



Fleksopainolaitteiston käyttöönotto

Tarmo Penttilä

OPINNÄYTETYÖ
Toukokuu 2022

Biotuote- ja prosessiteknikan tutkinto-ohjelma

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Biotuote- ja prosessitekniikan tutkinto-ohjelma

PENTTILÄ, TARMO:
Fleksopainolaitteiston käyttöönotto

Opinnäytetyö 76 sivua, joista liitteitä 28 sivua
Toukokuu 2022

Opinnäytetyön tavoitteena oli ottaa käyttöön FlexiProof 100 -fleksopainolaitteisto Tampereen ammattikorkeakoulun paperilaboratoriossa ja tuottaa kyseiselle laitteistolle työohjeet sillä painettujen koepalojen ja laitteen alkuperäisten ohjeiden perusteella. Lisäksi otettiin huomioon erilaisia seikkoja laitteen toiminnasta, joista ei ollut mainintaa laitteen alkuperäisissä ohjeissa.

Kokeellinen osuus piti sisällään erilaisten paperi- ja kartonkilaatujen painamisen eri värinsiirto- ja painonipin paineilla sekä ajonopeuksilla. Koepaloja pyrittiin painamaan mahdollisimman pienillä paineilla ja sopivalla ajonopeudella, jolloin välttyttiin erilaisilta ongelmilta, esimerkiksi komponenttien vahingoittumiselta ja painojäljen laadun heikkenemiseltä.

Tutkittavia paperi- ja kartonkilaatuja oli kaiken kaikkiaan kuusi. Näitä painettiin kahdella erilaisella painolaatalla. Jokaisesta laaturyhmästä valittiin silmämääräisesti parhaat koepalat painatusvirheiden määrän perusteella: tutkittavaksi valittiin ne koepalat, joissa oli mahdollisimman vähän virheitä ja joiden painamiseen oli samalla käytetty mahdollisimman pieniä nippipaineita. Valitsemisen jälkeen koepaloista tutkittiin densiteetti- ja $L \cdot a \cdot b^*$ -arvoja mutta näiden lisäksi tutkittiin rasteripisteiden ominaisuuksia. Näitä kaikkia verrattiin ajoasetuksiin. Mittausten ja tutkimusten avulla voitiin tehdä päätelmiä painojälkeen vaikuttavista tekijöistä, jotka otettiin huomioon työohjetta laadittaessa.

Kerätyn tiedon perusteella saatiin laadittua toimiva käyttöohje. On kuitenkin huomioitava, että opinnäytetyön käytännön vaiheessa käytettiin useamman vuoden vanhaa painoväriä, millä todennäköisesti oli jonkinlainen vaikutus painatusjälkeen. Kuitenkin kyseisen painovärin viskositeetti oli sopiva, joten painoväri katsottiin sopivaksi painatukseen. Painovärejä tulisi uusia sen jälkeen, kun niiden niin sanottu viimeinen käyttöpäivä on ohitettu, jotta voitaisiin tuottaa mahdollisimman hyviä koepaloja joko FlexiProof 100:lla tai ylipäätään millä tahansa paperilaboratorion painolaitteella. On siis suositeltavaa, että tämän opinnäytetyön johdosta laaditut ohjeet päivitetään, kun otetaan käyttöön uusi painoväri.

Asiasanat: fleksopainolaitteisto, työohjeet, painojälki, paperi- ja kartonkilaadut

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Bioproduct and Process Engineering

PENTTILÄ, TARMO:
Commissioning of Flexographic Printing Equipment

Bachelor's thesis 76 pages, appendices 28 pages
May 2022

The purpose of this thesis was to commission FlexiProof 100, a flexographic printing equipment in Tampere University of Applied Sciences' paper laboratory, and to create functioning instructions for the equipment based on different printed samples and the equipment's original instructions. Furthermore, functions that were not mentioned in the original instructions were examined and reported.

The practical part included the printing of different paper and cardboard grades with different color transfer and printing nip pressures and printing speeds. Sample prints were made with the minimal pressures and appropriate printing speed in order to avoid different problems related to them, for example damaging the components or decrease in print quality.

Overall there were six different paper grades, including different cardboards: these were printed using two different printing plates. Out of every grade, the best samples were picked based on the amount of printing errors on them: those samples were chosen that had the least number of errors and the smallest nip pressures used to acquire them. After the selection, $L^*a^*b^*$ - and density values were measured, but also the different properties of the halftone dots were examined; these results were compared to the printing settings. Using these measurements and studies, different factors affecting print quality were deduced, which were taken into consideration when making the instructions.

Based on the gathered information, functioning instructions were created, but there were some factors affecting the validity of the instructions: the ink used during the thesis' practical part was several years old, which most likely had its own impact on the print quality. However, the viscosity of the ink was suitable, therefore the ink was considered appropriate for the printing. Printing inks should be renewed as their expiration date has been exceeded in order to print the best quality samples with either the FlexiProof 100 or any other paper laboratory's printing equipment. Therefore it is recommended that the instructions are updated when a new printing ink is introduced to the machinery.

Key words: flexographic printing equipment, instructions, print quality, paper- and cardboard grades

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
2	FLEKSOPAINATUKSEN TEORIA	6
	2.1 Fleksopainatuksen periaate	6
	2.2 Anilox-tela	8
	2.3 Käytettävät painolevyt	10
	2.3.1 Painolevyjen valmistuksen vaiheet	11
	2.3.2 CTP-tekniikka	12
	2.4 Käytettävät painovärit	13
	2.4.1 Sideaineet	14
	2.4.2 Pigmentit	14
	2.4.3 Liuottimet	15
	2.4.4 Lisäaineet	15
	2.4.5 Muita huomioita	16
	2.5 Yleisimmät käyttökohteet	17
	2.6 Erilaiset fleksokonetyypit	17
	2.7 Muita fleksopainatuksen haasteita	19
3	KÄYTTÖÖNOTETTAVA LAITE	22
	3.1 Flexiproof 100	22
	3.2 Turvallisuuseikat	23
4	KÄYTTÖÖNOTTO	24
	4.1 Ajosarjat	24
	4.2 Tulosten tarkastelu	26
	4.2.1 CIE L*a*b*	26
	4.2.2 Densiteetti	27
	4.2.3 Rasterointi ja pisteenkasvu	28
	4.3 Käyttöohjeiden laadinta	30
5	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA	31
	5.1 Ajosarjat	31
	5.2 Rasteripisteiden tutkimisen tulokset	34
	5.3 L*a*b*- ja densiteettiarvot	40
	5.4 Johtopäätökset	45
	LÄHTEET	48
	LIITTEET	48
	Liite 1. Flexiproof 100 käyttöohje	49
	Liite 2. Tiivistetty FlexiProof 100 käyttöohje suomeksi	75
	Liite 3. Tiivistetty FlexiProof 100 käyttöohje englanniksi	76

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tehtävänä oli ottaa käyttöön RK-Printin Flexiproof 100 fleksopainokone. Käyttöönotto piti sisällään laitteen testausta erilaisin paperi- ja kartonkilaaduin, laitteen toiminnan ja painettujen materiaalien painojäljen tutkimista sekä lopulta työohjeiden laadinnan edellä mainittujen seikkojen perusteella. Yksityiskohtaiset työohjeet laadittiin vain suomeksi, sillä englanninkieliset ohjeet tulivat laitteen mukana sen saavuttua Tampereen ammattikorkeakoululle.

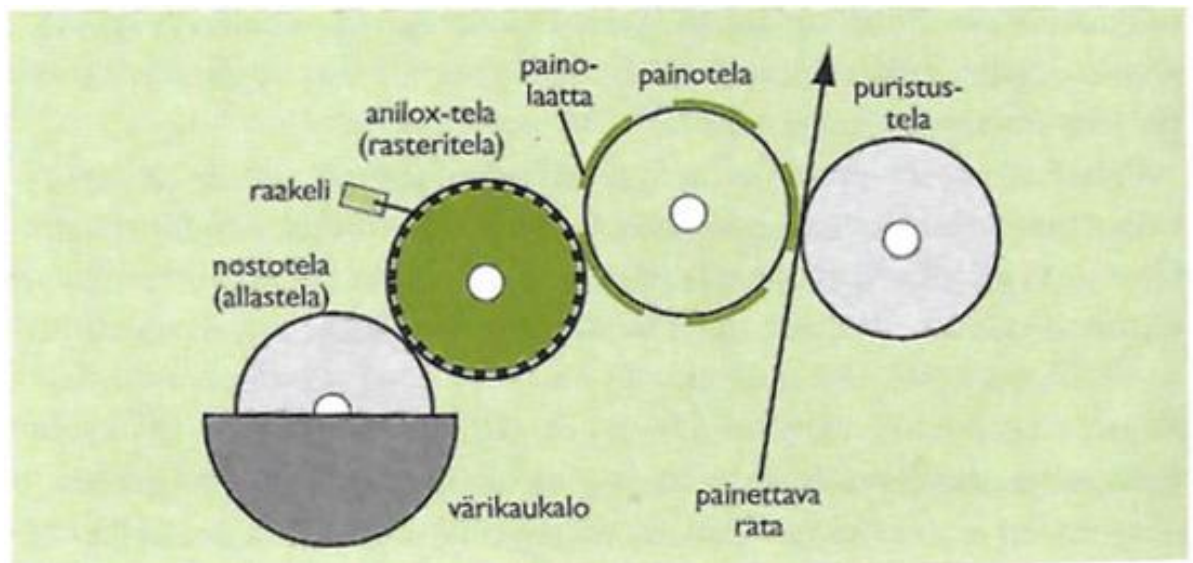
Opinnäytetyö on jaettu seuraaviin lukuihin: teoria, käyttöönotettava laite, käyttöönotto ja pohdinta; itse työohje on sijoitettu liitteet-osioon. Teoriassa kerrotaan fleksopainatuksen teoriasta, mikä pitää sisällään fleksopainatuksen komponentit, painovärit, erilaiset käyttökohteet ja fleksopainokoneiden rakenteet sekä erilaisia haasteita mitä fleksopainatuksessa kohdataan. Seuraavaksi käydään läpi itse käyttöönotettava laite komponentteineen ja turvallisuusseikkoineen sekä siitä saatavien tulosten tutkimismenetelmät. Käyttöönotossa käydään läpi seikoja käyttöohjeiden laadinnasta ja lopuksi pohdinnassa opinnäytetyön vaiheet käydään läpi monipuolisesti ja keskustellaan esimerkiksi ongelmista mitä laitteen käytössä huomattiin testausten aikana.

Liitteet koostuvat kolmesta erilaisesta työohjeesta, pidemmästä ja lyhyemmästä versiosta, joista lyhyemmästä laadittiin myös englanninkielinen versio. Pidempi versio pitää sisällään laitteen käyttämisen lisäksi sen puhdistukseen ja tulosten tulkintaan liittyvät ohjeet yksityiskohtaisesti. Lyhyemmissä ohjeissa on tiivistetty pidempien ohjeiden vaiheet laitteen käytöstä, kohdistuen koepalojen painamiseen vaihe vaiheelta.

2 FLEKSOPAINATUKSEN TEORIA

2.1 Fleksopainatuksen periaate

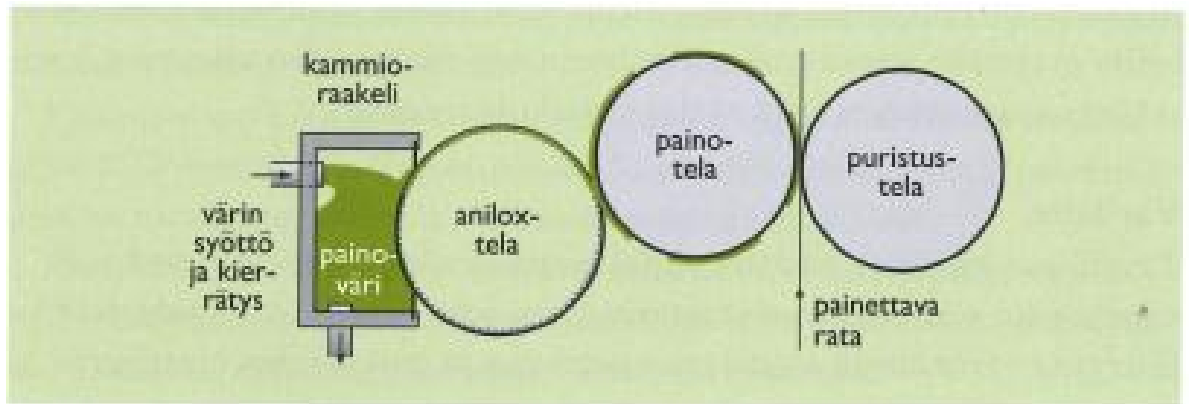
Fleksopainatuksen painoyksikön perinteinen periaate on esitetty yksinkertaisimmalla rakenteella kuviossa 2. Aluksi menetelmässä painoväri saatetaan liikkeelle värikaukalon ja nostotelan avulla: nostotelasta väri ohjataan niin sanotulle anilox-telalle. Painoväri määrää säädellään kyseisellä telalla käyttämällä raakeliä: raakeli pyyhkii anilox-telan pinnalta ylimäärän painoväriä, mikä valuu takaisin värikaukaloon. Painoväri siirtyy edelleen anilox-telalta painolaattoille, joista painoväri siirretään painettavaan materiaaliin: siirtyminen tapahtuu painolaattojen ja vastasynterin (puristustelan) muodostamassa nipissä. (KnowPap 2022, Oittinen & Saarelma 2009, 42)



KUVIO 1. Fleksopainatuksen painoyksikön perinteinen periaate (Ristimäki, Spännäri & Viluksela 2010, 80)

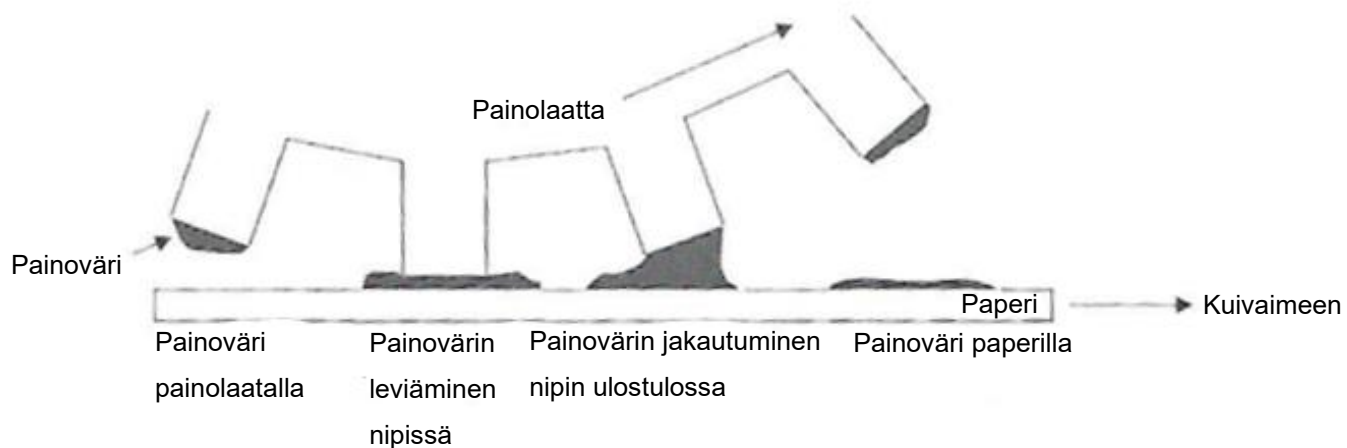
Edellä esitellystä periaatteesta on myös modernimpi versio, missä värikaukalon sijaan painoväri on niin sanotun kammioraakelin sisällä, jossa väri syötetään suoraan anilox-telalle nostotelan sijaan. Tässä versiossa on kaksi raakeliterää yhden sijaan, mitkä pitävät painoväriä kammioraakelin sisällä. Käytettävää pai-

noväriä kierrätetään systeemissä pumpaamalla sitä kammion ja erillisen väriastian välillä. Tämän periaate on esitetty kuviossa 2. (Ristimäki, Spännäri & Viluksela 2010, 80)



KUVIO 2. Flexopainatuksen painoyksikön modernimpi periaate (Ristimäki, Spännäri & Viluksela 2010, 80)

Flexopainatuksessa käytetään niin sanottua kohokuviomenetelmää, joka on esitetty kuviossa 3. Menetelmässä painoväri painetaan painettavan materiaalin pinnalle käyttämällä pehmeää ja joustavaa painolaattaa, jossa painatuselementit ovat kohotettuja muihin elementteihin verrattuna (Oittinen & Saarelma 2009, 42).

