyä kuinka anilox-telan linjatiheydet, painovärien viskositeetit ja painettavat paperit vaikuttavat painoprosessiin. Ajoparametrien vaikutusta olisi voinut tutkia laaja-alaisemmin, mikäli painotelan painolaatta ei olisi aiheuttanut painoprosessiin ongelmia.

Pilot-fleksopainoyksikön nykyisellä rakenteella voidaan tutkia anilox-telan linjatiheyksien, painovärien viskositeettien sekä painopaperien vaikutusta painojälkeen. Myös fleksopainoprosessin eri vaiheet pystytään havainnollistamaan. Painojäljen laadun tarkemmat tutkimukset ovat painolaatan rajoitteellisuuden takia haastavia. Kehittämällä Pilot-fleksopainoyksikköä, sillä pystytään tekemään monipuolisempia koe-ajoja. Yksikköön tulisi hankkia uusi painolaatta. Painolaatan rakenteen tulisi olla umpinainen, ettei painoprosessiin aiheutuisi ongelmia. Uuden painolaatan tulisi sisältää rasterikuvioita, tekstiä sekä kompaktipainatusta. Työn kokeellisia tuloksia ja havaintoja pystytään hyödyntämään jatkotutkimuksissa.

Asiasanat: fleksopaino, pilot-fleksopainoyksikkö, sisäänajo, painojälki

ABSTRACT

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

KAIHEVAARA, JONI & LAUTANEN, HENRI:
Preliminary Run of Pilot Flexographic Printing Unit

Bachelor's thesis 55 pages, appendices 6 pages
February 2014

This thesis was commissioned by the paper laboratory of Tampere University of Applied Sciences. Papers used in this work were provided by Pyroll Co and Kauttua Co, and printing colors were obtained from DS Smith Packaging Finland. The purpose of this thesis was to make a preliminary run for the flexographic printing unit of the RK pilot coating machine and to compose installation instructions. The main objective was to find proper installation and driving parameters for flexographic printing unit to succeed in printing process.

The theory of flexographic printing is discussed together with materials and machines used in trial runs. The experimental part deals with the preliminary run which consists of printing unit installation, sheet draw, and exploring different adjustments. There was little information available on the pilot flexographic printing unit therefore adjustments were done experimentally.

Trial runs gave an idea of what kind of driving parameters work on the printing unit and how it must be installed. Printed samples clarified the influence of route density, color viscosity and printable papers, to the print quality. Wider examination of driving parameters would have been possible had the printing plate not been inflicting problems to printing process.

The current structure of pilot the flexographic printing unit enables studies to be done on how print quality is affected by anilox roll's route density, printing color viscosity and paper grade. Observations about flexographic printing processes are also possible. Deficient printing plate creates a challenging environment for accurate print quality research. By improving printing plate more versatile trial runs could be conducted in the future. The printing plate should cover the whole impression roller and contain raster images, text and solid print. Further research benefits from the results and observations.

Key words: flexographic printing, pilot unit, preliminary run, print quality

SISÄLLYS

1 JOHDANTO ... 6
2 FLEKSOPAINO ... 7
2.1 Historia ... 7
2.2 Käyttöalueet ... 7
2.3 Periaate ... 7
2.4 Painolevyn valmistus ... 8
2.4.1 Levytyypin valinta ... 10
2.4.2 Valotus ... 10
2.4.3 Pesu, kuivaus ja karkaisu ... 10
2.4.4 Asemointi ... 11
2.4.5 CTP-tekniikka ... 11
2.5 Painoyksikkö ... 12
2.5.1 Nostotela ... 12
2.5.2 Raakeli ... 13
2.5.3 Anilox-tela ... 13
2.5.4 Painotela ... 15
2.6 Painovärit ... 15
2.6.1 Väriaine ... 16
2.6.2 Side-, liuotin- ja apuaineet ... 16
2.7 Painokoneet ... 17
2.7.1 Stack-koneet ... 17
2.7.2 Keskussylinterikoneet ... 18
2.7.3 Inline-koneet ... 18
2.8 Painatuksen laatu ... 19
2.8.1 Ongelmat ... 19
2.8.2 Edut ... 20
2.8.3 Paperin ominaisuuksien vaikutus painojälkeen ... 20
3 MATERIAALI JA LAITTEISTO ... 21
3.1 Paperi ja painoväri ... 21
3.2 RK-pilotkone ... 22
3.3 Pilot-fleksopainoyksikkö ... 23
4 PILOT-FLEKSOPAINOYKSIKÖN SISÄÄNAJO ... 25
4.1 Pilot-fleksopainoyksikön asennus ... 25
4.2 Radan vienti ... 27
4.3 Pyrollin säkkipaperi ... 28
4.4 Kauttuan etiketinpohjapaperi ... 33

5 TULOSTEN KÄSITTELY 35
5.1 Paperien vaikutus painojälkeen 35
5.2 Värien vaikutus painojälkeen 39
5.3 Ajoparametrien vaikutus painojälkeen 45
6 POHDINTA 47
LÄHTEET 49
LIITTEET 50
Liite 1. Fleksopainoyksikön asennusohjeet 50
Liite 2. Anilox-telan linjatiheyksien tekniset tiedot 54

1 JOHDANTO

Opinnäytetyö tehtiin Tampereen ammattikorkeakoulun paperitekniikanlaboratorioon. Paperitekniikanlaboratorioon oli tilattu pilot-fleksopainoyksikkö, joka haluttiin saada tutkimuskäyttöön. Käytetyt paperit toimitti Kauttua ja Pyroll sekä painovärit saatiin DS Smith Packaging Finlandilta. Työn tarkoituksena oli sisäänajaa pilot-fleksopainoyksikkö. Pilot-fleksopainoyksiköllä pystyttäisiin tutkimaan pienimittakaavassa erilaisten ajoparametrien, papereiden ja painovärien vaikutusta painoprosessiin.

Työn tavoitteena oli löytää pilot-fleksopainoyksikölle oikea asennustyyli sekä ajoparametrit painoprosessin onnistumiseksi. Koe-ajoissa käytettiin erilaisia ratakireyksiä, ajonopeuksia, telojen puristuksia sekä raakeliteräpaineita ja -kulmia. Lisäksi tavoitteena oli tehdä asennusohjeet Tampereen ammattikorkeakoulun paperitekniikan opiskelijoille tulevia koe-ajoja varten sekä miettiä mahdollisia parannusehdotuksia pilot-fleksopainoyksikölle ja painolaatalle.

Työn alussa esitellään fleksopainatuksen teoria, käytetyt painovärit, paperit sekä laitteistot. Tämän jälkeen perehdytään pilot-fleksopainoyksikön sisäänajoon, joka pitää sisällään yksikön asennuksen, paperiradan viennin ja erilaisten säätöjen kokeilun. Työn lopussa käsitellään saatuja tuloksia eri papereilla, väreillä ja ajoparametreillä sekä pohditaan mahdollisia parannettavia asioita.

2 FLEKSOPAINO

2.1 Historia

Fleksopainomenetelmän esiasteena toimi aniliinipaino, jota käytettiin 1800- luvulla yksinkertaiseen pussien merkintään. Aniliinipaino nimitys tuli käytettävistä aniliinipohjaisista väreistä. Painoaihe oli leimasimen kaltaisella kumilaatalla. Menetelmää alettiin 1950- luvulla kutsua fleksografiaksi, painoprosessin ja –koneiden parantuessa. Fleksopainon markkinaosuus painoteollisuudessa on kasvanut tasaisesti viimeisen 20 vuoden aikana. Samalla prosessit ovat kehittyneet entisestään. (Ristimäki, Spännäri, Viluksela, 2007, 76.)

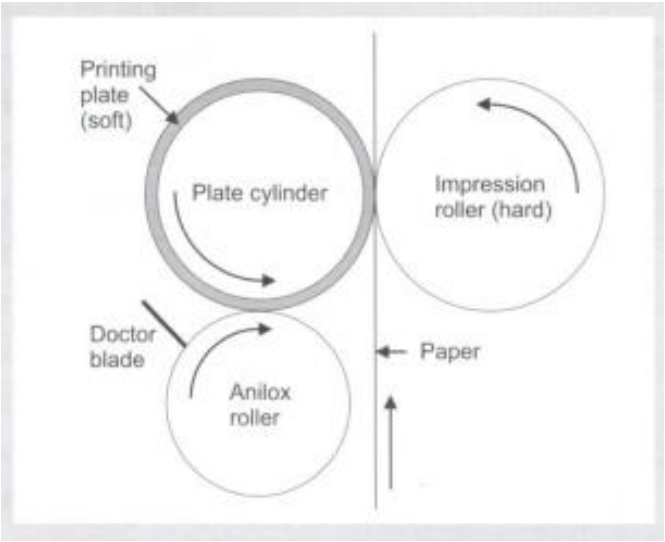
2.2 Käyttöalueet

Fleksopaino on suosittu painomenetelmä erityisesti pakkausteollisuudessa. Fleksopainon eduiksi voidaan laskea sen melko yksinkertainen värilaite ja joustavuuden mukanaan tuoma soveltuvuus erilaisten materiaalien painamiseen. Suurimmaksi osaksi käytettävät koneet ovat rotaatioita. Fleksolla voidaan painaa esimerkiksi paperille, kartongille, aaltopahville, muoville ja erilaisille laminaateille. Yleisimmin fleksopainoa käytetään aaltopahvin, nestepakkauskartongin, tarraetikettien, tapettien, pakkauspaperien sekä muovi- ja metallipakkausten painamiseen. Fleksopainolla voidaan painaa myös sanomalehteä. Painettava pinta voi olla karhea tai sileä, päällystetty tai päällystämätön. (Karhuketo, Seppälä, Törn, Viluksela, 2004, 117.)

2.3 Periaate

Fleksopainon periaate on melko yksinkertainen. Painoaihe on kuvassa 1 esitetyllä tavalla kohokuviona eli reliefinä joustavalla painolevyllä tai –laatalla. Matalaviskoottinen painoväri annostellaan kammiokaavarilla tai nostotelalla rasteri– eli anilox-telalle, jolta väri puolestaan siirretään painolevylle ja edelleen painettavalle materiaalille. Vain koholla olevat pinnat saavat väriä, ja tästä kuvio siirtyy painonipissä painotuotteeseen. Painonipissä vastatelana toimii yleensä kova metallitela.

Kohopainosta fleksopaino eroaa juoksevan värin ja yksinkertaisen värilaitteen ansiosta. (Karhuketo ym. 2004, 117.)



KUVA 1. Fleksopainon periaate (Hakola 2009, 42.)

2.4 Painolevyn valmistus

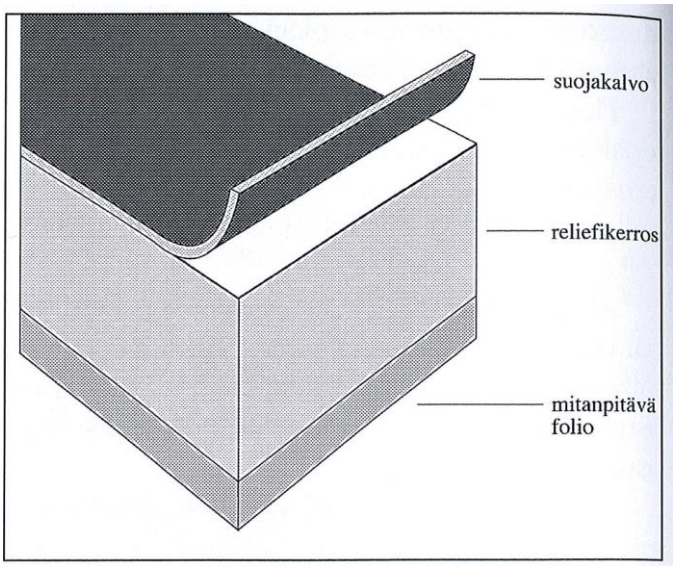
Fleksopainossa painolevyinä käytetään pääasiassa kumi– tai fotopolymeerilevyjä. Painopinta voidaan koota yhdestä tai useammasta painolevystä tai –laatasta. Kumilevyjä käytetään nykyään vähemmän fotopolymeerilevyjen yleistyttyä. (Karhuketo ym. 2004, 117.)

Levyn valmistuksessa on seuraavat vaiheet:

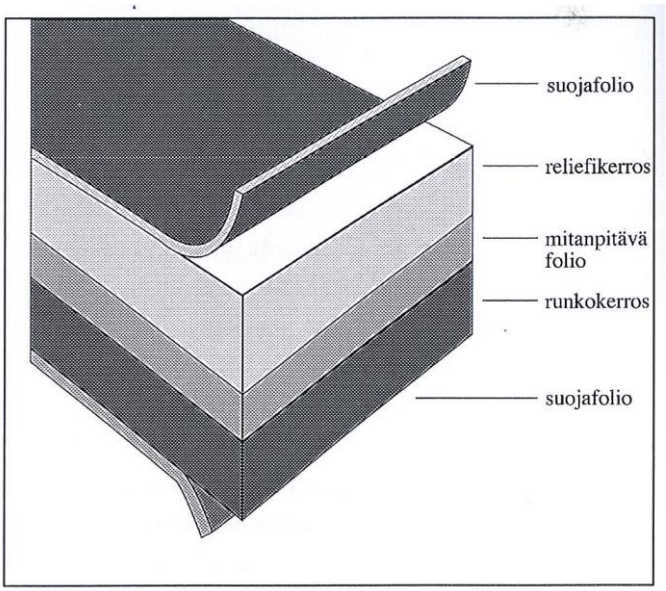
- Taustavalotus (yksikerroslevyt)
- Päävalotus
- Kehitys eli pesu
- Kuivaus
- Karkaisu ja jälkivalotus

Kumilevyjä valmistetaan vulkanoimalla, kun taas kumipäällysteisen telan valmistus suoritetaan suorakaiverrus laserilla. Fotopolymeerilevyjen valmistus sen sijaan hoidetaan UV-valon ja polymeroitumisen avulla. Yksikerroslevyn rakenne esitetään kuvassa 2. Yleistyvänä valmistustapana mainittakoon digitaalinen *computer to plate*

tekniikka, eli CTP-tekniikka. CTP-tekniikassa käytetään usein kuvassa 3 näkyvässä monikerros fotopolymeerilevyssä. (Karhuketo ym. 2004, 118.)