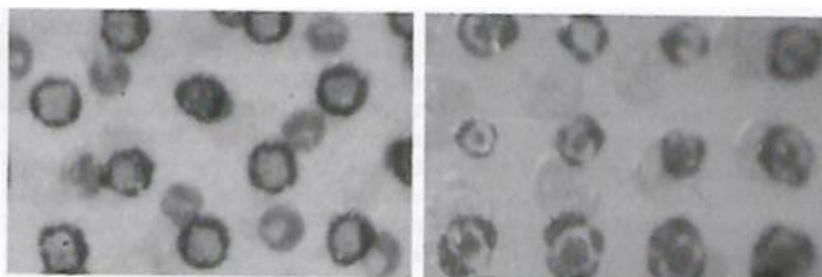


KUVIO 3. Kokokuviomenetelmä (Oittinen & Saarelma 2009, 45, muokattu)

2.2 Anilox-tela

Anilox-tela, toiseltaan nimeltään myös rasteritela, toimii painovärin siirtäjänä painatukselle, minkä raakeliterä annostelee vielä tarkemmin ennen eteenpäin viemistä. Tärkeimpiä muuttujia anilox-telan rakenteessa ovat rasterikuppien tilavuus ja niiden muoto, linjatiheys sekä pintamateriaali. Tärkeää on myös tarpeeksi hyvä pyörimistarkkuus, alle 0,01 mm: tällöin vältetään värähtelystä muodostuvilta ongelmilta. Materiaaliltaan anilox-tela voi olla terästä, messinkiä kuparia tai keraamista ainetta. Metalliset telat useimmiten myös kromataan, mikä lisää telan käyttöikää huomattavasti, mutta toisaalta tämä lisää telojen hintaa. Kromauksesta kuitenkin koituu myös se, että se kuluu epätasaisesti käytön aikana: tällä on vaikutusta rasterikuppien tasaiseen värinsiirtoon. (Ristimäki, Spännäri & Viluksela 2010, 81)

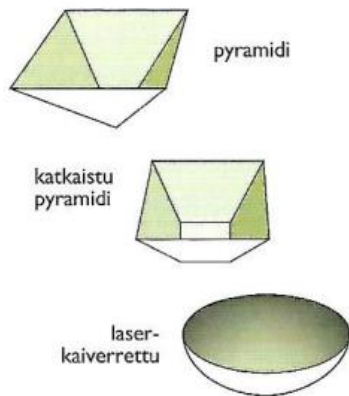
Kun tutkitaan anilox-telan muodostamia rasteripisteitä yksitellen, niistä huomaa niiden tunnunomaisen muodon: niiden keskusta on onttomainen ja painovärin leviäminen on keskittynyt enemmän pisteiden reunalle. Tämä johtuu paineen jakautumisesta painatuksessa: paineen vuoksi painoväri ikään kuin väistyy rasterikupin keskeltä reunoja kohden. Näitä fleksopainatukselle tunnusomaisia rasteripisteitä on esitetty kuviossa 4. Toki kaikki fleksopainatuksessa painetut rasteripisteet eivät ole samanlaisia, niiden muoto riippuu pitkälti käytetyistä ajoasetuksista. (Oittinen & Saarelma 2009, 45)



KUVIO 4. Flexopainatuksesta muodostuvat rasteripisteet (Oittinen & Saarelma 2009, 45)

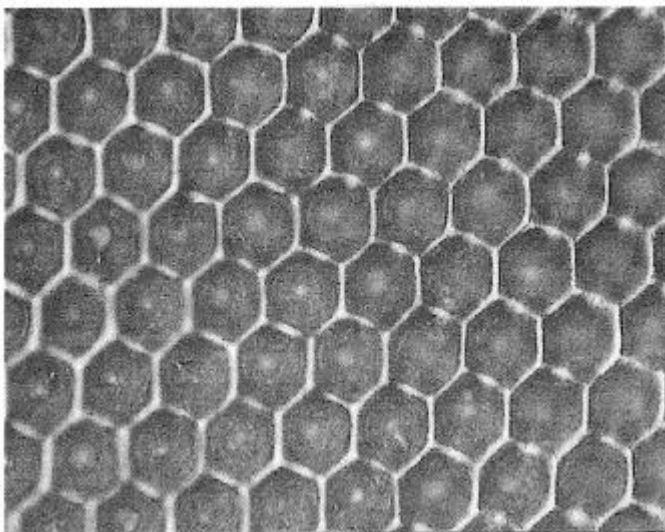
Rasteripisteiden muodostamiseen käytettävät rasterikupit voivat olla myös eri muotoisia, riippuen tarvittavista värinsiirto-ominaisuuksista ja valmistustekniikasta. Rasterikupit voivat olla esimerkiksi pyramidin, katkaistun pyramidin tai

halkaistun pallon muotoisia. Näistä viimeisenä mainittu on tarkin, sillä se valmistetaan laserkaiveruksella, minkä ansiosta värinsiirto ja painojälki ovat paremmat. Erilaisia rasterikuppeja on esitetty kuviossa 5. (Ristimäki, Spännäri & Viluksela 2010, 81)



KUVIO 5. Anilox-teloissa käytettäviä rasterikuppeja (Ristimäki, Spännäri & Viluksela 2010, 80)

Kuviossa 6 on esitetty anilox-telan heksagoni-rasterikuppirakenne esimerkillisyyden vuoksi. Kuvioista nähdään, että rasterikupit muodostavat erittäin tiheän muodon anilox-telan pintaan ja kaikki tila on käytetty hyödyksi. Kyseisen anilox-telan linjatiheys on 200 linjaa senttimetriä kohden: kyseessä on suhteellisen tiheä rasterikuppirakenne ja sen avulla pystytään painamaan hyvin vaativiakin kuvia. Kyseisen anilox-telan painoväritilavuus on vain $5,00 \text{ cm}^3/\text{m}^2$, mikä on muihin anilox-teloihin verrattuna suhteellisen pieni määrä. (RK-Print)



KUVIO 6. Anilox-telan heksagoni-rasterirakenne (RK-Print)

2.3 Käytettävät painolevyt

Painoteloissa on käytössä kahdenlaisia painolevyjä: kumisia tai fotopolymeeristä valmistettuja. Nämä joko muodostavat yhden kokonaisen painopinnan tai sitten pinnat voidaan jaotella pienemmiksi osiksi, riippuen painokohteesta. Näistä fotopolymeeriset painolevyt ovat yleisempiä, sillä niiden avulla painatuslaatu on parempi, kun otetaan huomioon levyjen mittapysyvyys, rasteripisteiden tiheys ja käytettävien liuotinten suurempi määrä. Toisaalta kumisten painolevyjen laatu on parantunut, sillä niitä valmistetaan uudemmallalla tekniikalla laserkaiverrusta hyödyntäen: yksityiskohtien painatus ja painokestävyys on parempi-laatuista, lisäksi mittamuutosta on vähemmän havaittavissa kuin ennen. (Ristimäki, Spännäri & Viluksela 2010, 77)

Fleksopainatuksessa käytettävät painolevyt ovat kovuudeltaan 30–60 Shorea ja paksuus vaihtelee välillä 0,75–6 mm; sen sijaan painolevyjen alla sijaitseva joustolevy on kovuudeltaan hieman pienempi, noin 10–20 Shorea. Kovuudella on merkitystä eritoten värinsiirtoon: mitä kovempi painolevy on, sitä vähemmän se siirtää väriä painettavaan materiaaliin. Toisaalta on myös otettava huomioon painettavan materiaalin pinnanominaisuudet: jos pinta on esimerkiksi karhea, painolevyn tulee olla pehmeä ja reliefin tulee olla myös syvempi, jotta painatus on mahdollisimman kattava. (Ristimäki, Spännäri & Viluksela 2010, 77)

Tyypillisimmät fotopolymeerilevyt ovat joko yksi- tai monikerroslevyjä: näiden rakenteita on esitelty kuviossa 7. Kummassakin versiossa käytetään suojakalvoa, reliefikerrosta ja mitanpitävää foliota, mutta monikerroslevyissä käytetään näiden lisäksi runkokerrosta ja toista suojakalvoa. Reliefikerros on näistä tärkein osa, sillä painoaiho muodostetaan siihen. Painolevyjen valmistukseen kuuluu viisi vaihetta: taustavalotus, päävalotus, kehitys, kuivaus sekä karkaisu ja jälki-valotus. (Ristimäki, Spännäri & Viluksela 2010, 77–78)



KUVIO 7. Yksi- ja monikerroslevyjen rakenteet (Ristimäki, Spännäri & Viluksela 2010, 78)

2.3.1 Painolevyjen valmistuksen vaiheet

Ensimmäisenä suoritetaan valotus käyttämällä UV-valoa. Taustavalotus suoritetaan vain yksikerroslevyille ja sen avulla määritetään reliefisyvyys painolevyille, sillä taustavalotus kovettaa levyn pohjaa, kun siihen kohdistetaan UV-valoa. Päävalotuksessa UV-valoa kohdistetaan reliefin pintaan negatiivifilmin läpi, jolloin voidaan muodostaa painoaiho reliefikerroksen pinnalle; päävalotus tehdään kummallekin levytyypille. Ajoitus on tässä tärkeää, sillä tässä vaiheessa reliefi myös kovettuu; jos reliefiä valotetaan liian kauan, reliefikerros kovettuu liikaa ja päinvastoin. (Ristimäki, Spännäri & Viluksela 2010, 78)

Seuraavaksi suoritetaan kehitys. Tätä vaihetta kutsutaan myös pesuksi, sillä kyseisessä vaiheessa käytetään pesunestettä ja harjoja valottumattoman fotopolymeerin pesemiseksi. Tässä vaiheessa on useampi tekijä, mikä vaikuttaa lopullisen reliefin muodostumiseen: harjauksen voima, kesto ja pesunesteen ominaisuudet. Jos reliefiä pestään liian paljon, sen yksityiskohtaisuus heikentyy; jos

reliefiä pestään liian vähän, reliefisyvyys jää liian pieneksi. Pesua seuraa kuivaus, jossa käytetään 60-asteista ilmaa, minkä seurauksena reliefi kiinteytyy. Tässä tulee olla myös tarkka, sillä liiallinen kuivaus kutistaa reliefiä; toisaalta liian vähäinen kuivaus jättää reliefin liian liikkuvaksi. (Ristimäki, Spännäri & Viluksela 2010, 78)

Lopuksi suoritetaan karkaisu ja jälkivalotus. Karkaisu tapahtuu siten, että aiemmin kuivattu levy upotetaan karkaisuliuokseen, jonka seurauksena levyn tahmeus saadaan poistettua: tätä seuraa levyn huuhtelu vedellä ja kuivaus. Kuivunut levy jälkivalotetaan, jotta voidaan varmistaa mahdollisten ei-kovettuneiden fotopolymeeri kohtien kovettuminen. (Ristimäki, Spännäri & Viluksela 2010, 78)

2.3.2 CTP-tekniikka

On myös olemassa niin kutsuttu CTP-tekniikka (Computer to Plate-tekniikka), jolla voidaan valmistaa kumpaakin levytyyppiä. CTP-tekniikkaan kuuluu kolme menetelmää: ensimmäisessä tekniikassa käytetään hyödyksi laserkaiverrusta kummallekin materiaalille ja siitä aiheutuvaa ablaatiota fotopolymeerin työstämisessä. Ablaatiossa valotettu materiaali haihtuu, jolloin syntyy kaiverrus. Toinen menetelmä on kohdistettu fotopolymeerisille monikerroslevyille: menetelmässä fotopolymeerikerroksen pinnalla on musta maskikerros, joka valotetaan laserilla. Laserin vaikutuksesta maskikerros muuttuu kirkkaaksi, jota käytetään negatiivifilminä: täten levyä voidaan työstää alakappaleessa 2.3.1 mainitulla tavalla. Kolmannessa menetelmässä käytetään infrapuna-alueen termolaseria fotopolymeeriin, mikä reagoi juuri tällä laserin taajuudella. Tällä menetelmällä valotetut alueet polymeroituvat ja kovettuvat; tätä seuraa levyn kehitys. (Ristimäki, Spännäri & Viluksela 2010, 52–53, 78–79)

CTP-tekniikalla on useita hyötyjä: esimerkiksi pölystä tai kalvoista ei muodostu laatuongelmia, valmistetuissa levyissä on parempi kohdistustarkkuus sekä sävyalan säätö ja hallinta, toistovalotus on helppo suorittaa ja digitaalisen tiedon käsittely on nopeampaa ja helpompaa. Lisäksi menetelmässä ei käytetä varsinaista filmiä, minkä ansiosta säästetään resursseissa ja ympäristökuormituksessa. (Ristimäki, Spännäri & Viluksela 2010, 79)

2.4 Käytettävät painovärit

Fleksopainatuksessa käytettävät painovärit ovat kolmen tyyppisiä: liuotin- ja vesipohjaisia sekä UV-kuivuvia. Näiden painovärien ominaisuuksia on listattu taulukkoon 1. Liuotinpohjaisia värejä käytetään pääsääntöisesti niille materiaaleille, mitkä ovat imemättömiä, esimerkiksi muovikalvoiset materiaalit ja metallifoliot. Imemättömät painokohteet soveltuvat myös UV-kuivuville painoväreille, sillä ne eivät imeydy itse painettavaan materiaaliin (Prigraphics 2019). Sen sijaan vesiohenteiset värit sopivat hyvin enemmänkin imeville materiaaleille, esimerkiksi paperin ja kartongin painatukseen. (Ristimäki, Spännäri & Viluksela 2010, 133)

TAULUKKO 1. Flexopainatuksessa käytettävien painovärien ominaisuuksia (Oittinen & Saarelma 2009, 47, muokattu)

	Liuotinpohjaiset	Vesipohjaiset	UV-kuivuvat
Sideaine	10–20 % polyamidi ja nitroselluloosa	20–30 % Akryyli- ja styreenipohjaiset polymeerit	50–70 % epoksi-, polyesteri- ja uretaaniakrylaatit
Liuotin	40–70 % alkoholit, ketonit ja glykolit	60–70 % vesi ja alkalit, alkoholit ja glykolit	10–30 % di-, tri- ja tetra- toimiset monomeerit
Pigmentti	8–40 %	10–15 %	20–25 %
Lisäaineet	1–3 %	5–10 %	5–10 %, ns. fotoinitiaattoreita
Hyödyt	Halpoja Helposti ja nopeasti kuivattavia Helppoja käyttää Hyvät painolaadut	Ympäristöystävällisiä Ei-räjähtäviä Halpoja Riittävät painolaadut	Korkean painolaadun omaavia Vakaita Ympäristöystävällisiä Pienemmät jätteen muodostumiset ja puhdistusajat
Haitat	Sisältävät haihtuvia orgaanisia yhdisteitä	Hankalia käsitellä Hankalia poistaa ja puhdistaa Epätasaiset kuivumiset	Kalliita Pahan hajun omaavia

Painoväreissä on pääasiassa kolme pääkomponenttia: sideaine, pigmentti ja liuotin. Pääsääntöisesti sideaine toimii sitojana pigmentin ja painettavan materiaalin välillä, pigmentti vaikuttaa värien väliseen kontrastiin sekä ylipäättään värivaikutelmaan ja liuottimen avulla painoväri saatetaan painettavaan materiaaliin juoksevana. Painoväreissä käytetään myös eräitä lisäaineita, mutta ne eivät ole niin sanotusti välttämättömiä komponentteja: niillä voidaan parantaa haluttuja ominaisuuksia tarvittaessa. (Ristimäki, Spännäri & Viluksela 2010, 129)

2.4.1 Sideaineet

Kun puhutaan fleksopainatuksen sideaineista voidaan toisaalta puhua hartseista, sillä muunlaisia komponentteja sideaineissa (alkydeja tai kasviöljyjä) ei käytetä fleksopainatuksen yhteydessä. Hartseja jaetaan vielä erikseen niiden käyttötarkoituksen mukaan: vesipohjaisten painovärien yhteydessä käytetään akryylihartseja, UV-kuivuissa akryylietyylihartseja ja polyamidihartsit ovat soveliaita kuumasauvattavissa tuotteissa (Ristimäki, Spännäri & Viluksela 2010, 130–131). Nitroselluloosa on myös yleisesti käytetty hartsi fleksopainoväreissä, koska se on halpa ja sillä on useita haluttuja ominaisuuksia: se vapauttaa liuottimen helposti, ei haise, kosteuttaa pigmentin hyvin ja sillä on yleisesti hyvä sopivuus muiden käytettävien kemikaalien kanssa (Leach & Pierce 1999, 564).