KUVA 2. Yksikerroslevyn rakenne (Karhuketo ym. 2004, 118.)



KUVA 3. Monikerroslevyn rakenne. (Karhuketo ym. 2004, 118.)

2.4.1 Levytyypin valinta

Fleksopainolevyjen valinta suoritetaan tuotetyypin, painettavan materiaalin ja halutun laatutason mukaan. Painolevyjen kovuus vaihtelee 30 - 60 Shoren välillä ja paksuus on 0,75 - 6 mm. Painolevyn alla on usein myös joustava alusta kovuudeltaan 10 - 20 Shorea. Painolevyn valintaan vaikuttaa osaltaan nippipuristus, haluttu värin siirto ja mahdollisten painovärien liuottimien kesto. Pehmeät painolevyt siirtävät enemmän väriä kuin kovemmat, ja päinvastoin. Mitä karheammalle alustalle painetaan, sitä pehmeämpi levy ja syvempi reliefi tarvitaan. Yhä useammin painolevyksi pyritään valitsemaan ohuempia levyjä. (Ristimäki ym. 2007, 77.)

Valintaan vaikuttaa tietysti myös haluttu painojäljen laatu. Ohuilla alle 3,2 mm paksuilla yksikerroslevyillä voidaan saavuttaa 60 linjaa/cm, linjatiheyksiä sävyalueella 2 - 95 prosenttia. Paksummilla yksikerroslevyillä linjatiheyden maksimina voidaan pitää 24 linjaa/cm, jolla saavutetaan 3 – 90 prosentin sävyalue. (Kipphan, 2001, 399.)

2.4.2 Valotus

Painolevyjen valotus tapahtuu hieman erilailla yksi- ja monikerroslevyissä. Yksikerroslevyissä ensiksi tehtävää taustavalotusta ei monikerroslevyissä tarvita lainkaan. Taustavalotuksella määritellään reliefisyvyys, valottamalla levyn alapuolta haluttu aika. Levy polymeroituu alapuolelta ja määrää näin syvyyden. Päävalotuksessa levy käännetään ja painopinnalle asetetaan filminegatiivi. Painoaihe valotetaan negatiivifilmin läpi UV-valolla laatalle ja valottuneet alueet kovettuvat muodostaen reliefin. Negatiivifilmin laatu tulee olla hyvä ja pienimmän pisteen halkaisija yli 0,1 mm. Haastavaa levynvalmistuksessa on saada toistettua sävyalue paino-olosuhteisiin ja materiaaleille sopivaksi. Oikea rasteritiheys ja rasterimuoto pisteen kasvun huomioinnin ohella on tärkeää. (Karhuketo ym. 2004, 118–119.)

2.4.3 Pesu, kuivaus ja karkaisu

Valotuksen jälkeen reliefin muoto ja syvyys saadaan esiin kehityksessä, eli pesussa. Valottumaton fotopolymeeri poistetaan harjojen ja pesunesteen avulla. Jotta saavutetaan

hyvä reliefisyvyys ja yksityiskohtien toisto, tulee pesuajan olla optimoitu yhdessä pesunesteen koostumuksen, lämpötilan ja mekaanisen harjauksen voiman kanssa. (Karhuketo ym. 2004, 119.)

Pesun jälkeen painolevystä poistetaan pesuneste kuivaamalla sitä noin 60 asteisella ilmalla. Samalla reliefi kiinteytyy. Liiallinen kuivaus kutistaa levyä, kun taas liian vähäinen jättää reliefin pehmeäksi. Levystä poistetaan pinnan tahmeus upottamalla se karkaisuliukseen. Huuhtelun ja kuivauksen jälkeen levyn pinta jälkivalotetaan, heikosti polymeroituneiden kohtien kovettumisen varmistamiseksi. (Karhuketo ym. 2004, 119.)

2.4.4 Asemointi

Valmiit painolaatat asemoidaan asemointikalvoon. Asemoinnissa otetaan huomioon painokoneen referenssilinja ajo- ja poikkisuunnassa, sekä mahdollinen laatan paksuuden mukanaan tuoma venymä. Jokainen väri asemoidaan esimerkiksi kaksipuoleisen teipin avulla omalle asemointikalvolleen. Laatan reunat tiivistetään siten, että laatan alle ei pääse vettä tai muuta nestettä. Asemointikalvo varustetaan konekohtaisilla kiinnitysjärjestelmillä. Valmiit laatat siirretään UV-valolta suojattuun varastoon, liiallisen kovettumisen estämiseksi. (Laakso & Rintamäki, 2003, 71.)

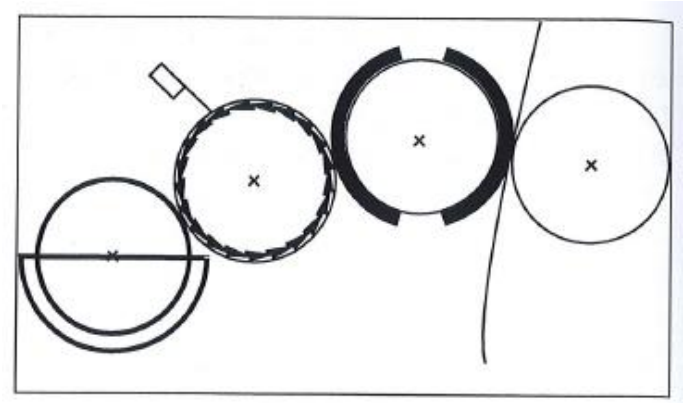
2.4.5 CTP-tekniikka

CTP-tekniikkalla, eli *computer to plate* –tekniikkalla tarkoitetaan digitaalisesta aineistosta tehtävää painolevyn tulostusta. Tulostus voidaan tehdä suoraan painolevyyn laserkaiverruksella, laservalotuksella filminegatiivin tapaan tai infrapuna-alueella toimivalla termolaserilla valottamalla. Laserkaiverruksessa ablaation avulla valottunut materiaali haihdutetaan ja kehitystä ei tarvita. Monikerrospainolevyyn voidaan tulostaa laserilla filminegatiivin kaltainen pinta, joka valotetaan UV-valolla ja prosessoidaan perinteisen levyn tavoin. Infrapuna-alueella toimivalla termolaserilla valotetaan vastaavan herkkyyden omaavaa fotopolymeerilevyä, jolloin valottuneet osat polymeroituvat ja levy voidaan tämän jälkeen kehittää. (Karhuketo ym. 2004, 119.)

Digitaalisen levynvalmistuksen avulla saavutetaan parempi painatuksen laatu, suurempi kustannustehokkuus sekä hyvä kohdistustarkkuus. Digitaalinen laattalevy sisältää mustan laserkerroksen, suojakalvon sekä runko- ja reliefkerroksen. Menetelmällä on myös mahdollista saada suuria rasteritiheyksiä, jopa 120 linjaa/cm. (Laakso & Rintamäki, 2003, 71.)

2.5 Painoyksikkö

Painoyksiköksi kutsutaan kuvassa 4 esitettyä painolaitetta, jossa on värilaite, painotela sekä painonippi. Tyypillisesti painoyksikössä on useita painolaitteita. Värilaite siirtää juoksevaa väriä painolevylle. Painolaitteella päästään erinomaiseen värinsyötön tasaisuuteen, värimäärän säädettävyyteen sekä säätöjen vaikutusnopeuteen. (Ristimäki ym. 2007, 79.)



KUVA 4. Painoyksikön rakenne (Karhuketo ym. 2004, 121.)

2.5.1 Nostotela

Nosto- eli allastela on terästela, joka on päällystetty synteettisellä- tai luonnonkumiseoksella. Nostotela siirtää painovärin värialtaasta anilox-telalle. Allastelan kovuus tulee olla 50 - 90 Shorea ja päällysteen paksuus 10 - 15 mm. Telan pehmeys määrittää värinsiirron määrän. Mitä pehmeämpi tela, sitä enemmän väriä siirtyy. Kovemmat eli vähemmän väriä siirtävät allastelat soveltuvat tiheämpi rasterisille anilox-teloille, joissa värimäärät ja kuppien tilavuudet ovat pienempiä.

Anilox-telan pyörimisnopeus tulee olla suurempi kuin nostotelan. Pyörimisnopeutta säätämällä saadaan hiertoa ja nipissä olevan painovärin määrän suhde sopivaksi. (Ristimäki ym. 2007, 83.)

2.5.2 Raakeli

Raakelin tehtävänä on pitää painotelalle siirtyvä värimäärä tasaisena painonopeudesta riippumatta. Tähän päästään poistamalla terän avulla ylimääräinen värimäärä anilox-telan pinnalta. Raakeleita valmistetaan tyypillisesti metallista, lasikuidusta ja muovista. Raakelikulma voi olla negatiivinen tai positiviinen. Raakeliterän paksuus on 0,1 mm – 0.2 mm ja leveys vaihtelee 2 – 5 cm välillä. Suurilla ajonopeuksilla raakelin alta pääsee väriä kuppien välisille kannaksille ja oikeisiin värinsiirto määriin ei päästä. Hiljaisilla nopeuksilla värimäärä pysyy hallinnassa positiivisillakin raakelikulmilla ajettaessa. (Karhuketo ym. 2004, 123.)

Negatiivinen raakelointi on yleistynyt painokoneiden nopeuksien kasvaessa. Haittapuolena negatiivisella raakelikulmalla on anilox-telan ja raakeliterän kuluminen. Raakelointitulokseen vaikuttavat mm. seuraavat muuttujat:

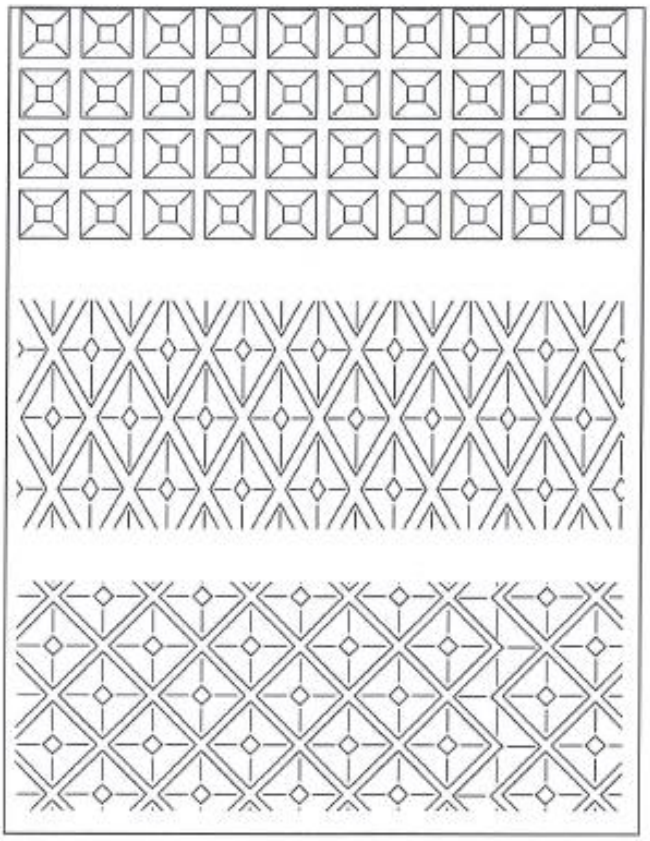
- raakelointikulma ja raakelointipaine
- raakelipalkin puristuksien tasaisuus
- raakeliterän kiinnitys ja suoruus
- painamisnopeus
- painovärin viskositeetti
- anilox-telan mittapoikkeamat, tasapaino ja taipumiset. (Ristimäki ym. 2007, 83.)

2.5.3 Anilox-tela

Anilox- eli rasteritela takaa oikean painovärimäärän siirtymisen painettavalle materiaalille. Rasteritelan pinta on varustettu pienillä rasterikupeilla, joiden lukumäärää senttimetriä kohden kutsutaan rasteritiheydeksi. Rasteritiheydet vaihtelevat 40 – 160 l/cm:n välillä. Värinsiirtotilavuus eli rasterikuppitilavuus valitaan sen mukaan, miten

paljon väriä halutaan siirtää painettavalle materiaalille. Aikaisemmin käytettiin 45° rasteritelan kaiverruskulmaa eli poikkeamaa koneen ajosuunnasta. Nykyisin on kuitenkin yleistymässä 60° kulma uudemmissa koneissa. (Laakso & Rintamäki, 2003, 67.)

Anilox-tela valmistetaan teräksestä, messingistä, kuparista tai keraamisista aineista. Metallitelat kromipäällystetään kestävyyden parantamiseksi. Keraamiset telat ovat kalleimpia, mutta ne kestävät noin 5 - 10 kertaa kauemmin kuin kromatut telat. Rasterikupit kaiverretaan mekaanisesti ja niiden muodot ovat pyramidi, katkaistu pyramidi, ruuvirasteri, kalotti, kanavarasteri sekä pyöreä laserrasteri. Erilaisia rasterirakenteita on esitetty kuvassa 5. Rasterikuppien muoto määräytyy menetelmän mukaan. Laserkaiverruksella saavutetaan hyvä kaiverrustarkkuus ja tästä johtuen tasaisempi värinsiirto sekä parempi painojälki. (Karhuketo ym. 2004, 121.)



KUVA 5. Erilaisia rasterirakenteita (Karhuketo ym. 2004, 122.)

2.5.4 Painotela

Laattatela eli painotela on yleensä teräksestä valmistettu tela. Telassa on kiinteä tai irroitettava akseli. Suuret telat valmistetaan alumiinista. Nykyään käytetään enimmäkseen kiinteitä akseleita, koska niillä päästään parempiin pyörimistarkkuuksiin. Pyörimistarkkuuksien tulee olla tarkassa ja nopeassa painotuotteessa alle 0,05 mm. Painolaattojen asemointi telan pinnoille suoritetaan mekaanisten tai optisten apulaitteiden avulla. Teloihin on yleensä merkattu poikittais- tai pitkittäisviivat asemoinnin helpottamiseksi. Laatat kiinnitetään kaksipuolisten teippien avulla. (Ristimäki ym. 2007, 84.)

Laattatelojen tilalla voidaan käyttää myös lasikuidusta tai nikkelistä valmistettuja holkkimaisia hylsyjä. Painolevyt kiinnitetään hylsyjen pinnalle ja ne voidaan käytön jälkeen varastoida odottamaan seuraavia samanlaisia ajoja. Hylsyjen kiinnitys tapahtuu syöttämällä sylinterin akseliin paineilmaa, joka paisuttaa laajenevat kiinnityspinnat. Hylsyn irroittaminen telasta tapahtuu paineilman poistamisella, joka supistaa kiinnityselementit. (Karhuketo ym. 2004, 124.)

2.6 Painovärit

Painovärin on luotava riittävä kontrasti ja värillisyys painoalustalle, painetun ja painamattoman pinnan väliin. Värin tulee tarttua alustaan ja kestää mekaanista rasitusta. Ympäristölle ja terveydelle haitalliset aineet ovat kiellettyjä. (Kopra, 2006, 26.)

Fleksopainovärit ovat alkoholi- tai vesiohenteisia. Myös asetaatti- tai ketonipohjaisia värejä käytetään. Värien täytyy olla ohuita ja juoksevia, sekä haihtua että imeytyä nopeasti. Fleksopainovärin rakenne koostuu väri-, side-, liuotin- ja lisäaineista. Painovärit hankitaan väritehtailta halutun sävyisinä tai valmistetaan itse värikeittiön ohjelmoidussa sekoituslaitteessa. (Laakso & Rintamäki, 2003, 72.)

2.6.1 Väriaine

Väriaineet antavat värisävyn painotuotteelle ja ne jaotellaan pigmentteihin sekä liukeneviin väriaineisiin. Pigmentit valmistetaan synteettisesti. Halutun sävyn voimakkuus määrittää pigmenttien määrän. Väriaineet sisältävät väriä antavia ryhmiä eli klomoforeja, jotka ovat toisiinsa kemiallisesti sitoutuneita. (Laakso & Rintamäki, 2003, 72.)

Painetun pinnan kiilto ja valonkestoarvot perustuvat pigmentin valintaan. Painovärin käyttäytymiseen vaikutetaan pigmentin kemiallisilla- ja fyysisillä ominaisuuksilla. Pigmentit vaikuttavat myös eri ajonopeuksilla syntyvien sävyalueiden laajuuksiin ja eri rasteriteloilla päästäviin minimidensiteetteihin. (Kopra, 2006, 26.)

2.6.2 Side-, liuotin- ja apuaineet

Sideaineista syntyy värin pinnalle kirkas kalvo, joka ei vaikuta värisävyyn. Sideaineina käytetään synteettisiä hartseja. Sideaineet parantavat värin kiilto- ja kestävyysarvoja sekä sitovat pigmentit kiinni alustaansa. Värin kuivumiseen pystytään vaikuttamaan hyvin voimakkaasti sideaineilla. (Laakso & Rintamäki, 2003, 72.)

Liuotinaineita käytetään parantamaan värin tasoittumista, estämään vaahtoamista sekä vaikuttamaan värin viskositeettiin ja kuivumiseen. Vesiohenteisissa liuotinaineissa on noin 50 % vettä. Väriaine sisältää noin 5 - 12 % liuotinta. Kuivumisen parantamiseen käytetään etanolia ja isopropanolia. Viskositeetin nostamiseen käytetään pääasiassa propyleeniglykolia. (Laakso & Rintamäki, 2003, 72.)

Apuaineisiin kuuluvat pehmittimet, vahat, emäkset, liukastus- sekä vaahdonestoaineet. Pehmittimet antavat joustavuutta sideaineille sekä kasvattavat kiinnipysyvyyttä tietyillä painomateriaaleilla. Vahat ja liukastusaineet nostavat hankaus- sekä naarmutuskestoa. Niillä pystytään myös alentamaan kitkaa painopinnassa. Painoväri sisältää 1 - 5 % apuaineita. Emäksillä saadaan värille haluttu pH. (Laakso & Rintamäki, 2003, 72.)

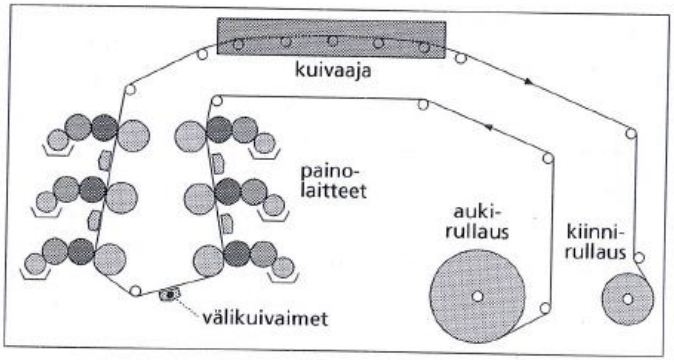
2.7 Painokoneet

Fleksopainossa käytetään rainalle ja arkille painavia koneita. Papereiden, muovikalvojen ja kartonkien esipainamiseen käytetään rainakoneita. Aaltopahvin suorapainamiseen käytetään arkille painavia koneita. Rainalle painavia koneita on kolmea eri tyyppiä: Stack-koneet, keskussylinterikoneet ja in-line koneet. Fleksopainokoneeseen kuuluu esisyöttölaite, syöttöyksikkö, painoyksiköt ja lavaaja. Painokone valitaan tuotteen tyypin, värillisyyden, koon ja laatuvaatimuksien mukaan. (Laakso & Rintamäki, 2003, 72.)

Painokoneiden leveydet vaihtelevat 200 - 1500 mm välillä. Yleisimmissä fleksopainokoneissa on kahdeksan painoyksikköä. Peittävän valkoista väriä käytetään läpikuultaville ja metallipintaisille materiaaleille. Muuten väreinä toimivat perus nelivärisarja sekä tuotteelle ominaiset lisävärit. (Karhuketo ym. 2004, 125.)

2.7.1 Stack-koneet

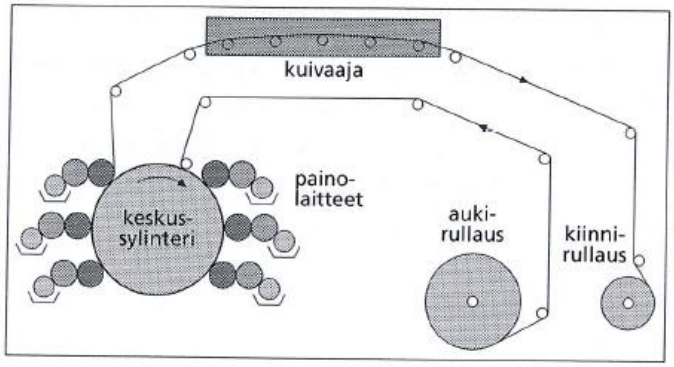
Tornityyppisissä eli stack-koneissa on kahdessa rivissä kahdesta kahdeksaan painolaitetta päällekkäin. Kuvassa 6 esitetään stack-koneen rakenne. Stack-koneet soveltuvat yksinkertaisiin ja suuriin töihin lähes kaikille materiaaleille. Paras tarkkuus saavutetaan paksuilla kartongeilla ja papereilla. Ohuilla kalvoilla ei yleensä saavuteta riittävää kohdistuksen tarkkuutta. Stack-koneisissa on nopeat ja helpot työnvaihdot sekä säädöt ja pesut. (Viluksela, Ristimäki, Spännäri, 2007, 85.)



KUVA 6. Stack-kone (Karhuketo ym. 2004, 125.)

2.7.2 Keskussylinterikoneet

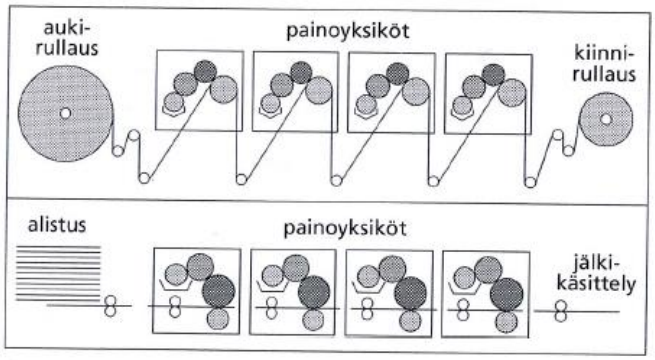
Satelliitti- eli keskussylinterikoneissa on ryhmitelty kuudesta kahdeksaan painolaitetta keskussylinterin ympärille. Kuvassa 7 esitetään keskussylinterikoneen rakenne. Keskussylinterikoneilla päästään suuriin kohdistuksien tarkkuuksiin venyvillä ja ohuillakin materiaaleilla. Konetyypin tarkkuus perustuu painettavan materiaalin kontaktiin keskussylinterin kanssa osavärien painamisen ajan. (Karhuketo ym. 2004, 125–126.)



KUVA 7. Keskussylinterikone (Karhuketo ym. 2004, 126.)

2.7.3 Inline-koneet

Inline-koneissa painolaitteet ovat vierekkäin omina yksikköinään. Konerakenteet voivat olla hyvin joustavia, kevyitä ja leveitä. Inline-koneita on sekä arkki- että rullatyyppisiä. Arkkikoneita käytetään jäykkien materiaalien, kuten aaltopahvin painamiseen. Rullakoneilla tehdään yleisimmin laminaatti, kartonki ja tarrapainatusta. Konetyyppiin on yhdistetty tavanomaisesti jälkikäsittely- ja jalostustoiminnot, jotka pitävät sisällään arkkien leikkauksen, nuuttauksen, preeglaamisen ja stanssauksen. Kuvassa 8 on esitetty inline-koneen rakenne. (Ristimäki, Spännäri, Viluksela, 2007, 85.)



KUVA 8. Inline-koneet (Karhuketo ym. 2004, 126.)

2.8 Painatuksen laatu

Fleksopainaksen painolaatu jaetaan mitattavaan ja visuaaliseen laatuun. Painojälkeä voi mitata densitometrillä, spektrofotometrillä ja tarkkailuliuskoilla. Densitometrin avulla pystytään mittaamaan painojäljen densiteettiä eli tummuutta sekä pisteen kasvua. Spektrofotometri mittaa valon aallonpituusalueen, mistä väriarvo lasketaan. Mittaustulos ilmoitetaan Lab-arvoina, jotka vastaavat silmämääräisiä arvoja. Lab-arvot kertovat värin puhtauden, vaaleuden ja sävyn. Spektrofotometrillä tarkkaillaan värin sävyä.

Painojäljen visuaalinen tarkastelu tehdään silmämääräisesti. Visuaalisessa tarkastelussa täytyy olla malli, johon painojälkeä verrataan. (Laakso & Rintamäki, 2003, 77.)

2.8.1 Ongelmat

Fleksopainatuksen ongelmat liittyvät nippipuristuksen ja pehmeän painotelan yhteisvaikutukseen. Liian kovilla puristuksilla syntyy tumma raja painoaiheen reunalle sekä vaalea raja rasteripisteiden, kirjainten ja linjojen reunoille. Liian heikoilla puristuksilla etenkään vaaleat sävyt eivät painu kunnolla. Pienet painoaiheet voivat hävitä painolevyn valmistuksessa. Painovärin viskositeetti aiheuttaa myös ongelmia. Liian korkea viskositeetti heikentää värinsiirtoa. Liian alhainen viskositeetti taas aiheuttaa liian suuren värimäärän siirtymisen, joka aiheuttaa pisteen kasvua. (Ristimäki ym. 2007, 87.)

Painettavan materiaalin ja värin pintajännityksen eroista aiheutuu kraaterin muodostusta. Kraaterin muodostus tarkoittaa tilannetta, jolloin väri ei asetu materiaalin pinnalle tasaisesti. Moire eli läikekuvio taas aiheutuu virheellisestä rasterisäännöllisyydestä. Moire-ilmiöön voi vaikuttaa sopivilla rasterikulmilla ja tiheyksillä. Myös kirputtumista on havaittavissa värin kuivuessa painolaatoille. Kirputtaminen voi johtua myös pölyämisestä. (Laakso & Rintamäki, 2003, 78.)

2.8.2 Edut

Fleksopainatuksella on etuja muihin painomenetelmiin verrattuina. Painolaitteen kuntoonlaitto on helppoa ja nopeaa. Painomenetelmällä pystyy painamaan useita erilaisia materiaaleja, sekä jatkuvia ja katkeamattomia painoaiheita. Painovärit eivät kuluta paljoa energiaa ja ne kuivuvat nopeasti haihtumalla. Vesiohenteisten värien käyttö on lisääntynyt ympäristö- ja terveyssyistä. Fleksopainatuksen painolevyjen valmistus on halvempaa kuin syväpainosylinterien. Painopituuden muutos on helppo toteuttaa. (Karhuketo ym. 2004, 127.