On myös tärkeää ottaa eräitä seikkoja huomioon sideaineen ominaisuuksista: esimerkiksi miten se reagoi käytettävän pigmentin ja liuottimen kanssa, sekä sen sulamispiste. Toisaalta hinta ja laatu voivat olla myös ratkaiseva tekijä, riippuen käytettävästä määrästä ja kuinka hyvä lopullisen painatuksen tulee olla. (Ristimäki, Spännäri & Viluksela 2010, 133)

2.4.2 Pigmentit

Kun valitaan käytettävää pigmenttiä painatukseen, tulee ottaa huomioon sen kostutettavuus- ja dispersio-ominaisuudet: nämä ovat tärkeitä ominaisuuksia, sillä pigmentit reagoivat eri tavoin erilaisiin liuotin-sideaineseoksiin. Sen sijaan tär-

keitä lopullisen painoväriseoksen ominaisuuksia pigmenttien osalta on vakaa dispersio säilytyksessä, hyvä virtaavuus suuremmilla pigmenttimäärillä ja värin voimakkuus, pigmentin hinta huomioon ottaen. (Leach & Pierce 1999, 562)

Pigmenttien ohella käytetään myös niin sanottuja jatkepigmenttejä, mitä käytetään eritoten himmeiden sävyjen saavuttamiseksi fleksopainatuksessa. Jatkepigmenttejä ovat muun muassa bariumsulfaatti, kalsiumkarbonaatti ja kaoliini. Jatkepigmenttejä ei kuitenkaan käytetä laajasti fleksopainatuksessa painovärifilmin massan ollessa pieni. (Leach & Pierce 1999, 563)

2.4.3 Liuottimet

Liuottimilla on myös tärkeä rooli painovärin viskositeettia ja kuivumisnopeuden säätämisessä. Toisaalta liuotinta valittaessa on otettava huomioon monta seikkaa: sideaineen liukenevuus siihen, painettavan pinnan ja painolevyn materiaali, kuivumisolosuhteet, terveysvaatimukset sekä lopullisen painovärin ominaisuudet. (Ristimäki, Spännäri & Viluksela 2010, 133)

Toisin sanoen liuottimille on tärkeää niiden liuotuskyky, haihtuvuus, syttyvyys ja myrkyllisyys. Näiden lisäksi jälkitahmeus on syytä ottaa huomioon, sillä tahmeus vaikuttaa käsittelyn helppouteen. (Ristimäki, Spännäri & Viluksela 2010, 133)

2.4.4 Lisäaineet

Lisäaineita lisätään painoväriseokseen sen eri valmistusvaiheissa. Niistä yleisimmin käytetyt ovat vahatyyppejä, mitkä lisätään painoväriseokseen joko jauheena tai yhdisteenä. Vahat vaikuttavat kestävyysominaisuuksiin, eritoten hankaus- ja naarmutuskestävyyteen: vahat kuitenkin vähentävät kiiltoa, joten niitä on käytettävä maltillisesti, jos kiilto on haluttu ominaisuus. (Leach & Pierce 1999, 568)

Muita tärkeitä lisäaineita ovat pehmittimet, pinta-aktiiviset aineet, stabilisointiaineet ja vaahtoamisenestoaineet. Pehmittimet ovat hyödyllisiä varsinkin, kun painoväriä käytetään kalvoihin tai folioihin: pehmittimet lisäävät joustavuutta sekä

adheesiota ja ne ovat paljon käytettyjä selluloosapohjaisissa painoväreissä niiden haurauden vuoksi. Pinta-aktiiviset aineet ovat käytössä silloin, kun painoväriä halutaan kiiltoa ja värin kehitystä. Nämä aineet vähentävät myös pigmenttien flokkulaatiota: tässä tapauksessa flokkulaatiolla tarkoitetaan sitä ilmiötä, jossa erilaiset pigmentit erottuvat toisistaan: tämä nähdään juovina painojäljessä. Stabilisointiaineet vaikuttavat painovärin komponenttien välisiin reaktioihin hillitsevästi ja ne myös estävät hartsien hajoamista. Vaahtoamisenestoainetta käytetään vesipohjaisissa painoväreissä, kun vaahtoamisella olisi liian suuri vaikutus sekä painovärin valmistuksessa että sen käytössä painatuksessa. (Leach & Pierce 1999, 568–569)

2.4.5 Muita huomioita

On myös mainittava, että fleksopainatuksessa käytetyt painovärit ovat viskositeetiltaan melko juoksevia, noin 10–200 mPa·s. Tästä johtuen painoväri liikkuu prosessissa sulavasti mahdollisimman pienin tukkeumin. Toisaalta viskositeetilla on myös vaikutuksia siihen, miten se on vuorovaikutuksessa painettavan materiaalin kanssa: suurilla viskositeeteilla on alentava efekti värinsiirtoon ja anilox-telan rakenne saattaa tulla näkyviin painatuksessa. (Ristimäki, Spännäri & Viluksela 2010, 87) Pienemmällä viskositeetilla painoväri tunkeutuu ja leviää paremmin, mutta samalla tiheys madaltuu ja pisteenkasvu lisääntyy (Oittinen & Saarelma 2009, 47).

Muita tärkeitä ominaisuuksia painoväreille on viskositeetin ja värinsiirron lisäksi itse väri ja sen voimakkuus, painojälkeen liittyvät ominaisuudet, esimerkiksi kiilto, matta tai läpinäkyvyys, sekä adheesio. Väri ja sen voimakkuus määrittyy painovärikerroksen paksuuden perusteella, mikä vaihtelee välillä 2–4 µm (Ristimäki, Spännäri & Viluksela 2010, 129). Ennen tämä paksuus on ollut suurimmillaan peräti 15 µm. Sen sijaan painojälkeen liittyvät ominaisuudet kattavat edellä mainittujen ominaisuuksien lisäksi painojäljen terävyyden, päällekkäiseen painatukseseen liittyvät seikat ja painovärien kuivuvuuden. Adheesio on hyvin tärkeä painatuksen kannalta, sillä painovärin on kiinnityttävä hyvin painettavaan materiaaliin, jotta painojälki olisi pysyvä. Paperin painatuksessa tämä saavutetaan paperin

imevyyden takia: painoväri imeytyy paperiin, jolloin painovärin irtoaminen on lähes mahdotonta. Sen sijaan ei-imeytyvät materiaalit ovat hieman ongelmallisempia, sillä niihin väri ei kiinnity niin helposti: kyseisten materiaalien kanssa edellä mainitut sideaineet ovat tärkeässä roolissa. (Leach & Pierce 1999, 549–554)

2.5 Yleisimmät käyttökohteet

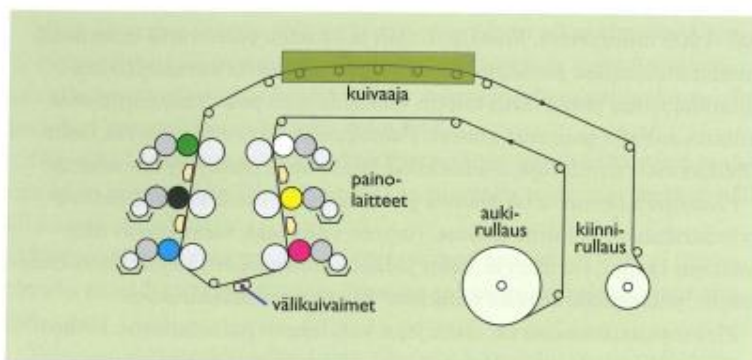
Fleksopainatusta käytetään tyypillisesti jousto- ja aaltopahvipakettien sekä tapettien painatuksessa, riippumatta materiaalin sileydestä tai siitä, onko se päällystetty vai ei (Ristimäki, Spännäri & Viluksela 2010, 12, 75). Menetelmää käytetään myös esimerkiksi mainostukseen liittyvässä ja sanomalehtien painatuksessa, mutta ei kuitenkaan kovin paljon, sillä menetelmällä painetut kuvat ja tekstit eivät ole laadultaan kovin hyviä muihin mekaanisiin menetelmiin verrattuna, puhuttamattakaan fleksopainatuksen nopeudesta (Oittinen & Saarelma 2009, 48).

Painatusmenetelmän käyttö ei näistä seikoista huolimatta ole laskussa: sen sijaan se on nousussa sen edullisuuden vuoksi, mutta sillä on ollut myös kehitystä sen painatuksen laadussa ja nopeudessa erilaisten fleksopainatuksen parannusten ansiosta (Oittinen & Saarelma 2009, 48). On myös mahdollista, että kasvua edesauttaa myös vesiohenteisen värien lisääntynyt käyttö, mikä luokitellaan ystävällisemmäksi vaihtoehdoksi ympäristöä ja terveyttä ajatellen (Ristimäki, Spännäri & Viluksela 2010, 88).

2.6 Erilaiset fleksokonetyypit

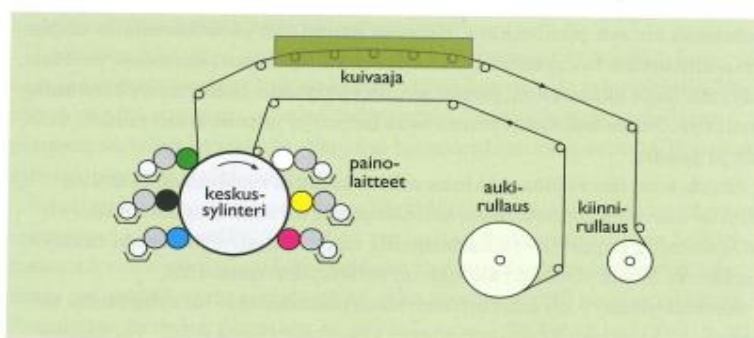
Fleksopainatuksessa käytetään kolmea perustyyppistä painokoneasetelmaa: stack eli torniasetelmaa, keskus- eli satelliittiasetelmaa ja inline-asetelmaa. Käytettävän asetelman käyttö riippuu painettavan materiaalin ominaisuuksista (värillisyydestä, koosta ja laatuvaatimuksista), painosmäärästä ja itse painolaitteen kustannuksista. (Ristimäki, Spännäri & Viluksela 2010, 85)

Tornityypissä painoyksiköt ovat useimmiten sijoitettu yksitellen kahteen riviin päällekkäin ja yksiköiden määrä vaihtelee kahdesta kahdeksaan: tämä menetelmä on esitetty kuviossa 8. Tornityyppiä käytetään fleksopainatuksen helpoimpiin kohteisiin, lisäksi laitteiden työvaihdot ja ylläpito ovat sekä helppoja että nopeita. Vaikka kyseisellä tyypillä voidaan painaa lähes kaikkia materiaaleja, ohuiden kalvojen painatus on hieman ongelmallista, sillä kohdistuksen tarkkuus ei ole tarpeeksi hyvä; riittävä tarkkuus kuitenkin saavutetaan paksuilla papereilla ja kartongeilla. (Ristimäki, Spännäri & Viluksela 2010, 85–86)



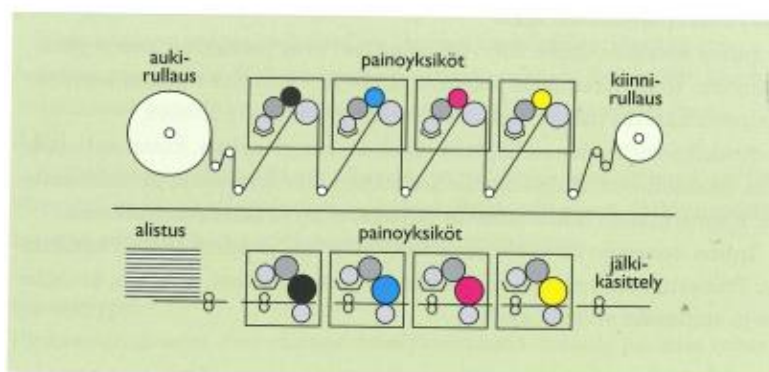
KUVIO 8. Stack-tyyppi (Ristimäki, Spännäri & Viluksela 2010, 86)

Satelliittityyppi on hieman poikkeava tornityyppiin. Kyseisessä tyypissä erillisten painoyksiköiden sijaan ne on yhdistetty yhdeksi kokonaisuudeksi yhteisen keskussylinterin eli puristustelan avulla ja sitä ympäröi kuudesta kahdeksaan värilaitetta: tämä periaate on esitetty kuviossa 9. Erityisen hyväksi satelliittityypin tekee sen kohdistustarkkuus jopa venyvillä materiaaleilla: tämä johtuu siitä, että painettava materiaali on koko painoprosessin ajan kontaktissa yhtä sylinteriä vasten, sen sijaan että jokaiselle värilaitteelle olisi oma puristustelansa. (Ristimäki, Spännäri & Viluksela 2010, 85–86)



KUVIO 9. Satelliittityyppi (Ristimäki, Spännäri & Viluksela 2010, 86)

Inline-tyypissä painolaitteet on sijoitettu peräkkäin omiksi yksiköikseen. Tyypissä voidaan käyttää yksiköitä haluttu määrä ja niiden asentaminen prosessiin on helppoa. Inline-tyyppi voi olla joko rulla- tai arkkikone, riippuen käyttökohteesta: rullakoneita käytetään joustavampien materiaalien painamiseen, esimerkiksi kartonkia ja laminaattia; arkkikoneilla painetaan jäykempiä materiaaleja, esimerkiksi aaltopahvia. Näiden menetelmien rakenteet on esitetty kuviossa 10, jossa ylempi malli kuvaa rullakonerakennetta ja alempi arkkikonerakennetta. (Ristimäki, Spännäri & Viluksela 2010, 85–86)



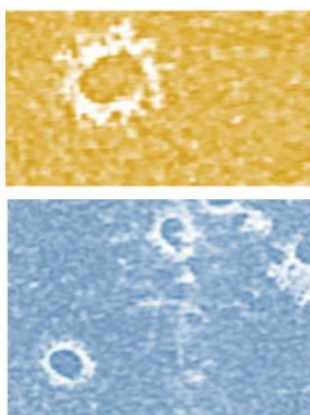
KUVIO 10. Inline-tyypin rulla- ja arkkikonerakenteet (Ristimäki, Spännäri & Viluksela 2010, 86)

2.7 Muita fleksopainatuksen haasteita

Haasteita on muutamia, mutta eniten vaikuttava niistä on kuitenkin painonipin puristusvoima, sillä se vaikuttaa useaan seikkaan. Jos nippipaine on liian suuri, painolaatan muoto ei pysy haluttuna ja rasteripisteet kasvattavat kokoaan liian suuriksi. Sen sijaan, jos nippipaine on liian pieni, painettavaan materiaaliin ilmenee puuttuvia rasteripisteitä ja väri ei siirry välttämättä kokonaan niissäkään pisteissä, mitkä pääsevät kontaktiin painettavan materiaalin kanssa. Toisaalta joidenkin kokoonpuristuvien materiaalien kohdalla heikompi nippipaine on eduksi, esimerkiksi aaltopahvia painattaessa. Lisäksi painolevyn kovuus-joustavuussuhde tulee ottaa huomioon myös painonipin puristusvoimaa valittaessa. Laatan ollessa liian pehmeä sen pienet pisteet ja viivat vääntyvät, mikä nähdään pisteen kasvuna ja epätasaisena lopputuloksena ja täten huonona painojälkenä. (Ristimäki, Spännäri & Viluksela 2010, 76–77)

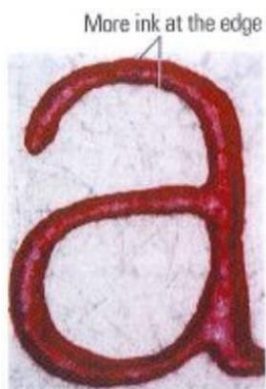
Painolevyihin liittyy myös eräitä haasteita: levynvalmistuksessa tulee ottaa huomioon eritoten levyn vaalean ja tumman pään sävyntoisto ja pisteenkasvu. Tumman pään sävyntoistoon vaikuttaa erityisesti reliefin syvyys: jos käytettävä rasteritiheys on suuri, reliefin syvyys jää vajaaksi ja tämä ilmenee rasteripinnan tukkeutumisena. Tästä huomattavat jälkiseuraukset ovat nähtävissä painetun kuvan huonona kontrastina ja sävyntoistona. (Ristimäki, Spännäri & Viluksela 2010, 79)

Mainittakoon vielä fleksopainatuksen liittyvät painovirheet, joita ovat niin sanotut vierintävirheet, kirput ja flekso-reuna. Vierintävirheitä muodostuu joustavan painopinnan vuoksi, sillä se joustaa nipissä ja painettu rasteripiste venyy hieman sen vaikutuksesta. Sen sijaan kirput ovat painovärittömiä kohtia, mitkä voivat juontua esimerkiksi epäpuhtauksista, mitkä estävät väriä pääsemästä kontaktiin painettavan materiaalin kanssa. Toisaalta kirppu voi myös johtua siitä, että nippiin on päätyntä epäpuhtauksia, mikä nähdään kirppumaisena kuviona: tämä on esitetty kuviossa 11. (KnowPap 2022)



KUVIO 11. Fleksopainatuksessa nähtävät kirput (KnowPap 2022)

Flekso-reuna johtuu liian suuren puristavan voiman jakautumisesta rasteripisteiden muodostumisessa ja se nähdään vaaleutena painojäljen reunoilla: tämä on esitelty kuviossa 12. (Oittinen & Saarelma 2009, 45). Toisaalta jos painetta alennetaan liikaa, vaaleiden sävyjen laatu alenee. Vaaleat sävyt ovatkin yksi fleksopainatuksen suurimmista ongelmista, sillä vaaleissa sävyissä käytettävät painoaiheet eivät toimi oikein nippipuristuksen vuoksi. Toisaalta tummien värien sävyntoistossa voidaan havaita ongelmia, sillä se voi tukkeutua joko nippipaineen tai väripartikkeleiden vuoksi. (Ristimäki, Spännäri & Viluksela 2010, 87)

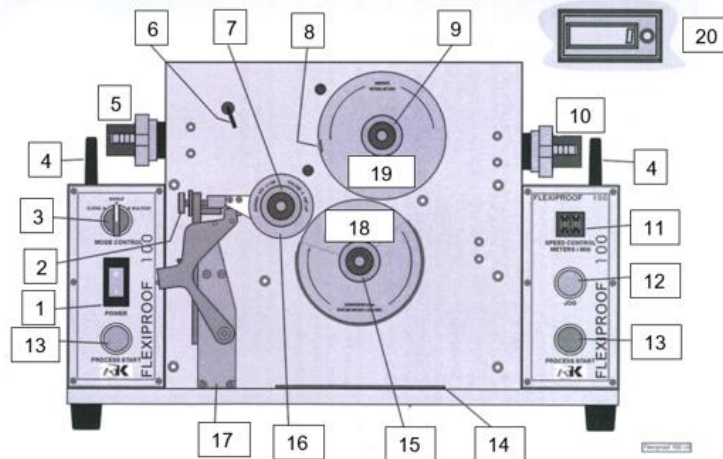


KUVIO 12. Flekso-reuna (Kipphan 2001, 47)