2.8.3 Paperin ominaisuuksien vaikutus painojälkeen

Fleksopainomenetelmä määrittää paperille useita vaatimuksia. Näihin kuuluvat toiminnalliset, prosessi- ja tuotetekniset vaatimukset. Paperin toiminnallisia ja prosessiteknisiä vaatimuksia ovat mm. paperin riittävä pölyämättömyys, lujuusominaisuudet, tasainen painoväriabsorptio ja väristä riippuen sopiva pinnan huokoisuus. Tuoteteknisiin vaatimuksiin kuuluu esimerkiksi painojäljen tasaisuus, jonka seurauksena saadaan luonnollisia ja teräviä kuvia. Elintarvikepakkaukset vaativat paperilta, kartongilta ja painoväriltä elintarvikekelpoisuutta. (VTT, 2013)

3 MATERIAALI JA LAITTEISTO

3.1 Paperi ja painoväri

Yksikön sisäänajossa käytettiin Pyrollilta saatua säkkipaperia ja Kauttuan etiketinpohjapaperia. Ennakkoon valittiin laitteelle soveltuvimmat paperit paperilaboratorion valikoimasta. Aikaisemmin paperi-insinööri Antti Saurion (2013) Tampereen ammattikorkeakoululle tekemässä opinnäytetyössä oli havaittu, ettei suuri neliömassainen kartonki kulje koneessa hyvin. Tästä johtuen tässä työssä ei tutkittu kartongin toimivuutta Pilot-fleksopainoyksikössä. Papereille tehtiin neliömassa, sileys ja paksuus mittaukset sekä laskettiin tiheys. Näitä arvoja käsitellään työn kohdassa 5.1.

Aikaisemmassa tutkimuksessa oli kokeiltu Sun Chemicalsin toimittamaa mustaa fleksо- ja syväpainoväriä. Väri ei käyttäytynyt halutulla tavalla fleksopainoyksiköllä. Mustalla syvä- ja fleksopainovärillä ei saatu linjatiheyksien eroja näkyviin paperirainalle. Yksikön sisäänajoon saatiin uudet vesiliukoiset värit DS Smith Packaging Finlandilta. DS Smithille värit on toimittanut Flint Group Finland Oy. Painovärit on suunniteltu aaltopahvin kompaktipainatukseen. Värit on sekoitettu DS Smithin värikeittiössä eri komponenteista. Komponenteista on tehty punertava ja sinertävä väri. Värejä testattiin eri viskositeetilla. Värien viskositeetti arvot vaihtelivat toisistaan hyvin paljon. Viskositeettia muutettiin laimentamalla värejä vedellä.

Painoväreistä saatiin ainoastaan tiedot, mistä komponenteista värit on sekoitettu. Tarkempaa tietoa värien eri komponenttien sisällöistä ei saatu. Taulukossa 1 esitetään punertavan P 1935 värin komponentit ja osamäärät prosentteina. P 1935 värin viskositeetiksi mitattiin 70 mPas.

TAULUKKO 1. Punertavan P 1935 värin komponentit

Komponentit	Osa/%
Premo X	65,92
PR 57 Rubiinin punainen	22,44
PR 2 Lämmin punainen	11,28
PC 7 Musta	0,36

P 301 värin viskositeetiksi mitattiin 382 mPas. Taulukossa 2 esitetään sinertävän P 301 värin komponentit ja osamäärät prosentteina.

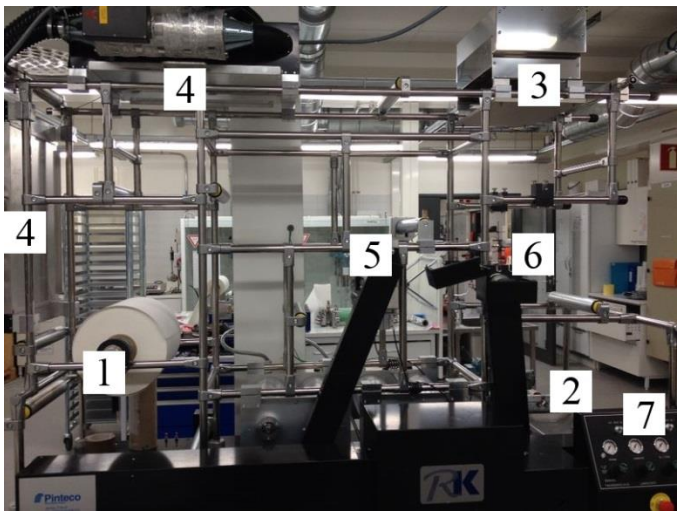
TAULUKKO 2. Sinertävän P 301 värin komponentit

Komponentit	Osa/%
Premo screen	23,30
PB 79 Turkoosi	57,20
PB 61 Reflex	6,50
PW 6 Valkoinen	13,00

3.2 RK-pilotkone

RK-pilotkone on Tampereen ammattikorkeakoululle päällystykseen hankittu pienimittakaavainen päällystyskone. Sen avulla on mahdollista tutkia pienmittakaavassa ajoparametrien ja sovellusten vaikutusta paperin tai kartongin ajettavuuteen, päällystykseen, painettavuuteen ja laminointiin. Laitteen on toimittanut Pinteco Oy ja sen on valmistanut englantilainen RK Print Coat Instruments Ltd. Pilotkoneeseen on mahdollista liittää lisälaitteita ja yksiköitä, sekä muokata radan vientiä tarpeiden mukaan. Laitteella on yksityiskohtaiset käyttöohjeet.

RK-pilotkoneessa on lisälaitteina infrapunakuivaimet, ilmakuivaimet sekä telakuivaimet. Ilman ja telojen lämpötilaa voidaan säätää portaattomasti. Suositeltu paperi– tai kartonkirullan hylsyn sisämitta on 76 mm ja rainan maksimileveys on 305 mm. (RK Print Coat Instruments Ltd, 2005, 10.) Kuvassa 9 esitetään RK-pilotkone lisälaitteineen.



KUVA 9. RK-pilotkone

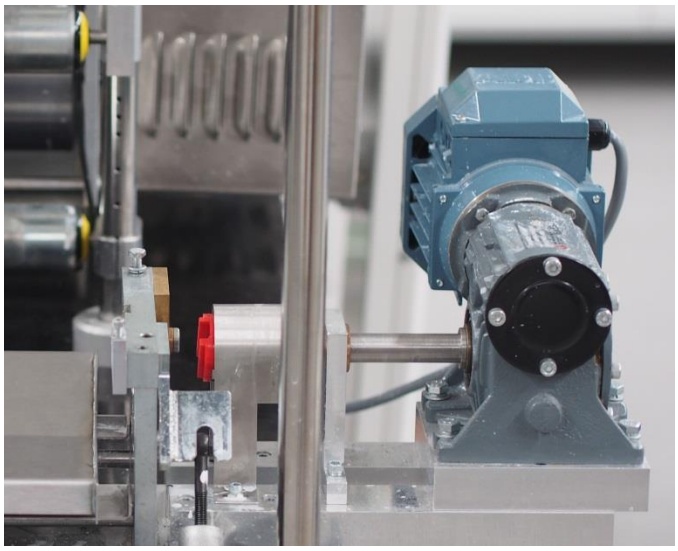
RK-pilotkoneen osat:

1. Aukirullaus
2. Yksikön asennuspaikka
3. Infrapunakuivaimet
4. Ilmapuhallinkuivaimet
5. Laminaattori
6. Kiinnirullaus
7. Ohjaustaulu

3.3 Pilot-fleksopainoyksikkö

Pilot-fleksopainoyksikön Tampereen ammattikorkeakoululle on toimittanut Pinteco Oy. Laitteen on valmistanut RK Print Coat Instruments Ltd. Fleksopainoyksikköön kuuluu raakeliterä, anilox-tela, painotela ja vastatela. Anilox-tela on jaettu kahteen eri linjatiheyteen eli kuppitiheyteen. Tämä mahdollistaa linjatiheyden muuttumisen vaikutuksen tarkastelun painojäljessä. Linjatiheydeksi on ilmoitettu liitteessä 2 olevassa laitevalmistajan dokumentissa 100 ja 200 l/cm sekä kuppikulmaksi 60°.

Laitetoimittaja on kiinnittänyt painotelaan kompaktilaatan. Laatan Shore-kovuus on 60. (Parikka, T. 8.5.2013.). Painotelan leveydeksi mitattiin 30 cm ja painolaatan painoalueeksi 26 cm. Yksikön pyörimisnopeutta ja -suuntaa säätelee RK-pilotkoneen kuvassa 10 esitetty apumoottori. Apumoottorin avulla pyörimisnopeus siirtyy Anilox-telalle ja puristusten kautta koko yksikölle.

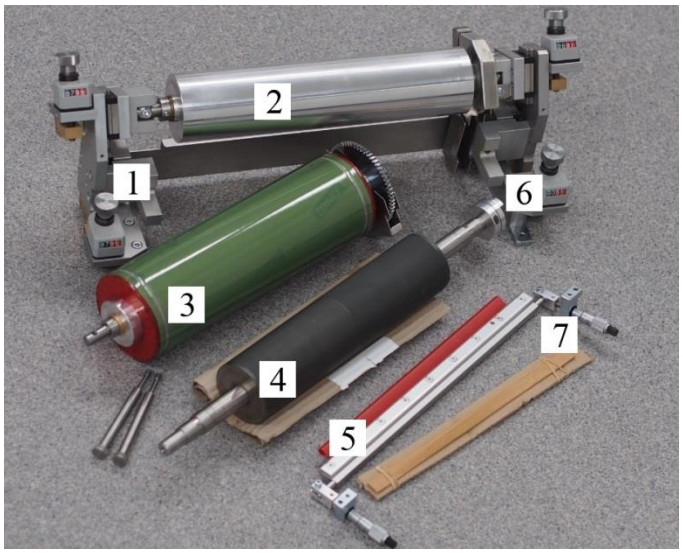


KUVA 10. RK-pilotkoneen apumoottori

4 PILOT-FLEKSOPAINOYKSIKÖN SISÄÄNAJO

4.1 Pilot-fleksopainoyksikön asennus

Työn tarkoituksena oli saada fleksopainoyksikkö toimimaan, löytää siihen sopivat ajoparametrit ja tehdä asennusohjeet. Ennen yksikön asennusta opeteltiin RK-pilotkoneen käyttöohjeet. Ilman pilotkoneen ajoparametrien hallintaa, painoyksikön käyttäminen on mahdotonta. Kuvassa 11 esitetään Pilot-fleksopainoyksikön osat ennen asennusta.

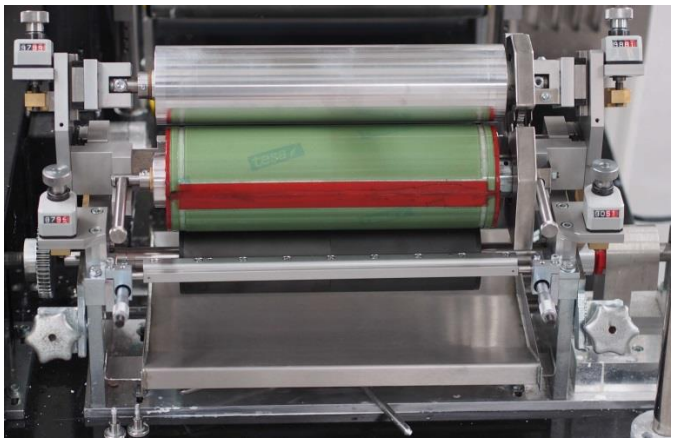


KUVA 11. Pilot-fleksopainoyksikön osat

Pilot-fleksopainoyksikön osat:

1. Painoyksikön runko
2. Vastatela
3. Painotela
4. Anilox-tela
5. Raakeliterä
6. Puristuksien säätö
7. Raakeliterän säätö

Laitetoimittaja ei toimittanut yksikön mukana minkäänlaisia ohjeita. Työn aloittaminen oli tästä syystä hyvin haastavaa, koska yksikön oikeanlainen asennustapa tuli kokeilemalla löytää. Aluksi yksikkö asennettiin väärinpäin, minkä seurauksena Aniloxtelaa ei saatu liitettyä RK-pilotkoneen apumoottoriin. Laboratoriomestari Tiina Kolari-Vuorio oli suurena apuna kuvassa 12 esitettävän oikean asennustavan löytämisessä. Yksityiskohtaiset asennusohjeet löytyvät liitteestä.



KUVA 12. RK-pilotkoneeseen asennettu fleksopainoyksikkö

Yksikön oikean asennuksen jälkeen ilmeni, että rasteritela pyöri väärään suuntaan. Tämän seurauksena painotela pyöri vastakkaiseen suuntaan kuin paperiraina. Oikean pyörimissuunnan aikaansaamiseksi sähkömies asensi taajuusmuuttajan sähkökaappiin. Taajuusmuuttajan avulla pystyttiin säätämään pilotkoneen pyörimissuuntaa. Kuvassa 13 esitetään kytkin, jolla pyörimissuuntaa muutettiin. Yksikön asennuksessa tulee ottaa huomioon osien valmistusmateriaali. Osat ovat valmistettu alumiinistä, jonka seurauksena ne eivät kestä suuria vääntömomentteja. Raakelipalkin kiristykseen on kiinnitettävä erityisen paljon huomiota.

KUVA 13. Sähkökaappiin asennettu pyörimissuunnan kytkin

4.2 Radan vienti

Radan viennissä on useita eri tapoja. Oikean radanviennin löytämiseksi tulee ottaa huomioon paperin jäykkyys. Työn alussa kokeiltiin myös suuri neliömassaista kartonkia. Pian kuitenkin todettiin, että sillä ei saavuteta oikeanlaista ratakireyttä. Kartonki liikkui poikkisuuntaisesti ja meni kuprulle painonipin jälkeen. Tästä syystä koeajot tehtiin vain paperilajeilla. Ennen radan vientiä on huomioitava aukirullaukseen laitettavan rullan oikeanpuoleisuus sekä auki- ja kiinnirullauksen linjakkuus. Painonipissä painatus tapahtuu rainan alapuolelle.

Ensimmäisessä paperiradan viennissä huomattiin, ettei rata pysy paikoillaan, vaikka aukirullaus oli keskitetty linjaan kiinnirullauksen kanssa. Rata liikkui poikittain ja näin ollen paperi rypistyi painolaitteen reunasta. Ongelma poistettiin lisäämällä aputela aukirullauksen ja painonipin väliin. Aputela lyhensi paperin ilman tukemista kulkemaa matkaa.