3 KÄYTTÖÖNOTETTAVA LAITE

3.1 Flexiproof 100

Kuviossa 13 on esitelty käyttöönotettava laite eri komponentteineen. Eräs huomattava ero edellä mainittuun teoriaan on se, että anilox-telan yhteydessä ei ole perinteistä värikaukaloa, muttei myöskään kammiota. Laitteessa käytettävä painoväriin annostelumenetelmä on ikään kuin näiden yhdistelmä: anilox-telan yhteydessä on kaukalo, mutta sen pohjan muodostaa raakeliterä ja sen sivuilla sijaitsevat padot. Kaukalon tilavuus ei ole kovin suuri: painoväriin annostelu siihen tapahtuu käyttämällä pipettiä. (RK-Print)



1. Virtakytkin
2. Raakeliterän säätöruuvi/lukitusmutteri
3. Toimintatilan ohjauskytkin
4. Nostokahva
5. Anilox- ja painotelan välisen nipin säätö/nippivälän lukema
6. Kuusiokoloavain
7. Kiinnitysmutteri (oikean käden kierteellä)
8. Näytteen kiinnityskohta
9. Kiinnitysmutteri (oikean käden kierteellä)
10. Paino- ja puristustelan välisen nipin säätö/nippivälän lukema
11. Nopeuden säätö
12. Jog-painike
13. Prosessin käynnistyspainike
14. Painotelan peili
15. Kiinnitysmutteri (vasemman käden kierteellä)
16. Anilox-tela
17. Raakeliteräasetelma
18. Painotela
19. Puristustela
20. Vasemman nostokahvan takana sijaitseva laskuri painetuista näytteistä

KUVIO 13. Flexiproof 100 komponentteineen (RK-Print, muokattu)

Laitteessa on tässä tapauksessa mahdollista käyttää kolmea erilaista anilox te-
laa, joissa linjatiheys ja rasterikupin tilavuus vaihtelevat (sekä yksittäisten anilox-
telojen että niiden vasemman ja oikean puolen välillä): linjatiheydet ovat 55 l/cm
ja 80 l/cm, 100 l/cm ja 120 l/cm sekä 160 l/cm ja 200 l/cm; vastaavassa järjestyk-
sessä rasterikuppien tilavuudet ovat 18 cm³/m² ja 12 cm³/m², 8 cm³/m² ja 7
cm³/m² sekä 6 cm³/m² ja 5 cm³/m². Laitteessa on myös mahdollista vaihtaa paino-
nolaatta, jolloin voidaan painaa hyvin monipuolisiakin kuvia: käytettävän paino-
laatan paksuus tulee olla 1,14 mm ja sen kanssa käytettävän pehmusteen pak-
suus tulee olla 0,5 mm. (RK-Print)

Sekä värinsiirto- että painonippiä voidaan säätää kuviossa 7 mainituista sääti-
mistä. Kumpaakin asetusta voidaan säätää välillä 1–175 µm. Arvoa ei tule mis-
sään tapauksessa asettaa tai edes yrittää asettaa näiden raja-arvojen yli: kysei-
sestä teosta voi koitua vahinkoa laitteistolle. Ajonopeutta voidaan myös säädellä
välillä 1–99 m/min, mutta raja-arvojen käyttöä painatuksessa ei suositella, sillä
kummallakin on omat heikentävät vaikutuksensa painojäljen laatuun. (RK-Print)

3.2 Turvallisuusseikat

Tärkeintä laitetta käyttäessä on olla käyttämättä löysiä vaatteita ja pitkien hiusten
tulee olla kiinni. Näin vältetään siltä, että kumpaankaan nippiin ei päädy sinne
kuulumattomat asiat. Lisäksi on suotavaa, että laitteen läheisyydessä ei ole ke-
tään muuta suorittajan lisäksi, jotta vältetään edellä mainitulta tapahtumalta. (RK-
Print)

Laitteessa on kuitenkin turvallisuutta lisääviä ominaisuuksia: Tärkeimpänä on
prosessin käynnistysmekanismi, jossa täytyy painaa kahta käynnistysnappia sa-
maan aikaan, jotta painatus olisi tapahtuakseen. Tämä varmistaa sen, että itse
käyttäjän kädet eivät joutuisi nippiväleihin. Toisaalta laitteen nippien kumma-
kin puolella on eräänlaiset suojat, joiden ansioista on käytännössä lähes mah-
dotonta saada mitään ylimääräistä nippien väliin, mutta yleinen varovaisuus on
silti suotavaa niiden lähellä työskennellessä. Nämä suojat myös hieman ohjaa-
vat paperin kulkua prosessissa.

4 KÄYTTÖÖNOTTO

Käyttöönotto suoritettiin laajamittaisen testaamisen kautta: testaukseen kuului sekä kartonki- että paperilaatuja erilaisine ominaisuuksineen. Tärkeintä testauksissa oli saada laadukas painojälki mahdollisimman kevyillä nippipaineilla: pyrittiin niin sanottuun ”suudelman kevyeen” painatusjälkeen, jossa painoväri siirtyy juuri ja juuri painettavan materiaalin pintaan, mutta silti muodostaen hyvän painojäljen. Tästä syystä testaaminen kohdentui miniminippipaineiden sekä optimaalisen ajonopeuden löytämiseen ja näiden tulosten tutkimiseen.

Testauksessa painovärinä käytettiin FlintGroupin Premo®Board PMS Process Blue U:ta. Väritään painoväri oli sinistä ja viskositeetiltaan sen mitattiin olleen 120 mPa·s testausten suoritushetkellä. Sen sijaan painovärin koostumusta ei voitu määrittää tätä opinnäytetyötä varten, mutta erittäin tärkeää oli, että viskositeetti oli sopiva fleksopainatusta varten. Tärkeintä oli varmistaa painovärin huolellinen sekoittaminen ja suodatus mahdollisten sakkaumien vuoksi, sillä painoväri oli noin kahdeksan vuotta vanhaa testausten suoritushetkellä.

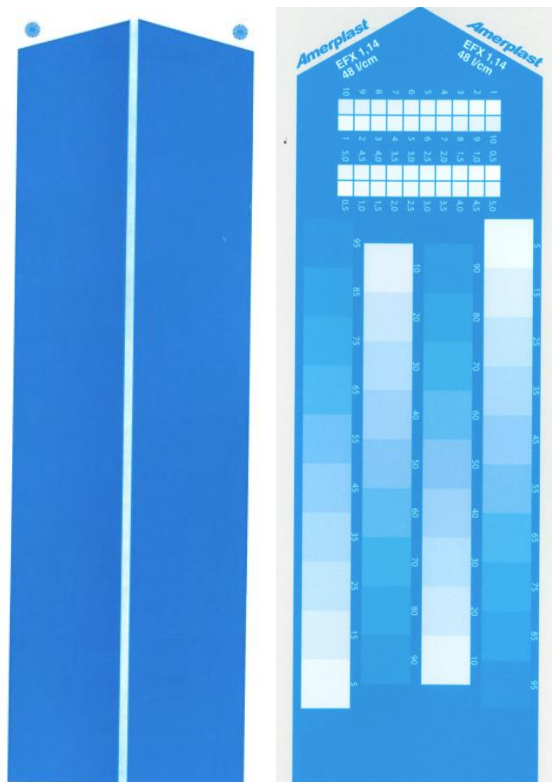
4.1 Ajosarjat

Ajosarjat aloitettiin käyttämällä RK-Printin lähettämiä päällystettyjä paperisia koepaloja, joiden neliömassaksi oli ilmoitettu 80 g/m². Näiden avulla päästiin nopeasti ymmärrykseen siitä, kuinka herkästi painojälkeen muodostuu erilaisia virheitä. Lisäksi näiden koepalojen painatuksen aikana pystyttiin kirjaamaan erilaisia seikkoja laitteen toiminnasta, joita ohjeissa ei ole mainittu.

Kyseisten koepalojen jälkeen laajennettiin kartonkeihin: neliömassaltaan nämä olivat 175 g/m², 160 g/m² ja 115 g/m², joista kaksi viimeistä olivat kumpikin päällystettyjä kartonkeja. Nämä kaksi viimeistä kartonkilaatua olivat pintaominaisuuksiltaan lähes identtiset, mutta niitä tutkiessa keskityttiin paksuuden vaikutukseen painatustuloksissa. Viimeisenä paperilaatuna käytettiin kraft-paperia, jonka neliömassa oli kaikista pienin, 62 g/m².

Edellä mainittujen koepalojen jälkeen painolaatta vaihdettiin tasaisesta enemmän kuvioituun ja ajosarjoja tehtiin kolmelle erilaiselle paperilaadulle, mukaan luettuna yksi kartonkilaatu: RK-printin päällystetty paperi, sanomalehtipaperi ja päällystetty ja valkaistu kraftliner, joiden neliömassat olivat samassa järjestyksessä 80 g/m², 48 g/m² ja 175 g/m².

Ajosarjoja tehtiin kahdella erilaisella painolaatalla, sekä RK-Printin lähettämällä sekä myöhemmin Amerplastilta tilatulla painolaatalla; nämä painolaatat on esitetty kuviossa 14, jossa vasen on niin kutsuttu tasainen painolaatta ja oikea Amerplastilta tilattu painolaatta. Kumpikin laatta on paksuudeltaan 1,14 mm, mikä on tärkeää paksuus painatuksen kannalta. Painolaattojen erona on se, että Amerplastin laatassa on rasterikuviointia 48 l/cm linjatiheydellä erilaisin täyttöprosenttein: pienemmissä ruuduissa täyttöprosentti kasvaa joko 1 tai 0,5 prosenttia, isommissa ruuduissa täyttöprosentit kasvavat 10, alkaen joko 5:stä tai 10:stä. Testausta varten hankittiin uusi painolaatta, sillä alkuperäisen laatan avulla oli hankala määrittellä esimerkiksi tukkeutumista tai värien toistettavuutta, koska painojälki oli aina lähestulkoon sama. Kuitenkin alkuperäisen laatan avulla pysyttiin määrittelemään useita seikkoja painamiseen liittyen. Nämä tulokset käydään pohdinnassa läpi.



KUVIO 14. Käytetyt painolaatat

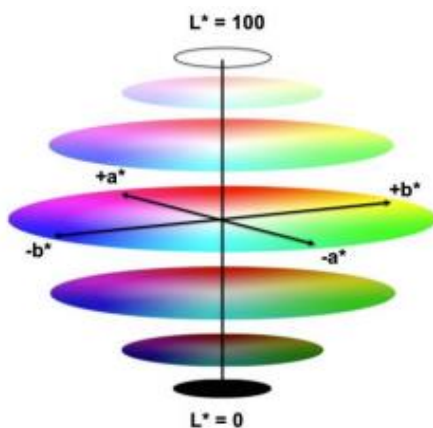
4.2 Tulosten tarkastelu

Tulosten tarkastelu jaettiin tässä työssä kolmeen osaan: CIE $L^*a^*b^*$ - ja densiteetti-
arvojen mittaamiseen sekä rasterikuvioinnin rasteripisteiden tutkimiseen. Näihin
liittyvät seikat käydään läpi niiden omissa alaluvuissa.

Sen sijaan tulosten pohdinta on sijoitettu lukuun 5. Tuloksia verrattiin teoriaan ja
sen kautta pystyttiin muodostamaan johtopäätöksiä (lähes) kaikissa esiintyvissä
ilmiöissä sen perusteella.

4.2.1 CIE $L^*a^*b^*$

CIE $L^*a^*b^*$, kirjoitetaan myös CIELAB, on yksinomaan värien yhteydessä käytet-
tävä väriavaruus, jolla väreille voidaan antaa lukuarvoja. Väriavaruuteen kuuluu
kolme ulottuvuutta: L^* kuvaa valoisuuden arvoa välillä 0–100 (nolla kuvastaa
mustaa ja 100 valkoista), a^* kuvaa punaisen sekä vihreän välistä akselia (positiivinen
arvo on vihreän puoleinen; negatiivinen on punaisen puoleinen) ja b^* kuvaa
keltaisen sekä sinisen välistä akselia (positiivinen arvo on keltaisen puoleinen;
negatiivinen sinisen puoleinen). Väriavaruuden tärkein ominaisuus on se, että
sen avulla voidaan tarkasti mitata eri värien L^* , a^* sekä b^* arvot ja voidaan laatia
samanlaisia värejä esimerkiksi tuotantoprosessia varten. Toisaalta näiden arvo-
jen kautta voidaan helposti muuttaa väriä halutuksi, oli kyse sitten valoisuudesta
tai muunlaisesta värimuutoksesta. CIELAB väriavaruus on esitetty kuviossa 15.
(Sappi 2013)



KUVIO 15. CIE $L^*a^*b^*$ väriavaruuden ulottuvuudet (Sappi 2013)

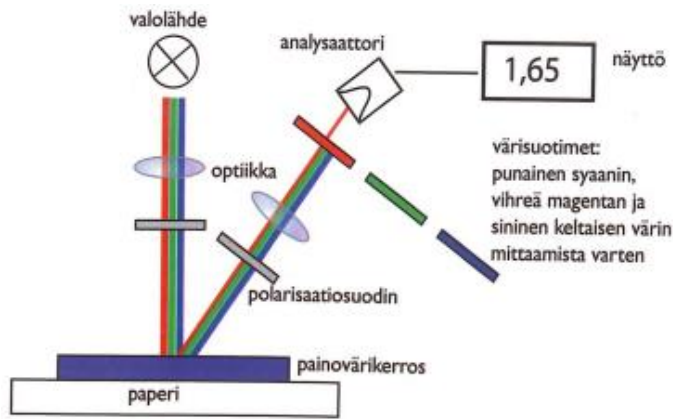
CIE L*a*b* tulosten tarkastelu suoritettiin X-Rite eXact spektrofotometrillä, mikä on esitetty kuvassa 1. Jokaisesta materiaalilaadusta valittiin maksimissaan 10 parasta koepalaa, joista mitattiin edellä mainitut väriarvot ja niiden avulla tehtiin tarvittavat päätelmät. Mittauksissa keskitytään eritoten L*- ja b*-arvoihin, L* kuvastaa värin vaaleutta ja b*-arvo on juuri siniselle värille tarkoitettu akseli, joten kumpikin arvo on erittäin tärkeä tuloksia tarkasteltaessa. L*a*b*-arvoja mitattiin kolmesta eri kohdasta kummaltakin linjatiheyden puolelta niistä koepaloista, jotka painettiin tasaisella painolaatalla ja viidestä kohdasta niistä koepaloista, jotka painettiin Amerplastin painolaatalla. Viimeisimmällä mainitulla painolaatalla painetut koepalat mitattiin siten, että mitattu kohta oli eri täyttöprosentteilla painettu; tässä tapauksessa mitatut täyttöprosentit olivat 5, 25, 55, 75 ja 100 % kummaltakin puolelta.



KUVA 1. X-Rite eXact spektrofotometri

4.2.2 Densiteetti

Densiteetillä tarkoitetaan yksinkertaisesti sanottuna värin tummuutta. Se kuvastaa painetun painovärikerroksen paksuutta, mutta myös sen vuorovaikutusta valon kanssa: toisin sanoen värin kykyä absorboida ja heijastaa valoa. Densiteettiä mitattiin densitometrillä, mikä on laajasti käytetty laite juuri densiteetin mittauksessa. Kyseisen laitteen toimintaperiaate on esitetty kuviossa 16. (Ristimäki, Spännäri & Viluksela 2010, 148)



KUVIO 16. Densitometrin periaate (Ristimäki, Spännäri & Viluksela 2010, 148)

Densiteetin mittaus voidaan suorittaa käyttämällä edellä mainittua X-Rite eXact spektrofotometriä. Mitatut lukemat useimmiten vaihtelevat välillä 0–3; mitä suurempi luku on, sitä vähemmän valoa heijastuu painovärikerroksesta ja päinvastoin. Densiteetin arvot esiintyivät $L^*a^*b^*$ arvojen yhteydessä, josta ne voidaan kirjata ylös. (Ristimäki, Spännäri & Viluksela 2010, 149)

4.2.3 Rasterointi ja pisteenkasvu

Rasterointi tarkoittaa sitä, että painettava kuva painetaan käyttämällä pieniä rasteripisteitä, joiden kokoa muuttamalla voidaan säädellä kuvan sävyjä. Rasteroinnin tärkeitä ominaisuuksia ovat linjatiheys ja sen kulma sekä rasteripisteen muoto ja rakenne. Linjatiheys kuvaa rasteripisteiden määrää tiettyyn etäisyyteen verrattuna, esimerkiksi senttimetriä tai tuumaa kohden. Esimerkiksi jos linjatiheys on 40 linjaa/cm (l/cm), tällöin rasteripisteiden etäisyys toisistaan on 0,25 mm. Mitä suurempaa linjatiheyttä käytetään, sen tarkemmalta painettava kuva tulee näyttämään. Linjatiheyden lisäksi voidaan vaikuttaa näiden linjojen kulmaan: kulmia muuttamalla rasterikuviointia pystytään häivyttämään, jotta kuvan värimaailma olisi tasaisemman näköinen ja rasterikuviointi ei olisi paljaalla silmällä havaittavissa niin helposti. (Ristimäki, Spännäri & Viluksela 2010, 20–23)

Rasteripisteiden rakenne ja muoto myös vaikuttavat vahvasti lopulliseen painojälkeen; rasteripisteitä voidaan painaa esimerkiksi pyöreinä, neliöinä tai elliptisinä. Näiden lisäksi käytetään kahta erilaista menetelmää erilaisten sävyjen

muodostamisessa: amplitudimoduloitua ja taajuusmoduloitua rasterointia. Amplitudimoduloitu (AM) -rasterointi on käytössä näistä kahdesta enemmän ja siinä vaikutetaan rasteripisteiden kokoon eri sävyjen saavuttamiseksi. Pisteiden keskipisteiden etäisyydet ovat vakiot, mutta niiden kokojen muuttuessa sävy muuttuu. Sen sijaan taajuusmoduloitu (FM) -rasterointi on enemmän linjatiheyteen liittyvä, sillä siinä vaikutetaan rasteripistetihyteen; kuitenkin erona on se, että tässä rasterointimenetelmässä tiheys on pinta-alaa kohden, sillä siinä useimmiten käytetään hajapisterakennetta. Lisäksi menetelmässä rasteripisteiden koot pysyvät vakioina. (Ristimäki, Spännäri & Viluksela 2010, 21–22)

Näiden sijaan termi pisteenkasvu viittaa rasteripisteiden kasvamiseen erilaisten vaikuttajien vuoksi: esimerkiksi itse painolaite ja sen asetukset sekä siinä käytettävä painoväri vaikuttavat siihen. Pisteenkasvu on huomattavinta keskisävyissä ja karheammissa painomateriaaleissa. Pisteenkasvu nähdään painojäljessä tummumisena ja sitä joko kompensoidaan kuvankäsittelyssä tai sitten pyritään vaikuttamaan pisteenkasvuun vaikuttaviin tekijöihin, esimerkiksi edellä mainittuihin seikkoihin liittyen painoväriin ja -laattaan. (Ristimäki, Spännäri & Viluksela 2010, 23)

Edellä mainittuja seikkoja tutkittiin käyttämällä paperilaboratorion mikroskooppia (kuva 2) ja Image Pro 9.1 Premier -ohjelmistoa: näillä apuvälineillä voitiin suora-
toistona tutkia painettuja koepaloja ja niiden rasterikuviointia ja niistä voitiin ottaa myös kuvia myöhempää tutkimista varten. Kuitenkin rasterilinjojen kulmaa ei tutkittu, koska linjat olivat vakiot ja käytössä oli vain yksi väri. Lisäksi rasterikuvioinnissa oli käytetty AM-rasterointimenetelmää, joten FM-rasteroinnin tutkiminen voitiin sivuuttaa. Tarkennettuna rasterikuviointia tutkittiin siten, että painetuista koepaloista leikattiin irti kummankin linjatiheyden puolelta pala, johon kuului 5, 15 ja 25 % täyttöprosentit. Jokaisesta materiaalilaadusta valittiin viisi parasta koepalaa, joista edellä mainitut pienemmät koepalat leikattiin ja niistä tutkittiin edellä mainittuja rasteripisteen ominaisuuksia, eritoten täyttöä, muotoa, värin tasaisuutta ja pisteenkasvua.



KUVA 2. Nikon Eclipse E400 mikroskooppi

4.3 Käyttöohjeiden laadinta

Laitteen käyttöohjeet (Liite 1) laadittiin sekä opiskelijan suorittamien testausten että laitteen mukana lähetettyjen ohjeiden mukana. Ohjeet pitävät sisällään jokaisen vaiheen laitteen käynnistämisestä painettuun koepalaan ja huolto-ohjeet liitetyen osien puhdistukseen ja kuluvien osien vaihtoon; kaikki nämä vaiheet ovat esitetty tekstin ohella myös kuvilla.

Yksityiskohtaisen ohjeiden lisäksi laadittiin tiiviimpi kooste sekä suomeksi (Liite 2) että englanniksi (Liite 3) laitteen nopeampaa ja siten jouhevampaa käyttöä varten. Tiiviimpi kooste on laadittu Tampereen ammattikorkeakoulun paperilaboratorion muiden ohjeiden tyyliä noudattaen: vaiheet on esitetty laatikoina järjestyksessä ja vaiheisiin on viitattu lisäohjein, jos niille on tarvetta.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Tässä luvussa käydään ensin läpi ajosarjat ja niistä saadut tulokset liittyen mitattuihin arvoihin ja rasteripisteiden tutkimiseen. Aivan lopuksi käydään läpi johtopäätöksiä laitteen toimintaan liittyen ja mahdollisia korjausehdotuksia ja opinnäytetyöstä suoriutumista ylipäätään.

5.1 Ajosarjat

Laitteella painettiin kuutta erilaista materiaalia: oli paksua, ohutta, päällystettyä ja päällystämätöntä, paperia ja kartonkia. Nämä materiaalit on esitetty taulukossa 2, jossa on samalla lueteltu eri ajoasetukset jokaiselle materiaalille. Painatuksia tehtiin kaiken kaikkiaan noin 150, joiden myötä laitteen toiminnasta ja kyvykkyydestä oppi paljon: miten erilaiset materiaalit käyttäytyvät erilaisiin ajoasetuksiin, mitkä ajoasetukset ovat parhaimmat millekin materiaalille, mitkä menetelmät ovat parhaimmat ajatellen laitteen nopeaa ja jouhevaa käyttöä, ja niin edelleen. Painatuksia tehdessä huomattiin asetuksista seuraavia seikkoja: useimmiten värinsiirtonipin asetuksella ei ollut läheskään niin paljon merkitystä painatuksen laadulle kuin painonipin asetuksella, koska painettavan materiaalin paksuus vaihteli huomattavasti. Värinsiirtonipin asetus olisi voitu todennäköisesti pitää sen alkuperäisessä asetuksessa 105, mutta sen vaikutusta oli luonnollisesti tärkeää testata ja kuten aiemmin on mainittu, mitä pienemmät nippipaineet, sen parempi kuuluvien osien ja painojäljen kannalta; toisin sanoen ainakin pienempää painetta oli siis hyvin tärkeä testata. Toisaalta jos painonipin asetus oli heti sopivan tietylle materiaalille, painetta pienennettiin, kunnes tuli vastaan se piste, kun väriä alkoi puuttua painojäljestä. Tässä vaiheessa painetta lisättiin takaisin edelliseen asetukseen ja testattiin eri värinsiirtonipin paineita ja ajonopeuksia.

TAULUKKO 2. Flexiproof 100 ajosarjat

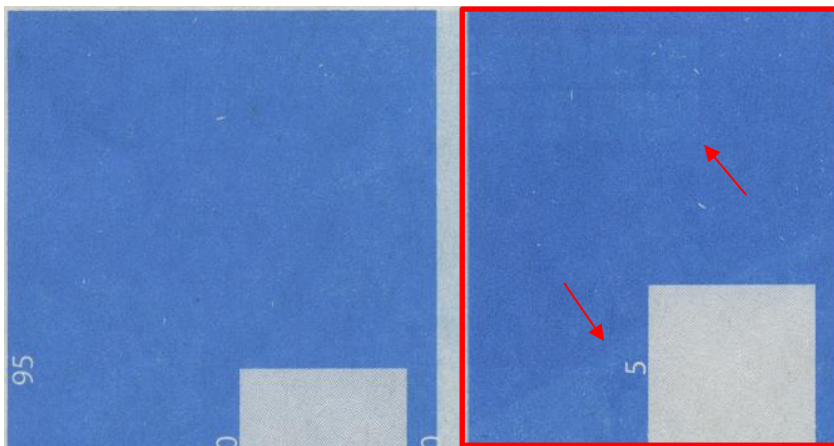
Ajosarja	Painettava materiaali	Karheus (ml/min)	Paksuus (μm)	Värinsiirto- nipin asetus (μm)	Painonipin asetus (μm)	Ajonopeus (m/min)
Tasainen painolaatta						
1	RK-Printin päällystetyt koepalat 80 g/m ²	4	85	105–115	110–140	20–90
2	Kemiart Graph+ päällystetty WKL 115 g/m ²	25	108	105–120	120–145	20–90
3	Kemiart Graph+ päällystetty WKL 160 g/m ²	75	174	105–120	120–145	30–70
4	Kemiart Brite päällystämätön WKL 175 g/m ²	551	189	80–110	100–145	30–50
5	Kraft-paperi 62 g/m ²	241	79,5	95–115	85–135	20–60
Amerplast painolaatta						
6	RK-Print päällystetyt koepalat 80 g/m ²	4	85	105–110	110–145	10–70
7	UPM Brite sanomalehtipaperi 48 g/m ²	198	81	105–125	100–135	30–70
8	Kemiart Brite päällystämätön WKL 175 g/m ²	551	189	120–130	105–125	30–70

Taulukosta voidaan hieman päätellä materiaalien ominaisuuksista ja niiden painattamisesta. Ensimmäisenä huomataan, että mitä suurempi materiaalin neliömassa on, sillä paksumpaa kyseinen materiaali on. Toisaalta taulukosta ei nähdä kovin helposti paksuuden vaikutuksesta painonipin asetuksiin, sillä listatut asetukset ovat kutakuinkin yhtä suuria. Asetukset olivat lähes samat koska yllä listattujen niin sanottujen raja-arvojen ylittämistä koitui omia ongelmiaan, koska materiaaleilla oli omat pintaominaisuutensa: esimerkiksi sileää materiaalia ei tarvinnut painaa niin kovalla paineella kuin karheaa materiaalia, mutta tähän vaikutti myös materiaalin paksuus. Mitä ohuempaa materiaali on, sitä suurempi paine vaadittiin, koska paine ilmoitetaan tässä tapauksessa nippivälin lukemana. Esimerkiksi kraft-paperin painatuksessa käytettiin erittäin suurta painetta (eli nippiväli oli erittäin pieni), koska materiaali oli ohutta ja suhteellisen karheaa muihin materiaaleihin verrattuna. Tälle vastakohtana oli esimerkiksi Kemiartin Graph+

päällystetty kraftliner 115 g/m² neliömassalla: koska materiaali oli sileää ja kaikista testatuista materiaaleista keskivertaisen ohutta, sen painamiseen ei tarvittu kovinkaan paljoa painetta (toisin sanoen nippiväli oli erittäin suuri) että saatiin hyvä painojälki. Sen sijaan ajonopeudella ei niinkään ollut riippuvuussuhdetta edellä mainittuihin seikkoihin, mutta testausten perusteella huomattiin, että parhaimmat koepalat painettiin nopeuksilla 30–70; näiden raja-arvojen ylittämisestä koitui painojäljen ongelmia, varsinkin sileillä materiaaleilla.

Testejä tehtiin eritoten RK-Printin omille koepaloille sekä kraft- ja sanomalehtipaperille, koska näistä huomattiin eniten erilaisia painojäljen ongelmia ja niiden testausta haluttiin jatkaa niiden korjaamiseksi. Huomattavimmat painojäljen virheet olivat painovärin puuttuminen (Liite 1, s. 23) sekä erilaiset painojäljen rakenteet liittyen nopeuteen (Liite 1, s. 24) ja flekso-reunaan (Liite 1, s. 25).

Sanomalehden painamisesta huomattiin myös eräs selittämätön virhe, mikä on esitetty kuviossa 17. Oletettavasti virhe johtuu värinsiirtonipin paineesta, sillä painonipin painetta säätäessä ongelma ei ratkennut; toisaalta värinsiirtonipin paineen säätäminen suuremmaksi tai pienemmäksi ei myöskään auttanut ongelmaan täysin. Kuviointi ei näkynyt niin selvästi pienemmällä paineella, mutta ero oli erittäin pieni. Erikoisinta on se, että kuviointi näkyi selvästi vain toispuoleisesti 160 l/cm puolella; vika on nähtävissä myös 200 l/cm puolella, mutta erittäin vaikeasti. Tämä toispuoleisuus on myös nähtävissä muilla anilox-teloilla, mutta vika nähdään vain toispuoleisesti ja se on aina pienemmällä linjatiheydellä. Tätä vikaa ei mainittu työohjeissa, koska sille ei varsinaisesti löydetty ratkaisua, mutta myös siitä syystä, että vika ilmeni vain silloin kun käytettiin Amerplastin painolaattaa sanomalehden sekä valkaistun kraft-linerin painamiseen. Sinänsä vika ei ole vakava, mutta se vaikuttaa hieman tulosten tarkasteluun, jos haluttaisiin tutkia pienemmän linjatiheyden 90 % rasterikuviointia. Toisaalta vika esiintyi vain päällystämättömillä, karheapintaisilla materiaaleilla, joten niin suurten täyttöprosenttien tutkimien ei olisi muutenkaan kovin informatiivista.



KUVIO 17. Painolaatan kuvan toistuminen 160 l/cm puolella

5.2 Rasteripisteiden tutkimisen tulokset

Taulukossa 3 on esitetty ajoasetukset niille materiaaleille, joita käytettiin rasteripisteiden tutkimiseen. Koepalat valittiin siten, että voitiin vertailla nopeuden, paineiden ja anilox-telan vaikutuksia rasteripisteisiin. Kaikki koepalat tutkittiin käyttäen 40-kertaista tarkennusta edellä mainitussa mikroskoopissa.

TAULUKKO 3. Ajoasetukset niille materiaaleille, joita käytettiin rasteripisteiden tutkimiseen

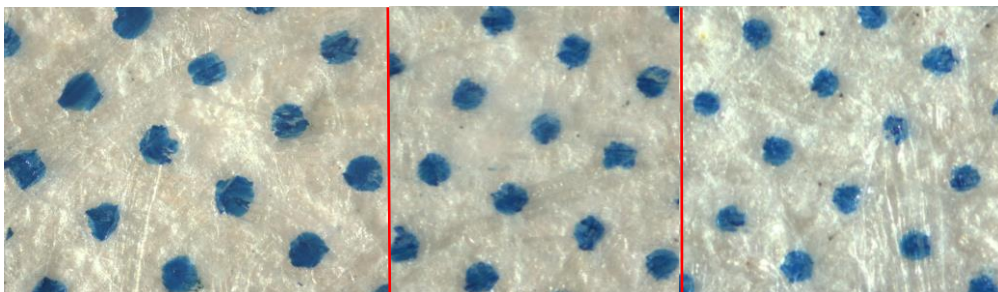
Ajosarja	Painettava materiaali	Värinsiirtonipin asetus	Painonipin asetus	Ajonopeus
6	RK-Print päällystetyt koepalat 80 g/m ²	105	110–130	10–50
7	UPM Brite sanomalehtipaperi 48 g/m ²	105–110	105–100	50
8	Kemiart Brite päällystämätön WLK 175 g/m ²	120	105	30–70

Käydään aluksi läpi sanomalehdestä saadut tulokset. Sanomalehden koepalat ovat esimerkillisyyden vuoksi esitetty kuviossa 18. Kuvasta nähdään myös millä periaatteella palat on leikattu kokonaisista koepaloista.



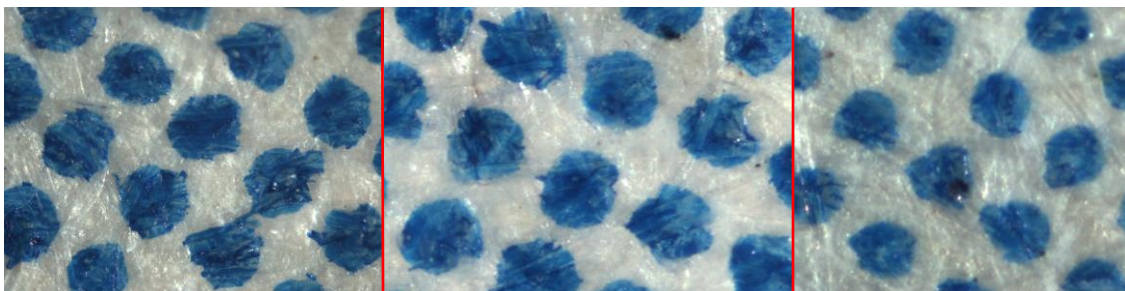
KUVIO 18. UPM Brite sanomalehden rasteripisteiden tutkimisen koepalat

Alun perin ajatuksena oli tutkia rasteripisteitä sanomalehdestä kiinnittäen erityistä huomiota linjatiheyteen, sillä parhaimpien valittujen joukossa se oli suurin muuttuja. Kuitenkin otettuja kuvia vertaamalla huomataan, että esimerkiksi vertaamalla kuvion 19 rasterikuvioita 5 % täytöllä, joiden ajoasetus on ollut likimain sama, mutta täyttöprosentti anilox-telan linjatiheys on ollut 55 l/cm, 100 l/cm ja 160 l/cm (kuviossa vasemmalta oikealle vastaavassa järjestyksessä, kyseinen järjestys pätee kaikkiin tuleviin kuvioihin). Toisaalta pienimmällä linjatiheydellä painettu koepala vaikuttaa huonoimmalta ja suurimmalla linjatiheydellä painettu vaikuttaa parhaimmalta, mutta tulee ottaa huomioon, että kyseessä on suhteellisen karkea materiaali, joten satunnaiset pinnanmuodot vaikuttavat painojälkeen. Toisin sanoen, alla nähtävä kuvio ei toisaalta ole kovin luotettava niin pienellä täyttöprosentilla. Mainittakoon tähän väliin vielä, että pisteiden koko ei välttämättä ole aivan realistinen, sillä teoriassa saman täyttöprosentin pisteet pitäisi olla samankokoiset, mutta kuvien muokkaussyistä niiden koko on hieman todellisudesta poikkeava.