RK-pilotkoneen rakenteesta johtuen paperiraina kulkee ylöspäin painonipin jälkeen. Tästä johtuen paperiraina vietiin suoraan painonipistä infrapunakuivaimille. Infrapunakuivaimien jälkeen raina kulkee ilmakuivaimien ja aputelojen kautta laminaattoriin. Kuivatuksessa käytettiin kahta infrapuna- ja ilmakuivainta. Laminointinippiä ei tarvinnut kuitenkaan käyttää, mutta telan avulla tuettiin rataa ennen

kiinnirullausta. Kuvassa 14 esitetään Pyrollin säkkipaperille hyväksi havaittu radanvienti.

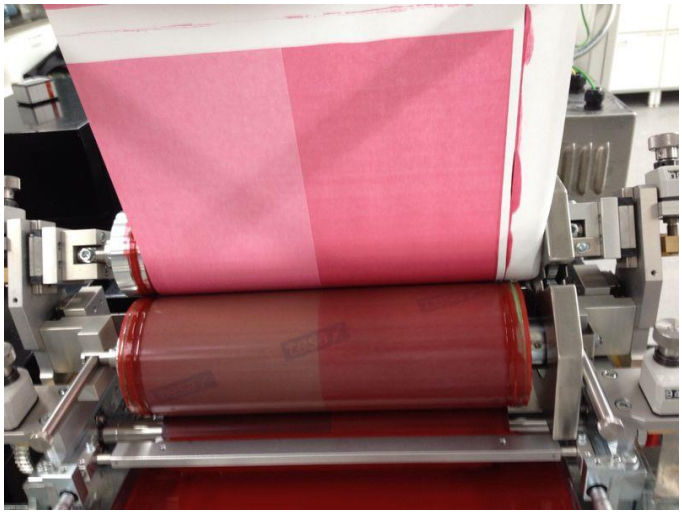
KUVA 14. Oikeanlainen paperiradan vienti

4.3 Pyrollin säkkipaperi

Yksikön asennuksen jälkeen koeajot päätettiin aloittaa Pyrollin säkkipaperilla ja punertavalla värillä. Punertavaan väriin päädyttiin mitattujen viskositeettien perusteella. Juoksevampi eli pienempi viskositeettinen väri oletettiin helpommaksi hallita. Sopivat ajoparametrit etsittiin RK-pilotkoneelle ja fleksopainoyksikölle ilman värin syöttöä. Painatusyksikön telojen puristus säädettiin siten, että telat saatiin pyörimään. Paperirata saatiin kulkemaan hyvin myös painatusyksikön lävitse.

Värillä täytetty väriallas nostettiin ylös, jotta anilox-tela sai väriä. Altaan nostossa kiinnitettiin huomiota, että värikaukalon reunat eivät hankaisi anilox-telan akseliin. Raakeliterälle etsittiin sopivat värikaavauspuristukset mikrometri ruuveilla. Ylimääräinen väri kerääntyi aluksi raakeliterän päälle. Terän kaavatessa oikealla tavalla värimäärä tasaantui. Painovärin siirtyessä paperirainaan alkoi raina vetämään sivuun

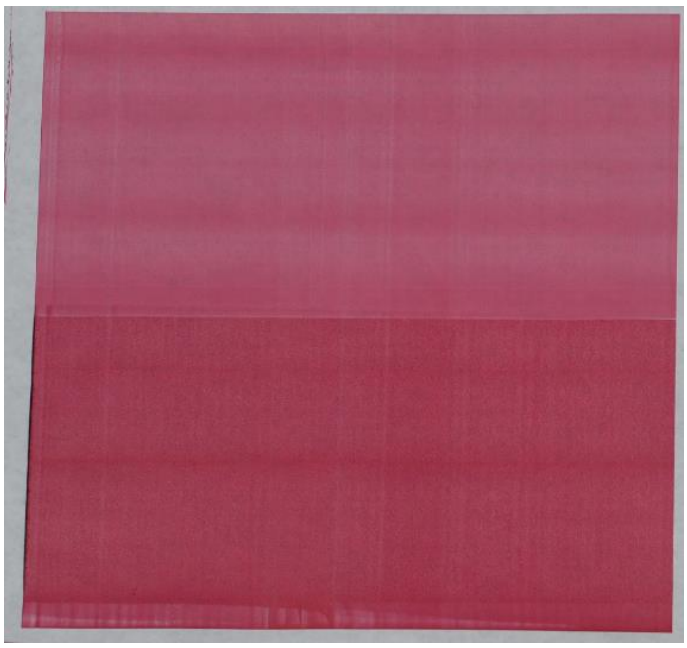
kuvassa 15 esitetyllä tavalla. Ongelma ratkaistiin nostamalla ratakireyttä ja kiristämällä aukirullauksen jarrua. Säätöjen avulla paperiraina saatiin hallintaan.



KUVA 15. Paperiraina yksikön sivussa

Radan pysyessä kohdillaan etsittiin sopivat ajoparametrit painojäljen ja paperilaadun suhteen. RK-pilotkoneelle haettiin oikeanlaiset ratakireydet ja ajonopeudet. Fleksopainoyksiköstä säädettiin painotelan ja anilox-telan, sekä painotelan ja vastatelan välisiä puristuksia. Raakeliterälle haettiin sopiva kaavauspaine ja kaavauskulmaksi asetettiin 0 astetta koneen runkoon nähden. Anilox-telan ja raakeliterän välinen kulma oli positiivinen. Kulmaa ei kuitenkaan saatavilla olevilla mittalaitteilla kyetty tarkasti mittaamaan. Ajon aikana todettiin infrapunakuivaimien kuivatustehon riittävän. Ilmakuivaimien käytöstä luovuttiin.

Ajonopeutta säädettiin ryömimisnopeudesta suuremmaksi. Tavoitteena oli tutkia nopeuden vaikutusta painojälkeen ja radan sujuvaan kulkemiseen. Nopeuden kasvaessa huomattiin, että rata alkoi pomppia ja painojälkeen tuli raitoja. Ongelmien johdosta todettiin, että fleksopainoyksiköllä ei pysty ajamaan ryömimisnopeutta kovempaa vauhtia Pyrollin säkkipaperilla. Kuvassa 16 esitetään ajonopeuden vaikutus painojälkeen.



KUVA 16. Ajonopeuden vaikutus painojälkeen

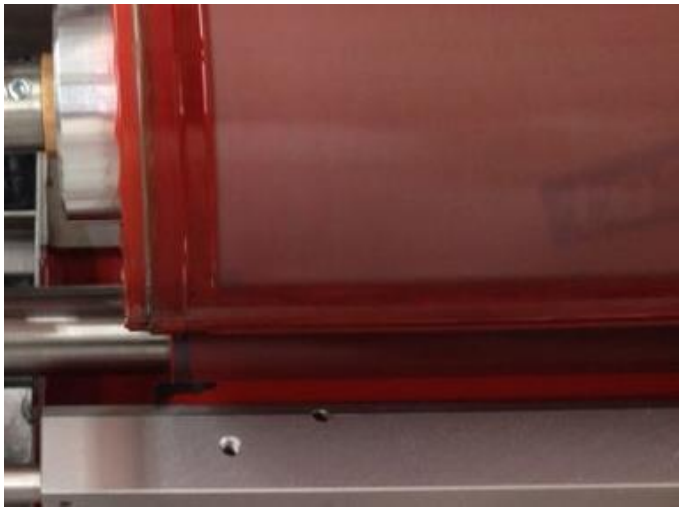
Ratakireydelle etsittiin sopivia arvoja välillä 1 – 4 baria. Ajettaessa alle 1,5 barin ratakireydellä paperiraina löystyi painonipin jälkeen. Paperiradan löystymisen ja kiinnirullauksen vedon seurauksena rata alkoi nykiä. Ratakireyden noustessa yli 3 barin raidat painojäljessä lisääntyivät ja paperiraina pysähteli painonipin välissä. Telojen välisiä puristuksia säätämällä paperiraina saatiin kulkemaan sujuvasti myös yli 3 barin ratakireydellä, mutta painojälki heikkeni merkittävästi. Ongelmien johdosta todettiin sopiviksi arvoiksi ratakireydelle 1,5 – 3 baria.

Seuraavassa koe-ajossa tutkittiin puristuksien vaikutusta painojälkeen ja ajettavuuteen. Vasta- ja painotelan väliset säätimet on kalibroitu väärin tai painotela on vinossa. Tämän seurauksena oikealla olevat puristukset täytyy säätää selkeästi suuremmiksi kuin vasemmanpuoleiset. Aluksi säädettiin painotelan ja anilox-telan välisiä puristuksia. Puristuksia laskettaessa värinsiirto paperirainalle heikkeni. Tämän johdosta painojälki haaleni ja lopulta häipyi kokonaan. Anilox-telan erilaisia linjatiheyksiä ei pystynyt enää erottamaan. Telojen välisiä puristuksia nostettaessa havaittiin painolaatan teippauksen aiheuttavan ongelmia. Painolaatta on teipattu kuvassa 17 näkyvällä tavalla, joka aiheuttaa korkeuseron teippauskohdan ja muun painolaatan välillä.

KUVA 17. Painolaatan teippaus painotelaan

Korkeusero aiheuttaa painotelan pomppimista anilox- sekä vastatelan kanssa. Puristuksia nostettaessa pomppiminen korostuu entisestään aiheuttaen raitoja painojälkeen ja painojäljen hankautumista painonipissä. Erilaisia puristuksia kokeiltaessa todettiin puristuksien säätömahdollisuuksien olevan hyvin rajalliset käytetyllä painolaatalla.

Raakeliterän kaavauskulmaa säädettäessä todettiin alkuperäisen 0° kulman olevan Pyrollin säkkipaperille ja punertavalle värille sopivin. Raakeliterälle etsittiin silmämääräisesti paine, jolla kaavaus tapahtui tasaisesti. Teräpaineen ollessa liian pieni väriä siirtyi liikaa paperille ja kertyi raakeliterän päälle kuvassa 18 esitetyllä tavalla.



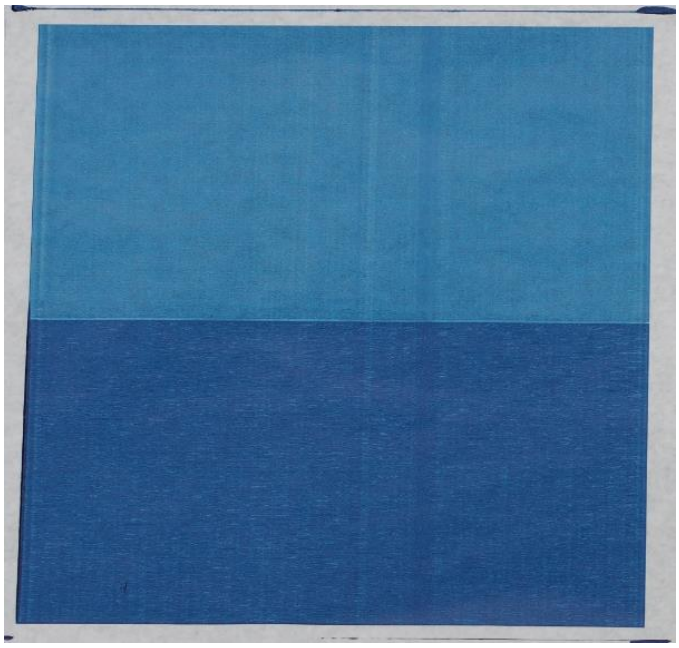
KUVA 18. Raakeliterän päällä painoväriä

Ajoparametrien testauksen jälkeen siirryttiin tutkimaan värin vaikutusta ajettavuuteen ja painojälkeen. Punertava väri pestiin ja vaihdettiin värikaukaloon sinertävä väri. Värin

viskositeetiksi oli aikaisemmin mitattu 382 mPas, eli värin reologia erosi punertavasta väristä merkittävästi. Punertavalla värillä toimineet ajoparametrit havaittiin kuitenkin toimivan myös sinertävällä värillä, minkä johdosta alettiin tutkia viskositeetin vaikutusta painojälkeen.

Aluksi sinertävä väri laimennettiin vedellä 100 mPas viskositeettiin. Laimennetulla värillä ajettaessa todettiin, ettei väri siirtynyt anilox-telalta painolaatalle tasaisesti. Heikon värinsiirron seurauksena anilox-telan linjatiheyksien ero ei näkynyt paperilla. Painojälki oli suttuista ja haaleaa. Painojäljen perusteella todettiin 100 mPas viskositeetin olevan liian alhainen sinertävällä värillä.

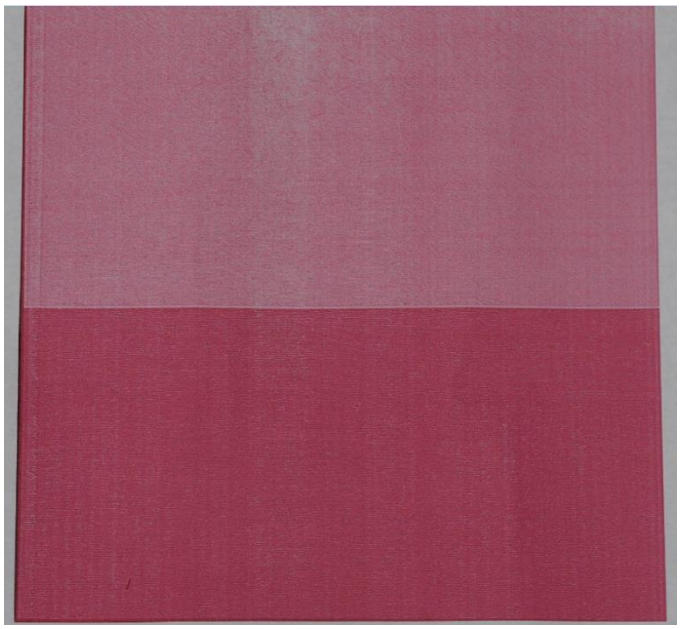
Seuraavaksi värin viskositeettia alettiin nostaa lisäämällä alkuperäistä väriä laimennetun värin sekaan. Väriä lisättiin, kunnes linjatiheyksien ero saatiin siirtymään paperille. Menetelmällä löydettiin sinertävällä värillä toimiva minimiviskositeetti. Minimiviskositeetiksi mitattiin 200 mPas, jolla saavutettu painojälki esitetään kuvassa 19.