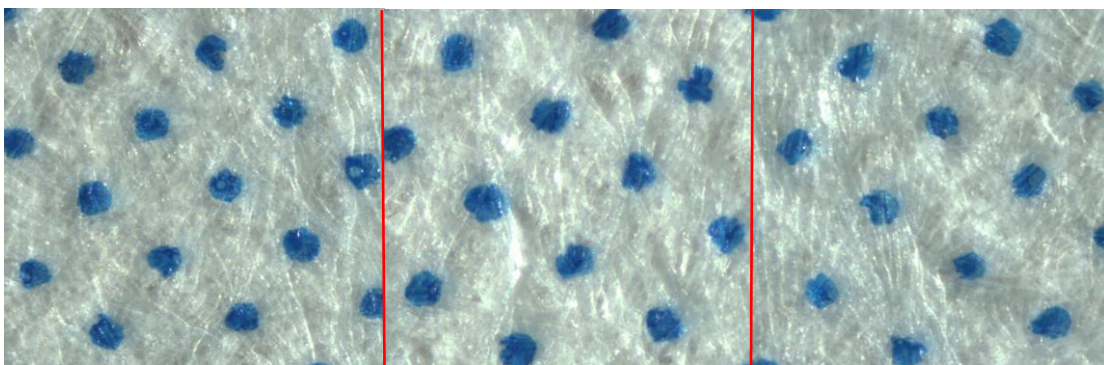
KUVIO 19. Linjatiheyksillä 55, 100 ja 160 l/cm painettujen koepalojen rasteripisteitä 5 % täytöllä

Sen sijaan, jos verrataan samoja linjatiheyksiä mutta 25 % täyttöprosentteilla, ero on helpommin huomattavissa, sillä pisteet ovat sen verran suurempia, että ne eivät koe pisteenkasvua niin paljon painettavan materiaalin pinnanmuotojen vuoksi mitä suuremmaksi linjatiheys kasvaa. Tämä huomataan kuviosta 20 jossain määrin. Kuviosta nähdään, että mitä suuremmaksi linjatiheys kasvaa, sen paremmin rasteripisteet pitävät pyöreähköön muotonsa (mainittakoon että rasteripisteet ovat silti kasvaneet, vaikka ne ovat paremmat 5 % verrattuna). Näissäkin kuitenkin pinnan karheudella on oma vaikutuksensa, mutta rasteripisteiden pinta-alat ovat sen verran suuremmat 5 % verrattuna, että kuviota voidaan pitää luotettavampana. Kuviosta huomataan myös linjatiheyden vaikutus värin sävyyn: mitä suurempi linjatiheys on, sen vaaleampi muodostuneen rasteripisteen sävy on ja päinvastoin.



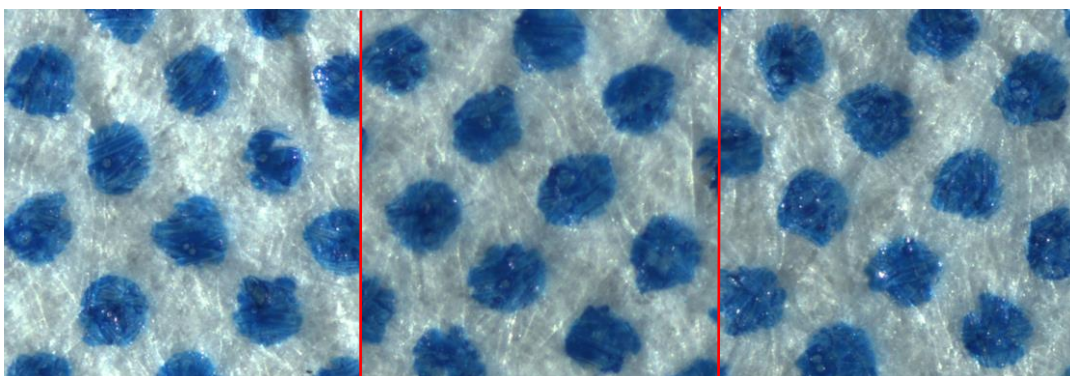
KUVIO 20. Linjatiheyksillä 55, 100 ja 160 l/cm painettujen koepalojen rasteripisteitä 25 % täytöllä

Seuraavaksi tutkittiin rasteripisteitä päällystämättömässä kartongissa, mutta keskittymisen kohde oli ajonopeuden vaikutuksessa niihin. Kuviossa 21 nähdään linjatiheyksillä 160 painetut koepalat 5 % täytöllä, mutta niiden painamiseen käytetyt ajonopeudet olivat 30, 50 ja 70 m/min (vasemmalta oikealle vastaavassa järjestyksessä) ja muut ajoasetukset olivat täysin identtiset. Tässäkään tapauksessa 5 % täytöstä ei nähdä paljon, mutta rasteripisteistä nähdään hieman sävyeroa ja eroa rakenteessa: pienemmällä ajonopeudella rasteripisteet vaikuttavat hieman tummemmilta ja eheämmiltä jos niitä verrataan 70 m/min ajonopeuden rasteripisteisiin, jossa pisteiden nähdään olevan hieman vaaleammat ja osa rasteripisteistä ovat hieman pienempiä mitä niiden pitäisi olla. Näitä kuitenkin voidaan osittain selittää pinnanmuodon vaihtelulla: jos pinnanmuoto on tavallista korkeammalla, rasteripiste leviää ja päinvastoin.



KUVIO 21. Linjatiheyksillä 160 l/cm painettujen koepalojen rasteripisteitä 5 % täytöllä nopeuksilla 30, 50 ja 70 m/min

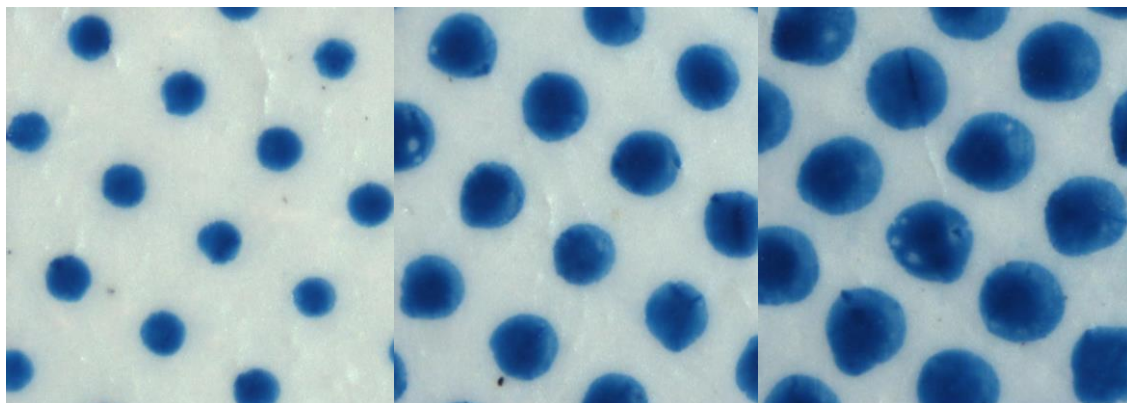
Kuvio 22 kuitenkin on jossain määrin ristiriidassa edellä mainitun kanssa, sillä nyt pienimmälläkin ajonopeudella huomataan muihin rasteripisteisiin verrattuna pienempiä rasteripisteitä, mutta ne selittynevät pinnanmuotojen vaihtelulla. Kuitenkin toteamus sävyerosta vaikuttaisi olevan jossain määrin oikea: 70 m/min ajonopeudella rasteripisteiden värin tasaisuus vaikuttaisi olevan tasaisempi hitaampiin ajonopeuksiin verrattuna. Toisaalta rasteripisteiden muotokin vaikuttaisi olevan yleisesti parempi korkeammalla ajonopeudella.



KUVIO 22. Linjatiheydellä 160 l/cm painettujen koepalojen rasteripisteitä 25 % täytöllä ja 30, 50 ja 70 m/min ajonopeuksilla

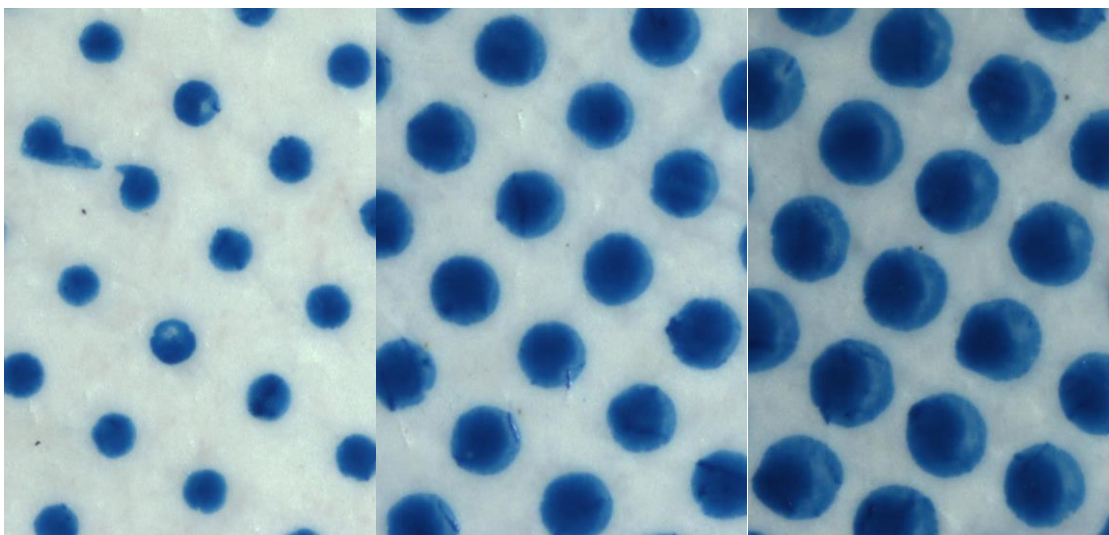
Lopuksi rasteripisteitä tutkittiin päällystetyllä paperilla. Kuviossa 23 on ensin esitellyt aiemmista rasterikuvioista poiketen 5, 15 ja 25 % täytöllä painonipin asetuksella 110 linjatiheyden ollessa 100 l/cm. Rasteripisteistä huomataan heti, että niiden keskusta on paljon tummempi reunoihin verrattuna varsinkin 25 % täytössä. Tämä toisaalta viittaisi siihen, että painetta ei ole ollut tarpeeksi, jolloin painoväri ei ole päässyt rasterikupista kokonaan ulos, jolloin painoväriä on jäänyt enem-

män rasteripisteen keskelle. Rasteripisteiden muoto on sen värin tasaisuutta lukuun ottamatta hyvä ja pisteenkasvu on erittäin pientä. Toisaalta kyse voi olla jossain määrin myös vierintävirheestä, koska rasteripisteillä on ”häntämäinen” pisteenkasvu ja se vaikuttaisi olevan aina samaan suunta osoittava kuvien perusteella.



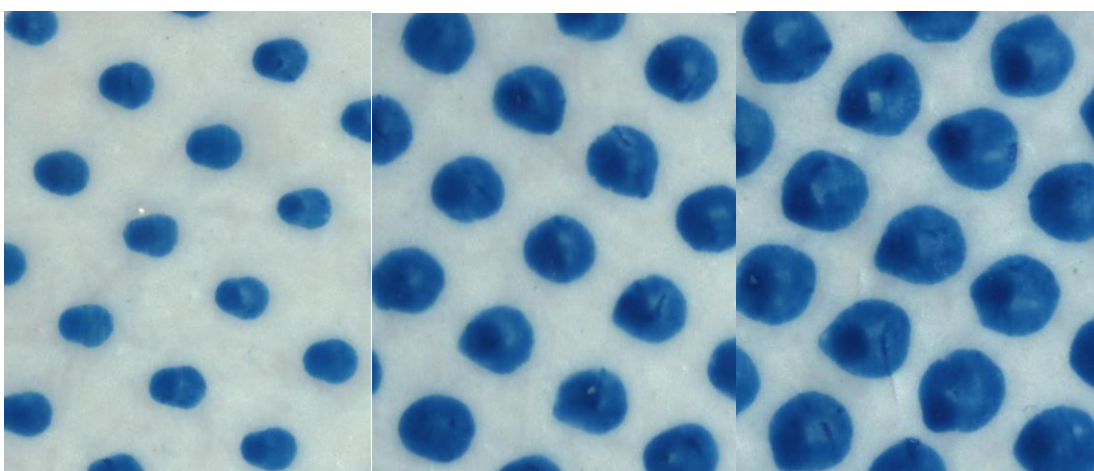
KUVIO 23. Linjatiheydellä 100 l/cm painettujen koepalojen rasteripisteitä 5, 15 ja 25 % täytöllä ja painonipin asetuksella 130

Jos yllä esiteltyä kuvioita verrataan kuvioon 24, jossa ainoana erona on suurempi painonipin paine, niin huomataan että rasteripisteisiin on muodostunut eräänlainen sirppimäinen muoto pisteiden toiselle puolelle. Tämä viittaisi siihen, että paine on ollut liian kova ja rasterikuppi on painanut liian kovaa vielä irtautuessaan painolaatasta, jolloin pisteisiin muodostuu sirppimäinen muoto. Kuten kuviossa 23, rasteripisteiden muoto on kuitenkin hyvä ja pisteenkasvua ei ole käytännössä lainkaan. Kuvioista 24 myös nähdään roskien aiheuttama ilmiötä hiukan: pienimmän täyttöprosentin rasterikentässä huomataan hieman värin leviämistä vasemmassa yläkulmassa. Tämä johtuu puhtaasti siitä, että telojen puhdistuksessa käytettiin sellaisia puhdistusliinoja, joista irtosi hieman karvoja. Näitä jäi aina pieni määrä telojen pinnalle ja ne nähdään viivamaisina kuvioina valmiissa koepaloissa.



KUVIO 24. Linjatiheydellä 100 l/cm painettujen koepalojen rasteripisteitä 5, 15 ja 25 % täytöllä ja painonipin asetuksella 110

Erityistä huomiota herättää kuvio 25, jossa huomataan rasteripisteiden ikään kuin venynyt muoto. Mikä ilmiöstä tekee erikoista on se, että sille ei ole mitään selittävää syytä (ainakaan laitteiston puolesta), sillä kuvioon 24 verrattuna erona on ainoastaan linjatiheys, mutta sen ei pitäisi aiheuttaa pisteenkasvua, joten kyseessä lienee vierintävirhe: koepala on mahdollisesti liikahtanut painatuksen aikana, mistä johtuen rasteripisteet ovat saaneet itselleen suippomaisen muodon. Lisäksi värin tasaisuus on hieman kyseenalainen, sillä joidenkin pisteiden keskeltä on tavallista vaaleampia pisteitä



KUVIO 25. Linjatiheydellä 120 l/cm painettujen koepalojen rasteripisteitä 5, 15 ja 25 % täytöllä ja painonipin asetuksella 110

Jos näitä kuvioita verrataan teoriassa ja käyttöönnotossa mainittuihin seikkoihin niin ne jotakuinkin pitävät paikkaansa: erilaisista paineista koituu joitain mainittuja ongelmia ja pisteenkasvua esiintyy eniten karheimmissa materiaaleissa niiden satunnaisten pinnanmuotojen vuoksi. Kuvio 25. on kuitenkin hieman kummastusta herättävä, koska sen rasteripisteitä ei voida selittää varmasti. Kaiken kaikkiaan tulokset olivat yllättävän hyviä painovärin ikää huomioiden. Toisaalta olisi ollut hyvä saada aikaiseksi niin sanotusti täydellinen painojälki, jossa rasteripisteiden ominaisuudet olisivat olleet parhaimmat mahdolliset, ja kyseistä koepalaa olisi voinut käyttää eräänlaisena vertauskohteena kaikille muille ei niin hyvälle painojäljille.

Rasterikentistä tutkittiin myös niiden tukkeisuutta ja huomattiin, että tukkeisuutta esiintyi selvästi eniten täyttöprosentilla 55 %, mutta tukkeisuutta oli joissain tapauksissa peräti 35 % ja 65 % täytöissäkin. Joissain tapauksissa tukkeisuus oli todella pientä ja lähes huomaamatonta (sileämmät materiaalit), toisissa tapauksissa taas rajua ja yhtäkkistä (karkeammat materiaalit). Tähän vaikutti varsinkin käytetty linjatiheys: pienemmillä linjatiheyksillä tukkeisuus oli huomattavampaa ja paljaalla silmällä sen huomasi helposti, sen sijaan suuremmilla linjatiheyksillä tukkeisuus oli vähäisempää ja sen huomasi vain looppia käyttämällä.

5.3 $L^*a^*b^*$ - ja densiteettiarvot

$L^*a^*b^*$ - ja densiteettiarvoista ei voitu päätellä niin paljon kuin suunniteltiin, koska suurimmassa osassa mitatuista arvoista esiintyi niin paljon satunnaisuutta: näiden arvojen avulla ei voitu tehdä kovin varmoja päätelmiä. Kuitenkin osassa koepaloista huomattiin syy-seuraussuhteita, jotka käydään seuraavaksi läpi. Läpi käytävät tulokset ovat valittu niin, että ne ovat mahdollisimman yleispäteviä kaikille painetuille materiaaleille.

Ensin käydään läpi $L^*a^*b^*$ -arvot. Taulukkoon 4 on merkattu esimerkkinä eri ajoasetuksilla $L^*a^*b^*$ -arvoja kun on painettu kraft-paperia. Taulukossa esimerkiksi 105/125/30 tarkoittaa värinsiirtonipin asetusta 105, painonipin asetusta 125 ja ajonopeutta 30: näiden yhteydessä on myös lueteltu linjatiheydet. Taulukon 4

avulla voidaan ensimmäisenä verrata nopeuden ja painonipin asetusten vaikutusta. Jos verrataan painonipin asetuksen aivan ääripäitä, 125 ja 85, huomataan että suuremmalla painella b^* arvo on pienempi, tarkoittaen sitä, että painojälki on väriltään sinisempi kuin pienemmällä paineella painettu. Huomataan myös, että värin valoisuus pienenee b^* -arvon pienentyessä, toisin sanoen painettu väri ei ole niinkään kirkas luvullisesti: paljaalla silmällä tätä eroa on kuitenkin erittäin vaikea huomata. a^* -arvoissa ei huomata selvää eroa, mikä on toisaalta oikein, koska a^* -akseli on eritoten vihreälle ja punaiselle värille.

TAULUKKO 4. $L^*a^*b^*$ -arvoja eri painonipin ja ajonopeuden asetuksilla

Ajoasetus		105/125/30					
L^*	37,88	36,92	36,97	37,83	36,5	38,97	
a^*	-11,72	-12,34	-12,91	-12,8	-12,02	-12,43	
b^*	-13,97	-15,84	-15,27	-14,49	-16,27	-13,88	
Linjatiheys	100 l/cm			120 l/cm			
Ajoasetus		105/85/30					
L^*	35,16	35,09	34,89	34,93	35,65	35,16	
a^*	-12,14	-13,01	-11,93	-11,4	-11,63	-10,99	
b^*	-18,3	-18,02	-18,59	-17,84	-17,08	-18,49	
Linjatiheys	100 l/cm			120 l/cm			
Ajoasetus		105/90/30					
L^*	34,51	35,8	35,07	35,4	35,67	36,31	
a^*	-11,93	-11,7	-12,19	-11,59	-11,81	-11,68	
b^*	-16,28	-16,07	-16,06	-16,14	-16,35	-15,32	
Linjatiheys	100 l/cm			120 l/cm			
Ajoasetus		105/90/60					
L^*	35,9	34,96	34,72	36,75	35,84	35,9	
a^*	-14,27	-12,95	-13,83	-13,92	-12,84	-12,38	
b^*	-16,05	-17,06	-16,89	-15,79	-16,74	-15,9	
Linjatiheys	100 l/cm			120 l/cm			
Ajoasetus		115/90/30					
L^*	35,16	34,84	34,94	36,07	36,78	37,12	
a^*	-12,23	-12,76	-13,31	-11,95	-12,41	-12,28	
b^*	-17,62	-18,04	-17,62	-17,48	-18,18	-17,32	
Linjatiheys	100 l/cm			120 l/cm			
Ajoasetus		95/90/30					
L^*	34,9	35,45	35,99	36,05	36,73	36,99	
a^*	-12,5	-12,07	-13,25	-11,71	-12	-12,09	
b^*	-16,73	-16,22	-16,28	-16	-16,11	-15,59	
Linjatiheys	100 l/cm			120 l/cm			

Jos verrataan nopeuksia 30 m/min ja 60 m/min, niin eroa ei ole käytännössä ollenkaan, koska välillä hitaamman nopeuden arvot ovat suuremmat, mutta taas välillä pienemmän. Tästä syystä nopeudesta ei voida tehdä varmoja johtopäätöksiä liittyen näihin arvoihin, mutta vaikuttaisi siltä, että nopeudella ei ole niinkään merkitystä $L^*a^*b^*$ -arvoihin. Lopuksi voidaan verrata värinipin paineen vaikutusta näihin arvoihin: esimerkkinä voidaan verrata värinipin asetuksia 95 ja 115. Arvoista kuitenkin huomataan, että eroavaisuuksia on erittäin vähän. L^* - ja a^* -arvot ovat tässäkin tapauksessa vaihtelevia ajatellen suuruusjärjestystä, joten niistä ei voida tehdä varmoja päätelmiä: toisaalta kuitenkin vaikuttaisi siltä, että värinipillä

ei ole niinkään suurta vaikutusta näihin arvoihin. b^* -arvossa huomataan pientä eroavaisuutta, sillä suuremmalla värinipin paineella painettu väri on b^* -arvoltaan pienen määrän suurempi, mikä viittaisi siihen, että pienemmällä paineella painettu koepala on väriltään enemmän sinisen puoleinen kuin suuremmalla paineella painettu.

Taulukon 5 avulla voidaan verrata linjatiheyden vaikutusta näihin arvoihin sanomalehden koepaloissa mutta myös tutkia, missä suhteessa arvot muuttuvat rasterikentän täyttyessä värillä. Tarkennukseksi mainittakoon, että taulukon 4 arvot on laadittu tasaisella painolaatalla painetuista koepaloista; taulukon 5 arvot on laadittu Amerplastin laatalla. Poikkeuksena taulukossa 5 huomataan, että siinä mittaukset on tehty rasteripistekentistä 5, 25, 55, 75 ja 100 %. Ensimmäinen huomio kiinnittyy $L^*a^*b^*$ -arvojen käyttäytymiseen täyttöprosentin kasvaessa. Taulukosta nähdään, että a^* - ja b^* - arvot liikkuvat kohti akselidensa negatiivisia päitä ja valoisuus arvo laskee: tämä käyttäytyminen on oikein, sillä värin lisääntyessä ja vaalean taustan hävitessä sen alle arvojen muuttumisen on pakko käyttäytyä näin. Huomataan myös, että a^* - ja b^* - arvojen välillä suurempi muutos tapahtuu b^* -arvoissa, sillä sininen kuuluu tälle akselille. Sen sijaan, jos verrataan näitä arvoja verrattuna linjatiheyden muuttuessa, niin huomataan, että suuremmilla linjatiheyksillä $L^*a^*b^*$ -arvot ovat suurempia, toisin sanoen painetut värin sävyt ovat vaaleampia ja a^* - ja b^* -arvot ovat lähempänä akseliensa nollakohtaa. Sama pätee myös päinvastoin: linjatiheyden pienentyessä $L^*a^*b^*$ -arvot pienentyvät, tarkoittaen sitä, että painetut sävyt ovat kaiken kaikkiaan tummempia. Nämä seikat ovat myös oikeaoppisia, sillä pienemmällä linjatiheyksillä rasterikuppikoko on suurempi, ja laskennallisesti suuremmilla rasterikupeilla verrattuna suurempaan lukumäärään paperiin siirtyy enemmän painoväriä, tehden siitä tummemman.

TAULUKKO 5. $L^*a^*b^*$ -arvojen käyttäytyminen linjatiheyden ja täyttöprosentin muuttuessa

Ajoasetus	110/110/50									
L*	76,93	64,48	50,94	44,28	44,55	78	66,28	53,06	47,55	44,15
a*	-2,19	-7,11	-14,7	-15,55	-15,11	-2,62	-8,04	-14,68	-17,28	-14,08
b*	-2,04	-15,18	-32,46	-39,85	-39,79	-2,1	-15,45	-32,06	-38,54	-38,59
Täyttöpros.	5 %	25 %	55 %	75 %	100 %	5 %	25 %	55 %	75 %	100 %
Linjatiheys	55 l/cm					80 l/cm				
Ajoasetus	110/100/50									
L*	77,76	64,78	52,22	44,35	44,58	77,2	65,9	52,53	46,7	43,88
a*	-2,28	-7,66	-14,54	-16,79	-14,25	-2,58	-7,13	-13,92	-17,18	-14,52
b*	-1,74	-16,45	-32,06	-41,1	-40,01	-2,3	-15,05	-30,67	-39,08	-39,77
Täyttöpros.	5 %	25 %	55 %	75 %	100 %	5 %	25 %	55 %	75 %	100 %
Linjatiheys	55 l/cm					80 l/cm				
Ajoasetus	105/105/50									
L*	79,08	67,9	56,17	51,64	47,82	77,95	68,55	55,84	49,39	46,81
a*	-2,24	-7,61	-13,9	-17,55	-17,27	-2,55	-7,74	-14,82	-18,08	-15,23
b*	-1,02	-14,05	-27,74	-34,43	-37,81	-1,53	-13,45	-29,84	-36,96	-36,78
Täyttöpros.	5 %	25 %	55 %	75 %	100 %	5 %	25 %	55 %	75 %	100 %
Linjatiheys	100 l/cm					120 l/cm				
Ajoasetus	105/110/50									
L*	79,37	69,11	57,73	51,33	48,11	77,96	69,48	57,98	52,87	49,08
a*	-2,26	-7,25	-14,06	-17,7	-17,78	-2,44	-7,47	-13,83	-17,88	-17,55
b*	-0,98	-12,89	-27,73	-35,46	-37,53	-1,71	-13,22	-27,32	-34,47	-37,3
Täyttöpros.	5 %	25 %	55 %	75 %	100 %	5 %	25 %	55 %	75 %	100 %
Linjatiheys	100 l/cm					120 l/cm				
Ajoasetus	110/100/50									
L*	81,33	72,97	60,99	57,91	53,17	79,82	75,1	64,04	57,39	53,32
a*	-2	-6,78	-13,44	-17,86	-21,26	-2,04	-5,88	-13,38	-17,06	-20,18
b*	0,53	-9,57	-24,31	-28,56	-35,14	0,41	-7,1	-21,36	-27,81	-34,3
Täyttöpros.	5 %	25 %	55 %	75 %	100 %	5 %	25 %	55 %	75 %	100 %
Linjatiheys	160 l/cm					200 l/cm				
Ajoasetus	105/100/50									
L*	82,4	75,31	63,17	59,85	50,32	81,66	74,32	64,98	59,24	52,67
a*	-1,89	-6,35	-13,02	-16,95	-19,03	-1,89	-5,89	-13,27	-17,79	-20,4
b*	0,94	-8,51	-21,95	-26,76	-36,64	0,88	-7,48	-20,61	-27,82	-35,18
Täyttöpros.	5 %	25 %	55 %	75 %	100 %	5 %	25 %	55 %	75 %	100 %
Linjatiheys	160 l/cm					200 l/cm				

Seuraavaksi käydään läpi densiteetti-arvoja. Tässäkin tapauksessa tutkitaan samat materiaalit samoilla ajoasetuksilla ja linjatiheyksillä niiden monipuolisuuden vuoksi. Käydään ensin läpi kraft-paperille tehdyt mittaukset, mitkä on esitetty taulukossa 6.

TAULUKKO 6. Densiteetti arvoja erilaisilla ajoasetuksilla

Ajoasetus	105/125/30					
Densiteetti	1,02	1,11	1,09	1,04	1,16	0,97
Linjatiheys	100 l/cm			120 l/cm		
	105/85/30					
	1,3	1,28	1,31	1,28	1,25	1,3
	100 l/cm			120 l/cm		
	105/90/30					
	1,3	1,29	1,28	1,25	1,27	1,19
	100 l/cm			120 l/cm		
	105/90/60					
	1,27	1,25	1,14	1,14	1,25	1,15
	100 l/cm			120 l/cm		
	115/90/30					
	1,28	1,3	1,27	1,27	1,25	1,22
	100 l/cm			120 l/cm		
	95/90/30					
	1,3	1,29	1,29	1,25	1,27	1,21
	100 l/cm			120 l/cm		

Taulukosta huomataan, että densiteetti ei niinkään muutu ajoasetusten muuttuessa, kuitenkin eräs poikkeus huomataan painonipin asetukseen liittyen. Jos verrataan esimerkiksi painonipin paineella 125 ja 90 painettuja koepaloja, niin pienemmällä paineella painetun koepalan densiteetti on ollut huomattavasti pienempi. Tämä johtunee siitä, että painolaatta ei päässyt painatushetkellä niin hyvään kontaktiin paperin kanssa, jolloin painoväriä ei siirtynyt niin paksua kerrosta paperin pinnalle, ilmentyen pienempänä densiteettinä. Värinipin paineella ja ajonopeudella ei vaikuttaisi olevan vaikutusta värin densiteettiin mittausten perusteella. Satunnaiset arvojen nousut ja laskut johtunevat käytetystä laitteesta, sillä mittausten aikana laite antoi tavallista suurempia tai pienempiä arvoja, vaikka painojälki olikin täysin tasainen väriltään (tai ylipäätään tasalaatuinen).

Lopuksi voidaan vertailla linjatiheyden ja täyttöprosentin vaikutusta densiteetteihin sanomalehden painatuksessa: tähän liittyvät tulokset on esitelty taulukossa 7. Tässäkin tapauksessa tutkitaan samoilla painoasetuksilla painettua sanomalehteä.

TAULUKKO 7. Densiteettiarvojen käyttäytyminen linjatiheyden ja täyttöprosentin muuttuessa

110/110/50									
0,13	0,44	0,99	1,52	1,51	0,12	0,41	0,92	1,34	1,48
5 %	25 %	55 %	75 %	100 %	5 %	25 %	55 %	75 %	100 %
55 l/cm					80 l/cm				
105/120/30									
0,12	0,44	0,94	1,55	1,55	0,13	0,42	0,89	1,36	1,54
5 %	25 %	55 %	75 %	100 %	5 %	25 %	55 %	75 %	100 %
55 l/cm					80 l/cm				
105/105/50									
0,11	0,38	0,78	1,08	1,32	0,12	0,37	0,82	1,24	1,34
5 %	25 %	55 %	75 %	100 %	5 %	25 %	55 %	75 %	100 %
100 l/cm					120 l/cm				
105/135/30									
0,1	0,35	0,74	1,11	1,31	0,12	0,34	0,74	1,04	1,26
5 %	25 %	55 %	75 %	100 %	5 %	25 %	55 %	75 %	100 %
100 l/cm					120 l/cm				
110/100/50									
0,07	0,27	0,63	0,79	1,13	0,09	0,22	0,54	0,81	1,1
5 %	25 %	55 %	75 %	100 %	5 %	25 %	55 %	75 %	100 %
160 l/cm					200 l/cm				
105/100/50									
0,01	0,23	0,56	0,72	1,25	0,06	0,24	0,52	0,75	1,13
5 %	25 %	55 %	75 %	100 %	5 %	25 %	55 %	75 %	100 %
160 l/cm					200 l/cm				

Tarkennukseksi tässäkin tapauksessa mainittakoon, että taulukon 7 arvot on laadittu tasaisella painolaatalla painetuista koepaloista; taulukon 6 arvot on laadittu Amerplastin laatalla. Vertaillaan ensin täyttöprosentin vaikutusta densiteettiin. Arvoista huomataan, että täyttöprosentin kasvaessa densiteetti kasvaa myös lähes suoraan verrannollisesti. Sen sijaan, jos vertaillaan linjatiheyksien vaikutusta, huomataan, että linjatiheyden kasvaessa densiteetti laskee ja päinvastoin. Tämä ilmiö selittyy samankaltaisesti kuin $L^*a^*b^*$ -arvojen yhteydessä: koska pienemmillä linjatiheyksillä rasterikuppikoko on suurempi, ja laskennallisesti suuremmilla rasterikupeilla verrattuna suurempaan lukumäärään paperiin siirtyy enemmän painoväriä, jolloin painoväriä siirtyy paksumpi kerros, vaikuttaen densiteetin arvoon kasvattavasti.

5.4 Johtopäätökset

Opinnäytetyön päätehtävänä oli muodostaa käyttöön otettavalle FlexiProof 100 laitteistolle käyttöohjeet, sekä yksityiskohtaiset suomeksi että tiiviimmät suomeksi ja englanniksi tehtyjen painatusten, testien ja mittausten perusteella. Näistä tehtävistä suoriuduttiin mielestäni erinomaisesti, sillä kaikki edellä mainitut ohjeet pystyttiin laatimaan vaikeuksista huolimatta toimiviksi ja hyvin selostaviksi. Yksityiskohtaiset ohjeet pitävät sisällään tarkat ohjeet siitä, että laitetta käytetään varmasti oikein ja laitteiston käyttävät voivat minimoida kulumien osien turhan ylimääräisen kulumisen. Ohjeissa on myös ylimääräistä tietoa verrattuna englanninkielisiin ohjeisiin, perustuen itse tehtyihin huomioihin laitteistoa käyttäessä: näitä ovat eritoten kuluviin osiin liittyvät ohjeet, jotka mahdollisesti edesauttavat osien vaihtamista oikeaoppisesti. Lisäksi ohjeet voidaan pitää melko luotettavana silloinkin, kun vaihdetaan esimerkiksi painoväristä toiseen, sillä painoväriin vaihtaminen saattaa vaikuttaa vain ohjeiden tulosten tarkastelun osioon.

Tulosten tarkastelu onnistui myös hyvin, sillä niistä saatiin suuret määrät tietoa ja niiden avulla päästiin parempaan ymmärrykseen laitteiston suhteen. Vaikka mukana olikin selittämättömiä ilmiöitä, eritoten painolaatan kuvan ilmeneminen toiseen kertaan painettuun materiaaliin, niiden vaikutus ohjeiden laadintaan ja laitteen ymmärtämiseen olivat minimaaliset. Ja mitä tulee painettaviin materiaaleihin,

hin, niin vaikuttaisi siltä, että laitteella voidaan painaa monipuolisesti erilaisia materiaaleja: näiden testien perusteella parhaiten pystytään painattamaan päällystettyjä papereita niiden sileän pinnan vuoksi ja hankalimmat materiaalit ovat karheat kartongit epäsäännöllisten pinnanmuotojen takia. Kuitenkin kaikki testatut laadut ovat painettavia ja niihin painetut kuvatkin olivat hyvälaatuisia: luonnollisesti joidenkin materiaalien painaminen oli haastavampaa kuin toisten, toisin sanoen oikeiden ajoasetusten löytäminen vaati enemmän testausta eri ajoasetuksilla, jotta ideaalisimmat ajoasetukset löydettiin.