KUVA 19. Painojälki 200 mPas minimiviskositeetilla

4.4 Kauttuan etiketinpohjapaperi

Kauttuan etiketinpohjapaperin koe-ajot päätettiin toteuttaa Pyrollin säkkipaperilla toimiviksi havaitulla radanviennillä, ajoparametreillä ja teräkulmalla. Painoväriksi valittiin punertava väri. Painatuksen alkaessa huomattiin painojäljen olevan epätasaista ja siinä esiintyi viiruja kuvassa 20 näkyvällä tavalla.

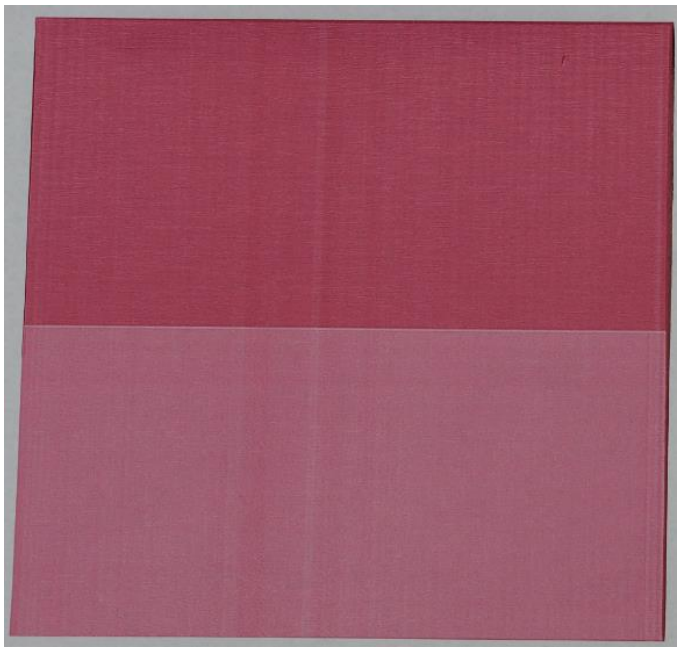


KUVA 20. Etiketinpohjapaperin epätasainen painojälki

Ongelmaa ratkaistaessa havaittiin aukirullauksen olevan väärinpäin, jolloin painatus tapahtui paperin karhealle puolelle. Paperirata katkaistiin ja aukirullaus käännettiin oikeinpäin. Aukirullaus liitettiin teippaamalla katkaistuun paperin häntään, radan uudelleen viennin välttämiseksi. Liitoskohta ajettiin varovasti ilman painoyksikön puristuksia kiinnirullaukseen.

Paperin sileälle puolelle painettaessa painojäljen laatu oli heti toivotunlaista. Erilaisia ajoparametrejä kokeilemalla todettiin, että etiketinpohjapaperilla toimii parhaiten samat arvot kuin säkkipaperilla. Paperirata kulki sujuvasti ja näin ollen erilaisia radanvienti tyylejä ei kokeiltu. Painojäljen ollessa kohdallaan alettiin tutkia raakeliteräkulman vaikutusta painojälkeen.

Positiivisilla teräkulmilla ajettaessa todettiin toimivimmaksi 10° pienempi kulma anilox-telaan nähden. Kulman pienentyessä väriä siirtyi paperille liikaa. Kuvassa 21 esitetään 10° raakeliteräkulmalla saavutettu painojälki.



KUVA 21. Raakeliteräkulmalla 10° ajettu painojälki

Anilox-telaan nähden negatiivisilla kulmilla ajettaessa ongelmaksi muodostui oikean kaavauspaineen saavuttaminen. Liian negatiivisella kaavauskulmalla raakeliterä otti kiinni anilox-telan kuppeihin, eikä kaavannut oikein. Kulmaa pienentäessä kaavauspainetta ei saatu riittävän suureksi, jotta väri poistuisi anilox-telalta oikein. Negatiivisilla kulmilla ei päästy toivotunlaiseen painojälkeen.

5 TULOSTEN KÄSITTELY

5.1 Paperien vaikutus painojälkeen

Pyrollin säkkipapaperille ja Kauttuan etiketinpohjapaperille suoritettiin neliömassa-, paksuus- ja sileysmittaukset. Paksuuden ja neliömassan avulla laskettiin tiheys.
Neliömassa mitattiin ISO 536 standardin mukaisesti. Paperinäytteet leikattiin kuvassa 22 esitetyllä ympyräleikkurilla ja punnittiin vaa'alla.

KUVA 22. Neliömassaleikkuri

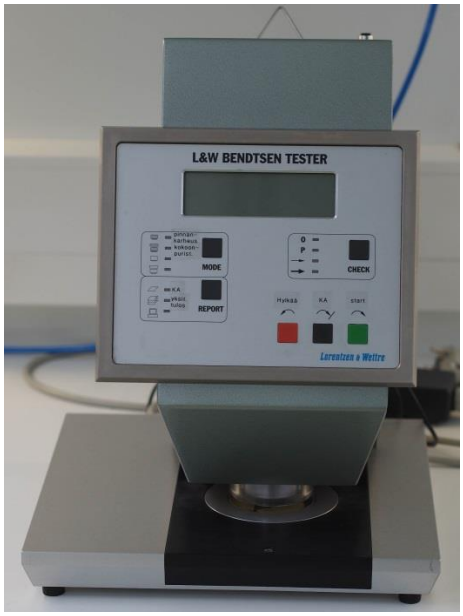
Paperin neliömassa kuvaa massaa grammoina per neliömetri. Neliömassa vaikuttaa useisiin paperin ominaisuuksiin mm. lujuuksiin, opasiteettiin ja tiiveyteen. Ominaisuudet paranevat nelimassan kasvaessa.

Papereiden paksuus mitattiin ISO 534 standardin mukaisesti, kuvassa 23 esitetyllä L&W Micrometer-mittarilla.

KUVA 23. Paksuusmittari

Paksuus kasvaa lineaarisesti neliömassan mukaan. Käytettyjen papereiden paksuuseron ollessa niin pieni, ei ajettavuudessa tai painonipin puristuksissa todettu eroja. Paksummilla paperi- ja kartonkilajeilla puristukset joudutaan etsimään uudelleen.

Papereiden karheus mitattiin kuvassa 24 esitetyllä Bendtsen-mittarilla ISO 8791-2 standardin mukaisesti.



KUVA 24. Bendtsen-karheuden mittalaite

Paperin karheus vaikuttaa huomattavasti painojälkeen. Sileämpi paperi antaa paremman painojäljen, mutta samalla menetetään yleensä jäykkyyttä, joka taas vaikuttaa paperin ajettavuuteen. Pyrollin ja Kauttuan paperien mittaustulokset ovat näkyvillä taulukossa 3.

TAULUKKO 3. Mittaustulokset

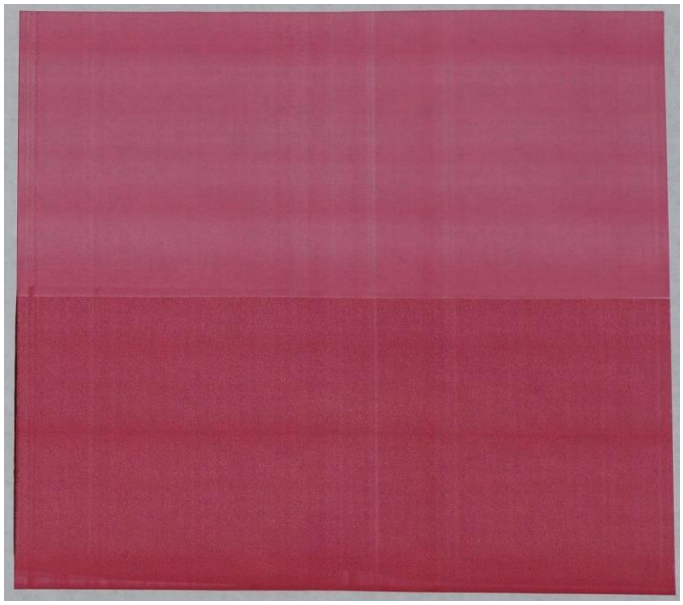
Ominaisuudet	Pyroll	Kauttua
Karheus yläpuoli, ml/min	163	178
Karheus alapuoli, ml/min	1031	362
Paksuus, µm	57,7	70,3
Neliömassa, g/m²	45	56
Tiheys, g/cm³	0,78	0,80

Mittauksissa todettiin Pyrollin säkkipaperin olevan sileämpää kuin Kauttuan etiketinpohjapaperi. Samaan tulokseen päädyttiin aikaisemmin myös tunnustelun ja silmämääräisen tarkastelun perusteella. Paperilajien mitatut arvot ovat hyvin lähellä toisiaan. Tästä syystä paperin käyttäytymisessä ei ollut juurikaan eroavaisuuksia RK-pilotkoneella ja fleksopainoyksiköllä. Paksuus mitattiin Pyrollin paperista myös painatuksen jälkeen. Painetun näytteen paksuudeksi saatiin 51,3 µm. Arvoja tutkittaessa havaittiin paperin painuneen kasaan painotapahtuman seurauksena. Tämän johdosta hyvin bulkkisilla tuotteilla tulee kiinnittää huomiota puristuksiin.

Painatusnäytteistä tutkittiin paperin vaikutusta painojälkeen samoilla ajoparametreilla ja värillä ajettaessa. Kuvassa 25 esitetään Pyrollin säkkipaperilla saatu painojälki perus ajoparametreillä.

KUVA 25. Pyrollin perus ajoparametreilla saatu painojälki

Kauttuan etiketinpohjapaperista samoilla säädöillä ajettu painonäyte esitetään kuvassa 26.



KUVA 26. Kauttuan perus ajoparametreilla saatu painojälki

Pyrollin ja kauttuan näytteistä havaittiin selkeä ero painojäljessä. Pyrollin painojäljen paremmuus johtuu paremmasta sileydestä. Kauttuan paperiin tuli enemmän raitaa ja väri näkyi haaleammin paperin ollessa karheampaa. Ajoparametrejä säätämällä Kauttuan etiketinpohjapaperille ei kuitenkaan saatu parempaa painojälkeä. Painojälkeen pystyttiin vaikuttamaan raakeliterän kulmalla.

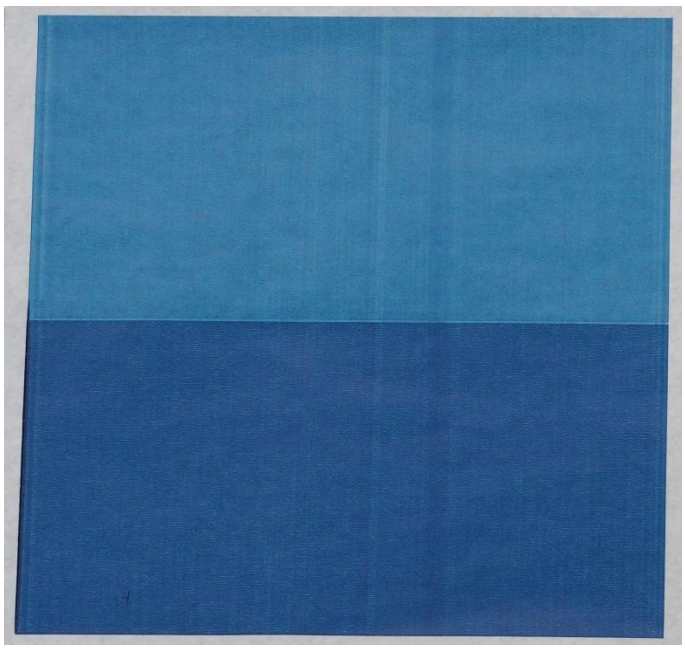
5.2 Värien vaikutus painojälkeen

Painovärien viskositeetti vaikutti värin siirtymiseen paperirainalle. Viskositeetit mitattiin spindelillä 4, kuvassa 27 näkyvällä Brookfield viskositeetti mittarilla.

KUVA 27. Viskositeetin mittauslaite

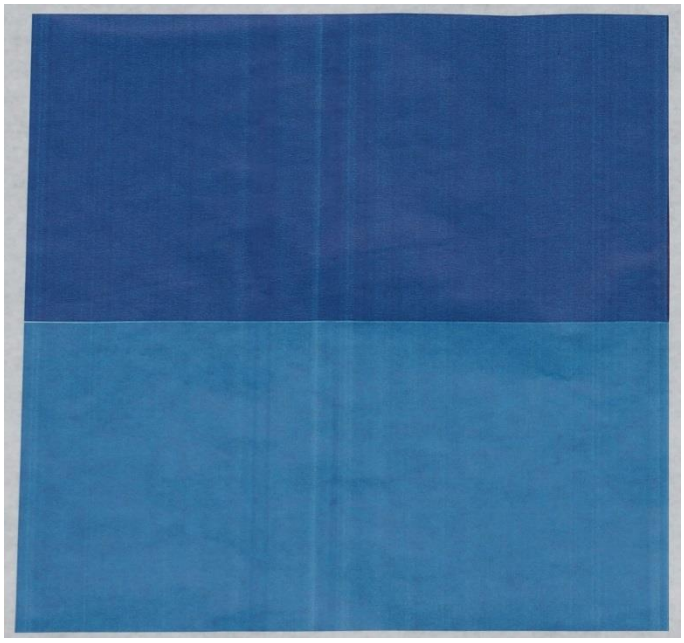
Punertavalla ja sinertävällä värillä oli erilainen värireologia. Sinertävä väri on sekoitettu hitaampaan vernissaan eli pellavaöljyyn kuin punertava väri. Tästä johtuen värien viskositeetit erosivat hyvin paljon toisistaan ja niitä ei pystytty vertaamaan toisiinsa. Punertava värin viskositeetiksi mitattiin 70 mPas ja sinertävän värin 382 mPas.

Sinertävälle värille löydettiin minimiviskositeetti 200 mPas, jolla erilaiset linjatiheydet pystyttiin havaitsemaan. Kuvassa 28 esitetään minimiviskositeetillä saavutettu painojälki.



KUVA 28. Minimiviskositeetilla 200 mPas saatu painojälki

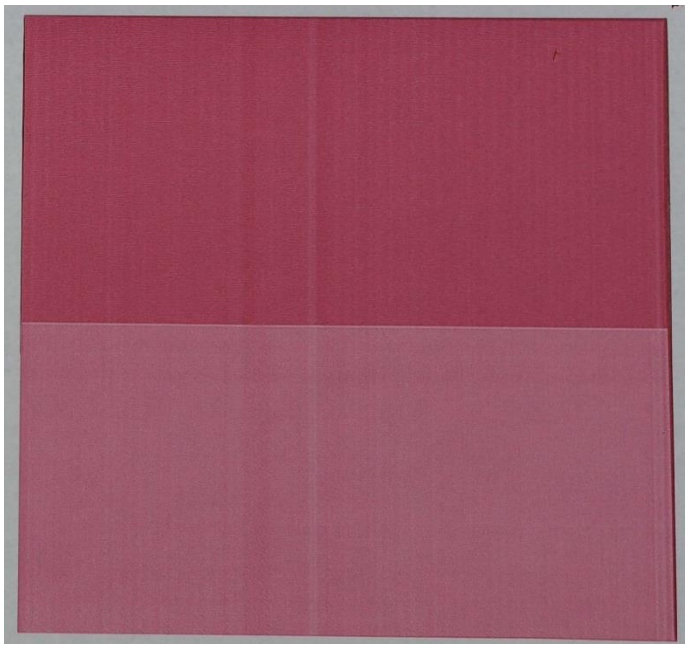
Painojälki oli selkeästi haaleampaa minimiviskositeetillä ajettaessa, vertailtaessa kuvassa 29 esitettyyn normaalilla viskositeetillä saatuun tulokseen.



KUVA 29. Alkuperäisellä 382 mPas viskositeetilla saatu painojälki

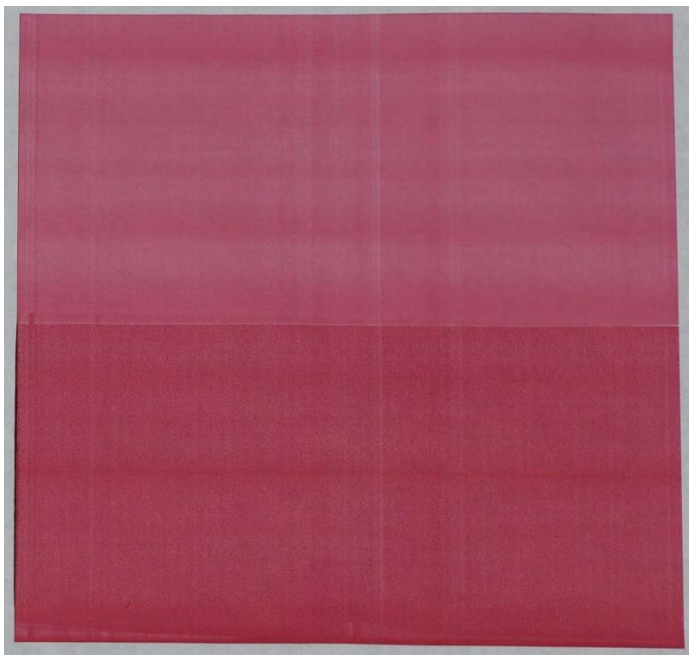
Pienemmällä viskositeetilla ajettaessa virheet korostuivat, mm. ajonsuuntaiset viirut näkyivät selkeämmin. Molemmilla viskositeeteillä pystyttiin kuitenkin painamaan ja toivotunlaiseen painojälkeen päästiin.

Raakeliteräkulmia tutkittaessa todettiin värinsiirron tapahtuvan tasaisemmin positiivisemmilla teräkulmilla ajettassa. Positiivisella teräkulmalla väriä pääsi enemmän anilox-telalle, minkä johdosta paperirainalle siirtyi enemmän väriä. Kuvassa 30 esitetään teräkulmalla 10° saavutettu painojälki.



KUVA 30. Teräkulmalla 10° ajettu painonäyte

Positiivisella teräkulmalla 10° ajettaessa päästiin parhaaseen painojälkeen Kauttuan etiketinpohjapaperilla. Vertailtaessa kuvan 31 teräkulmalla 0° ajettuun näytteeseen havaitaan painojäljen olevan selkeästi tasaisempaa.



KUVA 31. Teräkulmalla 0° ajettu painonäyte

Teräkulmalla 0° ilmaantui painojälkeen konesuuntaisia viiruja. Linjatiheydellä 200 viirut näkyvät selkeämmin. Teräkulmaa asettaessa tulee ottaa huomioon paperinlaatu ja käytetyn värin reologia.

Koe-ajojen päätyttyä, kuvassa 32 esitetyllä spektrofotometrillä mitattiin ISO 13655 mukaisesti näytteiden densiteetti ja valon aallonpituusalue eli Lab-arvot.

KUVA 32. Spektrofotometri mittari

Värin aallonpituutta mitatessa L* arvo kuvaa värin vaaleutta arvolla 0 – 100, a* arvo vihreän ja punaisen suhdetta välillä -128 - +127 ja b* arvo sinisen ja keltaisen suhdetta välillä -128 - +127 (Abobe photoshop väritilat 2014). Spektrofotometri ilmoittaa densiteetin yksiköllä D, jonka alaviitteenä on päävärin ensimmäinen kirjain. Mittaukset suoritettiin Pyrollin sinertävällä normaali- ja minimiviskositeettisella värillä sekä Kauttuan punertavalla värillä positiivisilla teräkulmilla 0° ja 10°. Pyrollin paperista normaaliviskositeetilla mitatut arvot esitetään taulukossa 3.

TAULUKKO 3. Sinertävä normaaliviskositeetti

Pyroll sininen Ajo 1	Viskositeetti/mPas	382
Linjatiheys l/cm	100	200
L*	41,94	55,8
a*	-4,49	-10,99
b*	-35,7	-32,68
Densiteetti/D_C	1,30	1,02

Normaali viskositeettisen värin mittauksista todettiin densiteetin olevan matalampi suuremmilla linjatiheyksillä. Mittaus vahvisti silmämääräiset havainnot linjatiheyksien tummuuseroista. Sinertävän miniviskositeettisen värin mittausarvot esitetään taulukossa 4.

TAULUKKO 4. Sinertävä minimiviskositeetti

Pyroll sininen minimiviskositeetti	Viskositeetti/mPas	200
Linjatiheys l/cm	100	200
L*	45,66	60,89
a*	-6,95	-12,25
b*	-34,3	-30,56
Densiteetti/D_C	1,25	0,90

Mittaustuloksia tutkittaessa todettiin normaaliviskositeettisen värin olevan sinisempää kuin miniviskositeettisen. Densiteettia tutkittaessa havaittiin värin olevan tummempaa viskositeetin kasvaessa. Taulukosta 5 on esitetty Kauttuan etiketinpohjapaperin raakeliterän nolla kulmalla saadut mittaustulokset punertavalla värillä.

TAULUKKO 5. Teräkulma 0°

Kauttua punainen 0°	Viskositeetti/mPas	70
Linjatiheys l/cm	100	200
L*	60,55	72,93
a*	46,6	34,99
b*	2,35	-2,4
Densiteetti/D_M	0,80	0,51

Mittauksesta havaittiin värin densiteetin yksiköksi magentan. Taulukossa 6 on esitetty punertavalla värillä 10° teräkulmalla ajetut mittaustulokset.

TAULUKKO 6. Teräkulma 10°

Kauttua punainen 10°	Viskositeetti/mPas	70
Linjatiheys l/cm	100	200
L*	62,23	72,26
a*	46,74	36,7
b*	1,39	-2,49
Densiteetti/D_M	0,80	0,51

Mittaustuloksia tutkittaessa todettiin positiivisella teräkulmalla 10° ajettaessa värin olleen punaisempaa, kuin nolla kulmalla ajettaessa. Eri teräkulmilla ajettaessa painovärin densiteetiksi mitattiin samat arvot. Koe-ajoissa löydettiin mahdollisesti piste, jossa densiteetti ei enää kasva värimäärää lisätessä. Tämä piste pyritään painoteollisuudessa normaaliolosuhteissa löytämään. Eri paperilajeja verratessa huomattiin densiteetin kasvavan sileyden parantuessa.

5.3 Ajoparametrien vaikutus painojälkeen

Ajoparametrit vaikuttivat ajettavuuteen, paperirainalle siirtyvään värinmäärään, painojäljen laatuun sekä tasaisuuteen. Ajonopeuden, ratakireyden, telojen puristuksien ja raakeliterän paineen todettiin kuuluvan ajoparametreihin.

Ainoaksi sopivaksi ajonopeudeksi koe-ajoissa todettiin 2 eli ryömimisnopeus. Nopeuden kasvaessa rata ei kulkenut painonipin lävitse sujuvasti, vaan painotela alkoi pomppia. Vauhdin kasvaessa ongelmat korostuivat ja toivotunlaista painojälkeä ei saatu aikaiseksi. Myös ryömimisnopeudella painojäljessä havaittiin teippauksesta johtuvia raitoja, jotka aiheutuivat painotelan pomppimisesta. Raita pystyttiin näkemään kaikista painonäytteistä. Käytetyllä painolaatalla ei pystytä estämään raidan syntymistä.

Ratakireyden vaikutusta painojälkeen ei pystytty suoranaisesti tutkimaan. Käytetyt paperilajit olivat ominaisuuksiltaan lähellä toisiaan, minkä johdosta samanlaiset ratakireydet toimivat molemmilla paperilajeilla. Pyrollin säkkipaperilla ja Kauttuan etiketinpohjapaperilla toimiviksi raja-arvoiksi ratakireydelle todettiin 1,5 – 3 baria.

Telojen välisien puristuksien ollessa liian pienet, painoväri ei siirtynyt anilox-telalta painolaatalle tai painolaatalta paperirainalle. Liian suurilla puristuksilla ajettaessa telat sekä paperiraina pysähtelivät painolaatan kiinnityskohdan osuessa vasta- ja anilox-telaan. Puristukset pidettiin niin pieninä, että painojälki saatiin vain siirtymään paperirainalle. Puristuksien lisääntymisen aiheuttamia vaikutuksia painojälkeen ei pystytty tutkimaan. Käytetylle painolaatalle puristuksia pystyttiin säätämään ± 10 mikrometriä.

Raakeliteräpaine haettiin silmämääräisesti sopivaksi. Sopiva teräpaine on, kun raakeliterä kaavaa värin anilox-telalle tasaisesti. Raakeliteräpaineen anilox-telaan nähden todettiin vaikuttavan vähemmän painojälkeen kuin raakelikulman. Taulukossa 7 on esitetty käytetyille paperilajeille parhaiksi todetut ajoparametrit.

TAULUKKO 7. Parhaat ajoparametrit

Nopeus	2
Puristus painotela/vastatela	00,11/00,40
Puristus painotela/anilox-tela	92,25/94,31
Ratakireys/bar	2
Raakeliteräpuristus	5,76/6,41

6 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli pilot-fleksopainoyksikön sisäänajo ja asennusohjeiden tekeminen. Nämä tavoitteet saavutettiin hyvin, sillä painoyksikölle tehtiin yksityiskohtaiset asennusohjeet ja sisäänajossa saatiin aikaiseksi toivotunlaista painojälkeä. Painoprosessin onnistumisen kannalta kriittiset ajoparametrit löydettiin ja niille haettiin raja-arvot, joilla nykyisellä painoyksikön konstruktiolla pystytään työskentelemään.

Pilot-fleksopainoyksikölle ei ollut taustamateriaalia, joten sen asennuksen ja RK-pilotkoneen ajamisen opetteluun kului aluksi paljon aikaa. Opinnäytetyön kokeellinen osa aloitettiin Pyrollin säkkipaperilla ja kokeiden aikana sille löydettiin nopeasti toimivat ajoparametrit. Koe-ajojen edetessä opittiin miten painatusjälkeen vaikuttaa painoväri, paperi ja ajoparametrit. Tuloksien perusteella saatiin tietoa kuinka fleksopainoyksikköä pystyy säätämään ja mitä komponentteja prosessi sisältää. Koe-ajoissa kokeiltiin taulukossa 8 esitettyjä ajoparametrejä, värejä, papereita, viskositeetteja, raakeliteräpuristuksia ja –kulmia.

TAULUKKO 8. Koe-ajojen muuttujat ja niiden raja-arvot

Nopeus	2 – 5
Puristus painotela/vastatela	00,11/00,40 ± 00,40
Puristus painotela/anilox-tela	92,25/94,31 ± 00,40
Ratakireys/bar	2 ± 1,5
Raakeliteräpuristus	5,76/6,41 ± 0,1
Raakeliteräkulma	-55 – +25
Painovärit	P 1935 & P 301
Painopaperit	Säkki- ja etiketiketinpohjapaperi
Viskositeetit	25 – 382 mPas

Opinnäytetyö sujui kokonaisuudessaan hyvin, vaikka työn aikana ilmeni myös ongelmia. Koe-ajojen edetessä huomattiin painotelaan kiinnitetyn painolaatan rajoittavan painoprosessia. Painolaatta on teipattu painotelaan siten, ettei painopinta jatku kokonaan telan ympäri. Painolaatan teippauksesta johtuen kaikkia painojälkeen

vaikuttavia ajoparametrejä ei pystytty testaamaan. Esimerkiksi ajonopeutta ei pystytty nostamaan ryömintänopeudesta ja telojen puristukset oli pidettävä maltillisina. Ajoparametrien huonojen säätömahdollisuuksien seurauksena alettiin tutkia raakeliteräkulman vaikutuksia painojälkeen. Paras painojälki saatiinkin aikaiseksi raakeliteräkulmaa muuttamalla.

Pilot-fleksopainoyksikön nykyisellä rakenteella voidaan tutkia anilox-telan linjatiheyksien, painovärien viskositeettien sekä painopaperien vaikutusta painojälkeen. Myös fleksopainoprosessin eri vaiheet pystytään havainnollistamaan. Painojäljen laadun tarkemmat tutkimukset ovat painolaatan rajoitteellisuuden takia haasteellisia.

Pilot-fleksopainoyksikköön tulisi hankkia kokonaan uusi painolaatta. Painolaatan tulisi olla umpinainen, jotta se olisi jatkuvassa kosketuksessa anilox- ja vastelan kanssa. Toinen vaihtoehto olisi hankkia yksikköön kokonaan uusi painotela, johon olisi mahdollista kiinnittää paineilmalla holkkimainen hylsy. Tarkempaa painojäljen tarkastelua haluttaessa, tulisi painolaatan sisältää rasterikuvioita, tekstiä sekä kompaktipainatusta. Jatkotutkimus mahdollisuuksia pilot-fleksopainoyksiköllä on rajattomasti. Tutkimus kohteena voisi olla mm. painolaatan rakenteen suunnittelu ja hankinta. Oikeanlaisella painolaatalla painojäljen laadun ja erilaisten ajoparametrien tarkasteluun pystytään monipuolisemmin. Tässä opinnäytetyössä löydettyjä asennusohjeita, ajoparametrejä sekä muita tuloksia voidaan hyödyntää jatkotutkimuksissa.

LÄHTEET

Adobe photoshop väritilat, 2014. Verkkosivu. Luettu 23.01.2014. http://help.adobe.com/fi_FI/photoshop/cs/using/WSfd1234e1c4b69f30ea53e41001031ab64-73eea.html#WSfd1234e1c4b69f30ea53e41001031ab64-73eaa

Hakola, Elina 2009. Principles of conventional printing. Teoksessa Pirkko Oittinen & Hannu Saarelma (toim.) Print Media – Principles, Processes and Quality. Helsinki: Paper Engineers' Association / Paperi ja Puu Oy.

Karhuketo, H. Seppälä, J. M. Törn, T. Viluksela. P. 2004. Paperin ja kartongin jalostus. 2 uudistettu painos, Opetushallitus.

Kipphan, Helmut. 2001. Handbook of Print Media. Springer.

Kopra, Joni. 2006. opinnäytetyö. Tamk, Aaltopahvin jalostuskoneen painoyksiköiden uusinnan vaikutus painojälkeen ja tuotantotehokkuuteen.

Laakso, O. & Rintamäki, T. 2003. Aaltopahvin valmistus ja jalostus. 2 uudistettu painos, Suomen aaltopahviyhdistys ry.

Parikka, T. Pinteco yhteyshenkilö. Fleksopainoyksikön spesifikaatiot. Sähköpostiviesti. taina.parikka@ymt.fi. Luettu 08.05.2013.

Ristimäki, S. Spännäri, T. Viluksela, P. 2007. Painoviestinnän tekniikka, Opetushallitus.

RK Print Coat Instruments Ltd. 2005. Rotary koater – Installation and Working Instructions. Hertfordshire.

VTT / Proledge Oy 2013. KnowPap versio 15.0 (12/2013). Luettu 15.1.2014.

LIITTEET

Liite 1. Fleksopainoyksikön asennusohjeet

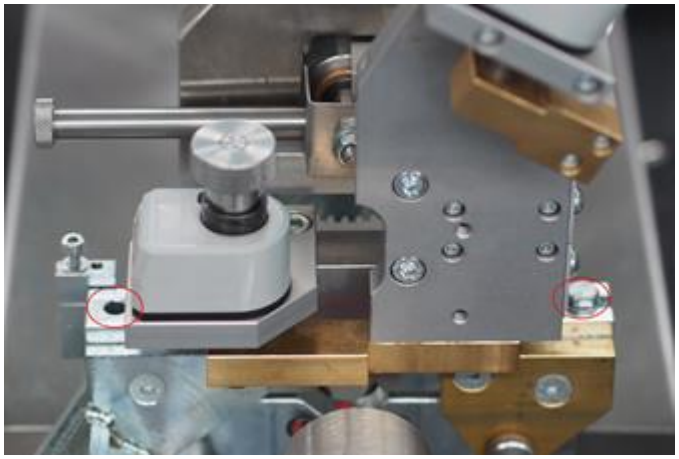
Fleksopainoyksikkö koostuu kuvassa 1 esitetyistä osista.

Kuva 1. Pilot-fleksopainoyksikön osat

Pilot-fleksopainoyksikön osat:

1. Painoyksikön runko
2. Vastatela
3. Painotela
4. Anilox-tela
5. Raakeliterä
6. Puristuksien säätö
7. Raakeliterän säätö

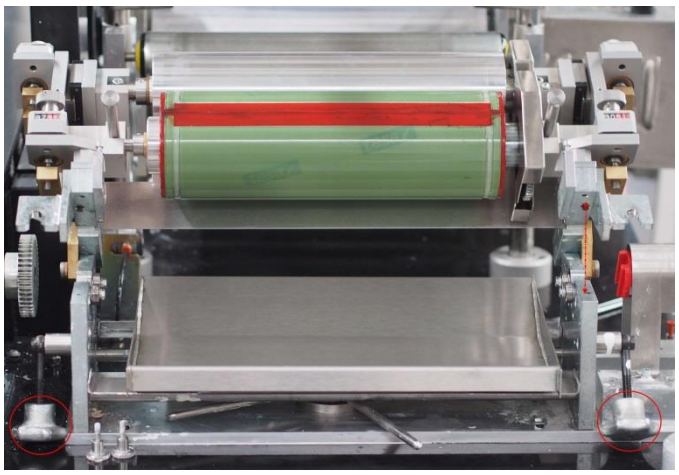
Nosta fleksopainoyksikön runko RK-pilotkoneen yksikköalustalle. Rungon kiinnitys alustaan tapahtuu ruuveilla. Painoyksikön takana ruuvit täytyy pyörittää ensin osan matkaa ja työntää yksikkö paikalleen. Kiristäessä kuvassa 2 esitettyjä ruuveja tulee tarkkailla rungon linjakkuus alustaan nähden.



Kuva 2. Ruuvien kiinnityskohdat

Yksiköstä on hyvä tarkastaa, että telojen väliset puristukset eivät ole edelliseltä käyttäjältä jääneet päälle. Mikrometrikiristimien luvuiksi kannattaa ylärivissä laittaa arvot 98,00 (vasen) ja 98,40 (oikea). Alarivissä luvuiksi laitetaan 90,00 (vasen) ja 92,00 (oikea)

Yksikön rungon ollessa paikallaan kallistetaan runko taaksepäin, jotta päästään asentamaan anilox-tela paikoilleen. Ennen kallistusta tulee aukaista kuvassa 3 esitetyt kallistusruuvit.



Kuva 3. Painoyksikön kallistus

Anilox-telaa asentaessa tulee noudattaa erityistä varovaisuutta. Telan pinta on erittäin herkkä kolhuille ja hankaumille. Anilox-telalla pyöritetään koko yksikköä, joten se on liitettävä RK-pilotkoneen apumoottoriin. Akseliin tulee asentaa kuvassa 4 esitetty sovitin (1), mikäli sellaista ei ole valmiiksi kiinnitettynä.

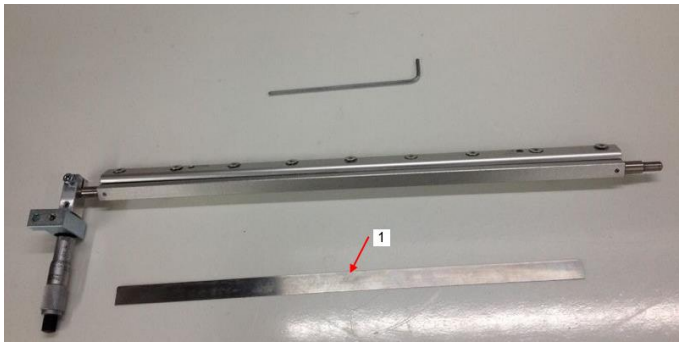
Kuva 4. Anilox-tela asennettuna

Anilox-telan ollessa paikoillaan, kallistetaan runko alas ja kiristetään kallistusruuvit. Seuraavaksi kiinnitetään raakeliterä painoyksikköön. Raakeliterä on hyvin terävä, joten teräsuojusta on hyvä pitää paikoillaan tapaturmien välttämiseksi. Raakeliterän kisko kiinnitetään ruuveilla painoyksikköön kuvan 5 osoittamilla tavalla.

Kuva 5. Raakeliterä asennettuna

Raakeliterän kulmaa säädetään löysäämällä kiskon päissä olevia leukakiristimiä ja kallistamalla teräkiskoa haluttuun asentoon. Osat ovat alumiinia, joten älä kiristää liikaa sillä liiallinen kiristys murtaa leuat.

Jos raakeliteräkulmaa halutaan vaihtaa positiivisesta negatiiviseen tai jos terä on pahasti kulunut, täytyy terä irroittaa kiskosta. Kiskon päällä olevat ruuvit löysätään ja terä vaihdetaan tai käännetään kulutuspinta toiselle puolelle. Terän vaihtoa ja kulutuspintaa (1) on havannoillistettu kuvassa 6.

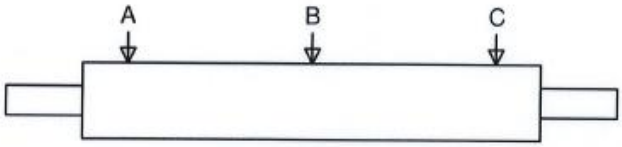


Kuva 6. Raakeliterän vaihto.

Liite 2. Anilox-telan linjatiheyksien tekniset tiedot

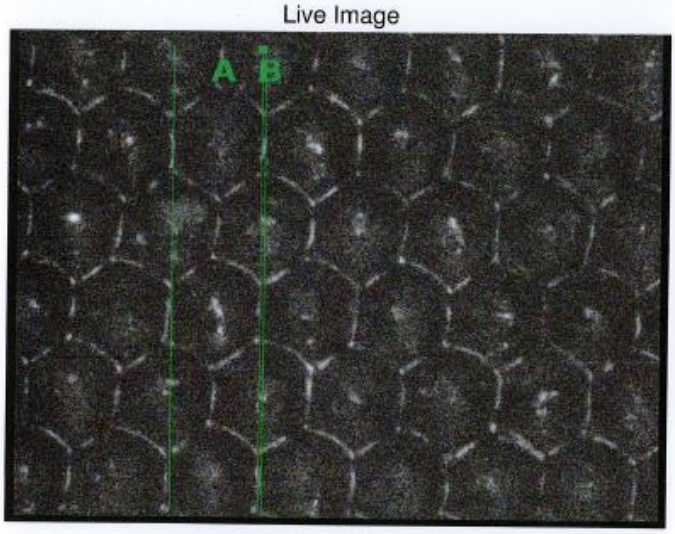
R. K. Print Coat.

Order No. POR121593



Cylinder Specifications.				
Diameter			T.I.R.	
A	67.50		A	0.01
B	67.49		B	0.01
C	67.49		C	0.01

Live Image



Mon Sep 24 19:17:32 2012

Roll No:75242

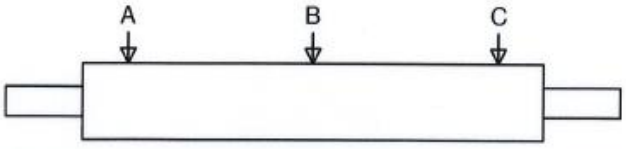
Cell width(a)	47.9 microns
Cell wall (b)	1.9 microns
Cell count	510.4 per inch
Cell count	200.9 per cm
Cell depth	15.0 microns
Cell angle	60 degrees
Cell volume	5.0 cm^3/m^2

Approved By : Michael Grime

Date : 25/9/12

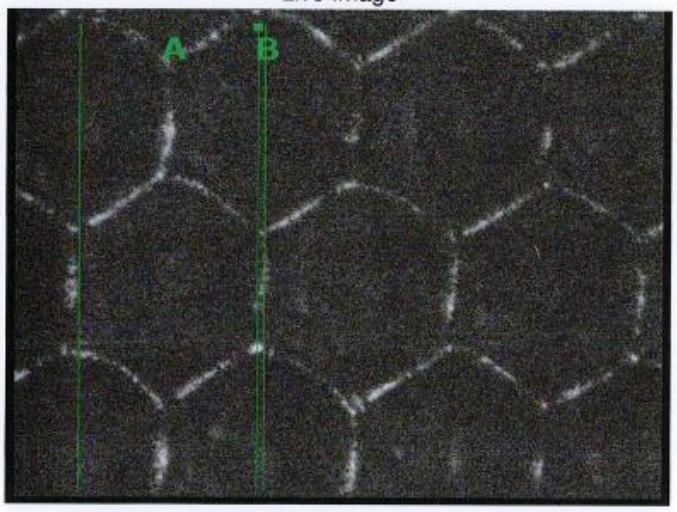
R. K. Print Coat.

Order No. POR121593



Cylinder Specifications.				
Diameter			T.I.R.	
A	67.50		A	0.01
B	67.49		B	0.01
C	67.49		C	0.01

Live Image



Mon Sep 24 19:22:07 2012

Roll No:75242

Cell width(a)	96.2 microns
Cell wall (b)	3.8 microns
Cell count	254.0 per inch
Cell count	100.0 per cm
Cell depth	23.0 microns
Cell angle	60 degrees
Cell volume	8.0 cm^3/m^2

Approved By : Michael Grime

Date : 25/9/12