Laitteisto itsessään ei mielestäni tarvitse mitään korjattavaa, sillä sitä on helppo ja turvallista käyttää: ainoa pieni turvariski on, jos anilox-telaa puhdistaa esimerkiksi puhdistusliinalla, se voi takertua kyseisen telan kiinnitysruuviin, jolloin se kiertyy sen ympärille ja pahimmassa tapauksessa puhdistajan käsi voi takertua kiinni myös tästä syystä. On toki myös huomioitava raakeliterän käytössä yleinen turvallisuus, jottei itse laitteen käyttäjälle tai kyseisen henkilön ympärille oleville koidu vahinkoa siitä. Kummankin nipin sekä sisäänmenon että ulostulon edessä on eräänlainen nippisuoja, joten esimerkiksi sormen joutuminen nippiin on melko epätodennäköistä, mutta sen tapahtumista tulee silti varoa koko ajan laitetta käytettäessä.

Toisaalta kyseessä ei ole korjausseikka, mutta laitteen erittäin hidas käyttö saattaa olla oppitunneilla jossain määrin este monipuoliseen ja opettavaiseen painatukseen liittyen fleksopainatukseen. Jos oppitunnilla on esimerkiksi 10 opiskelijaa ja jokainen painaisi kaksi koepalaa, sekin itsessään vaatisi jo kaiken kaikkiaan noin 100–200 minuuttia, riippuen kuinka nopeasti laitteen pystyy puhdistamaan (oman arvion mukaan siihen menee noin 5–10 minuuttia, todennäköisesti puhdistus kestää lähemmäs 10 minuuttia opiskelijoilla, jotka ovat kokemattomia laitteen käytöstä). Alkuperäisissä ohjeissa on kyllä mainittu, että kaksikin painatusta voi tehdä ilman puhdistusta välissä, mutta tämä ei ole kovinkaan suositeltavaa, koska painoväri kuivuu todella nopeasti sekä anilox-telan että painolaatan pintaan, vaikuttaen painojälkeen huomattavasti (tätä menetelmää ei ole mainittu suomenkielisissä työohjeissa, koska painojälki kärsii kyseisestä menetelmästä). Painoväriä kuivuu koko anilox-telan pintaan, mutta myös värikaukalossa paksummaksi kerrokseksi, mikä nähdään painojäljessä selvästi, mikä luonnollisesti vai-

kuttaa tulosten luotettavuuteen. Toisaalta anilox-tela ei välttämättä kuivu niin paljon, jos toimintakytkin pidettäisiin "UV/MULTI"-asennossa koepalan vaihdon ajan, mutta tämä on toisaalta myös turvallisuusriski. Kyseistä kytkimen asennosta ei muutenkaan ole hyötyä, paitsi jos haluttaisiin tutkia painojäljen huonontumisen tahtia, kun painatuksia jatkettaisiinkin ilman puhdistusta painatusten välillä. Toisin sanoen, kytkimen "UV/MULTI"-asentoa ei tulisi lainkaan käyttää, kun tähdätään mahdollisimman hyvälaatuiseen painojälkeen.

Tämä kuitenkin lienee mahdollisimman nopea tapa painaa koepaloja fleksopainamisen periaatteella laboratorio-olosuhteissa, joten on tärkeää suunnitella oppituntien ajankäyttö tarkasti ja painettavat materiaalit ajoasetuksineen. Lisäksi painoväriin olisi hyvä panostaa tulevia oppitunteja varten, sillä käytetty painoväri oli useamman vuoden vanhaa ja sillä todennäköisesti oli vaikutusta painojälkeen. Uuden painoväriin hankkimista tätä opinnäytetyötä varten ajateltiin ja käytetyistä painoväreistä kysyttiin FlintGroupilta tietoja, mutta heiltä ei koskaan vastausta saatu, joten painoväriin käyttöä jatkettiin tämän opinnäytetyön ajan. Toisaalta kyseisen painoväriin käyttöä voidaan jatkaa toistaiseksi, koska sillä pystyttiin painamaan eri materiaaleja suhteellisen hyvin (eritoten päällystettyjä materiaaleja), mutta uudempi painoväri on aina parempi vanhaan verrattuna ja vanhemmat painovärit vaativat hyvän sekoituksen ja mahdollisesti myös suodatuksen, jos huomataan, että painoväriin on muodostunut kovettumia. On myös huomattava seikka, että kaikki tämän opinnäytetyön testit tehtiin vain yhtä painoväriä käyttäen: oppitunneilla voisi myös esimerkiksi testata erilaisia painovärejä samoilla ajoasetuksilla, ettei jokaista oppitunnin testausta tehtäisikään samalla painoväriellä. Tässä tärkein testattava ominaisuus olisi viskositeetin vaikutus painojälkeen, mitä opinnäytetyössä ei niinkään testattu. Toisaalta tällä tavalla voitaisiin tarvittaessa joko muokata tai laajentaa laitteelle laadittuja ohjeita, jos viskositeetin testauksessa huomattaisiinkin jotain uutta.

LÄHTEET

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

KnowPap. 2021. Fleksopainatus. Luettu 20.4.2022. http://www.know-pap.com.libproxy.tuni.fi/extranet/suomi/paper_technology/10_printing/7_flexo/frame.htm?zoom_highlightsub=flekso

Leach, R. H. & Pierce, R. J. 1999. The Printing Ink Manual. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Oittinen, P. & Saarelma, H. 2009. Print Media – Principles, Processes and Quality. Helsinki: Paperi ja puu Oy.

Prigraphics. 2019. UV-kuivuvien painovärien käyttö painatuksessa. Luettu 20.4.2022. <https://www.prigraphics.com/blog/uv-ink-printing/>

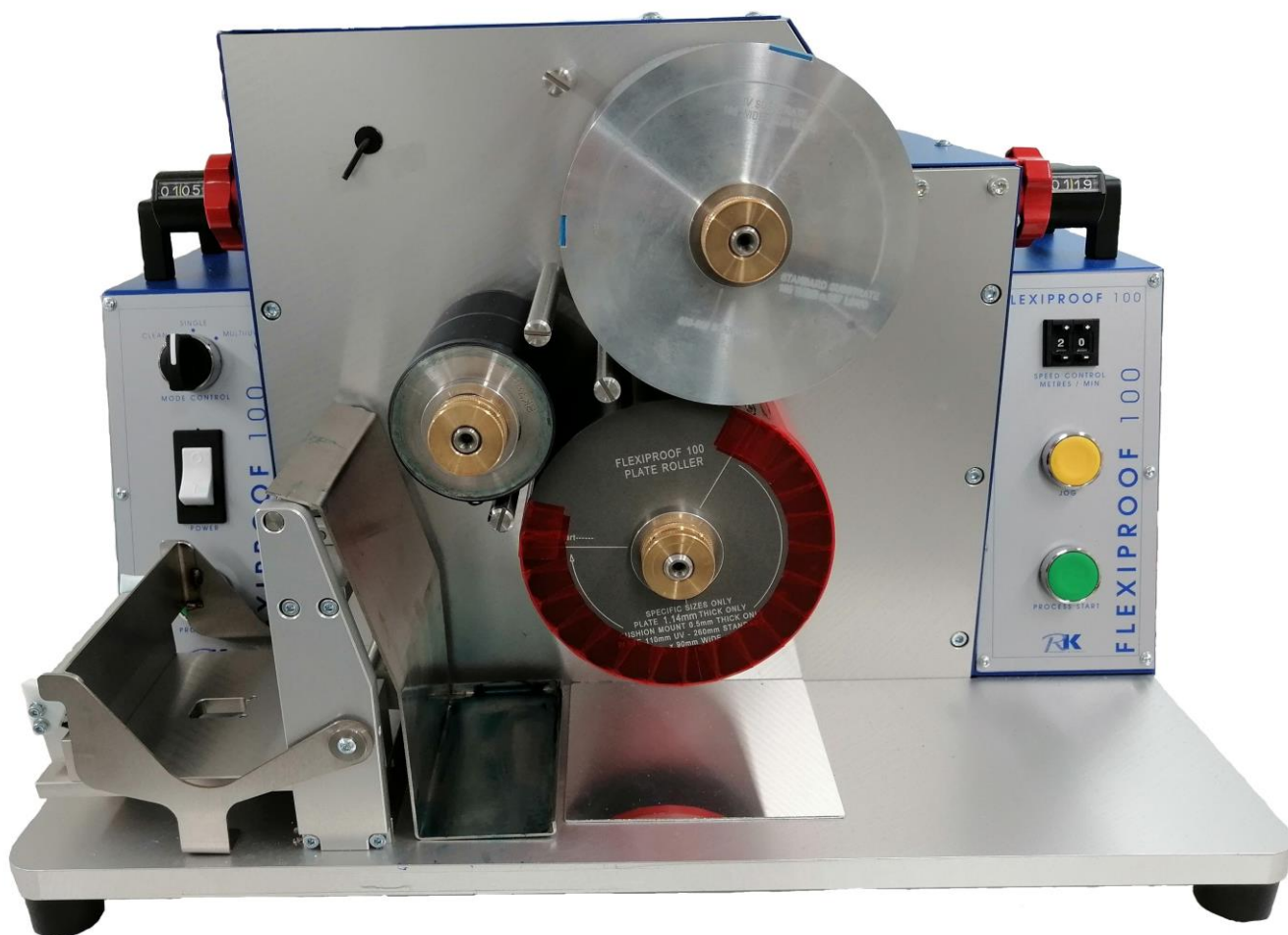
Ristimäki, S., Spännäri, T. & Viluksela, P. 2010. Painoviestinnän tekniikka. Keuruu: Otavan kirjapaino Oy.

RK-Print. Flexiproof 100. Käyttöohje. Luettu 20.4.2022.

Sappi. 2013. CIELAB väriavaruus. Luettu 20.4.2022. https://www.sappi.com/node/64479?search_api_views_fulltext=defining%20and%20communicating%20color

Liite 1. Flexiproof 100 käyttöohje

FlexiProof 100 laboriopainokoneen käyttöohje



(jatkuu)

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	3
2	LAITTEISTON KOMPONENTIT	4
3	TYÖN SUORITTAMINEN	5
3.1	Koepalojen valmistelu	5
3.2	Koepalojen painaminen.....	5
3.2.1	Vaihe 1: laitteen käynnistys	6
3.2.2	Vaihe 2: kiinnityskannakkeiden puhdistus/kostutus	7
3.2.3	Vaihe 3: raakeliteräasetelman asettaminen painatusasentoon	7
3.2.4	Vaihe 4: painettavan koepalan kiinnitys.....	9
3.2.5	Vaihe 5: painatusasetusten tarkistus	10
3.2.6	Vaihe 6: painoväriin lisääminen.....	11
3.2.7	Vaihe 7: koepalan painaminen	12
3.2.8	Vaihe 8: näytteen irrotus ja tarvittavat säädöt.....	12
3.3	Laitteiston puhdistus	13
3.3.1	Raakeliterän puhdistus	13
3.3.2	Painolaatan puhdistus	14
3.3.3	Anilox-telan puhdistus	16
3.4	Kuluvien osien vaihto	18
3.4.1	Raakeliterän vaihto.....	18
3.4.2	Painolaatan vaihto	19
3.5	Tulosten käsittely	23

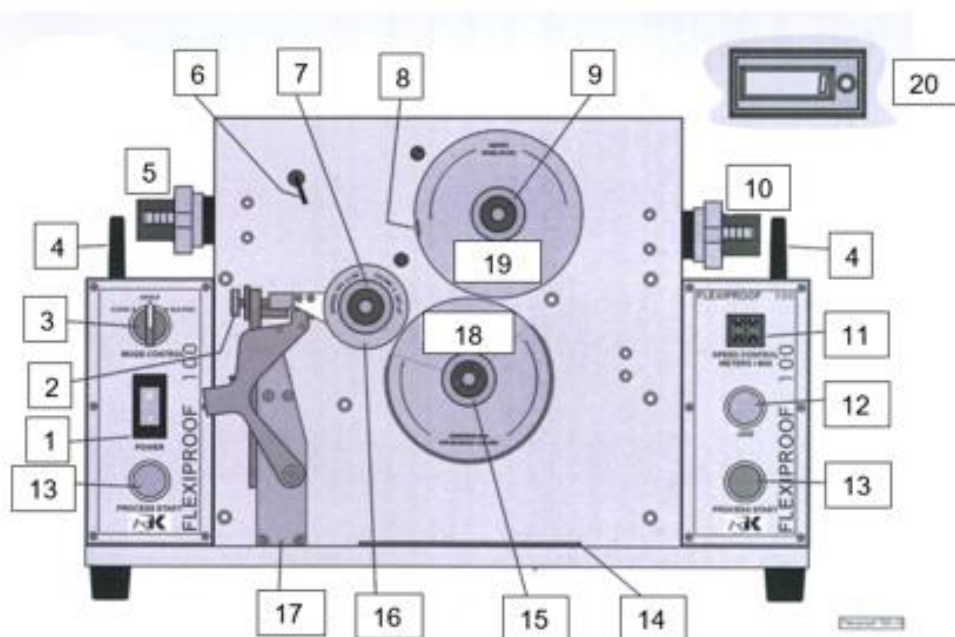
1 JOHDANTO

Työohjeeseen kuuluu selitys laitteen käytöstä sekä sen puhdistuksesta ja painettujen koepalojen laadun tutkimisesta sekä yksityiskohtaisesti että tiivistettynä (tiivistetty ohje sijaitsee viimeisellä sivulla). Laitteen käytön ohella opiskelija oppii erilaisten paperilaatujen ja painovärien sekä painatusasetusten vaikutuksen painolaadun muodostumiseen.

Ohjeet ovat laadittu FlintGroupin painoväriä Premo®Board PMS Process Blue U:ta sekä useiden paperilaatujen perusteella, joten on otettava huomioon, että työohjeet eivät välttämättä ole täysin paikkaansa pitävät toisia painovärejä käytettäessä; ohjeet tulee päivittää tarvittaessa, kun otetaan käyttöön uusi painoväri.

Laboratoriotakki ja **kumihanskat** ovat suositeltavat suojavaarustukset laitetta käytettäessä, varsinkin sitä puhdistettaessa, sillä painatuksessa käytettävät painovärit ovat hyvin tahrivia, ja ne eivät lähde helposti vaatteista tai käsistä liuottimellakaan.

2 LAITTEISTON KOMPONENTIT



1. Virtakytkin
2. Raakeliterän säätöruuvi/lukitusmutteri
3. Toimintatilan ohjauskytkin
4. Nostokahva
5. Anilox- ja painotelan välisen nipin säätö/nippivälin lukema
6. Kuusiokoloavain
7. Kiinnitysmutteri (oikean käden kierteellä)
8. Näytteen kiinnityskohta
9. Kiinnitysmutteri (oikean käden kierteellä)
10. Paino- ja puristustelan välisen nipin säätö/nippivälin lukema
11. Nopeuden säätö
12. Jog-painike
13. Prosessin käynnistyspainike
14. Painotelan peili
15. Kiinnitysmutteri (vasemman käden kierteellä)
16. Anilox-tela
17. Raakeliteräasetelma
18. Painotela
19. Puristustela
20. Vasemman nostokahvan takana sijaitseva laskuri painetuista näytteistä

3 TYÖN SUORITTAMINEN

Tässä luvussa käydään läpi koepalojen painaminen FlexiProof 100:lla, laitteiston puhdistaminen ja saatujen näytteiden tutkiminen. Jokainen vaihe on esitetty havainnollistavin kuvin, jotta näytteiden painaminen olisi mahdollisimman vaivatonta.

3.1 Koepalojen valmistelu

Koepalat leikataan paperileikkurilla tarkasti 105 mm levyiseksi ja 300 mm pituiseksi konesuuntaisesti: koepaloista mitataan myös niiden paksuus ja niiden karheus. Koepalojen valmistelun yhteydessä on suositeltavaa myös valmistella puhdistusvälineet, joihin kuuluvat:

- Nukaton puhdistuskangas
- Vettä
- Isopropyylialkoholi tai muu vastaava (niin sanottu pastanpesuaine on erinomainen tähän tarkoitukseen)

Koepaloja tulee valmistaa 1–2 kappaletta jokaista paperilaatua kohden, jotta tuloksien olisivat mahdollisimman luotettavia. Käytettävä aika tulee myös ottaa huomioon oppitunnin pituutta ajatellen, sillä laitteen puhdistuksessa ja valmistelussa menee kaiken kaikkiaan 5–10 minuuttia per koepala.

3.2 Koepalojen painaminen

Ennen varsinaisten vaiheiden aloittamista telojen ja raakeliterän puhtaus tulee tarkistaa pölyn ja muiden mahdollisten epäpuhtauksien varalta, mitkä saattavat vaikuttaa painojäljen laatuun. Lisäksi edellä mainitut puhdistusvälineet ja muut tarvikkeet (mm. painoväri ja pipetit) on hyvä pitää laitteen lähellä, jotta koepalojen valmistus kävisi helposti ja nopeasti.

3.2.1 Vaihe 1: laitteen käynnistys

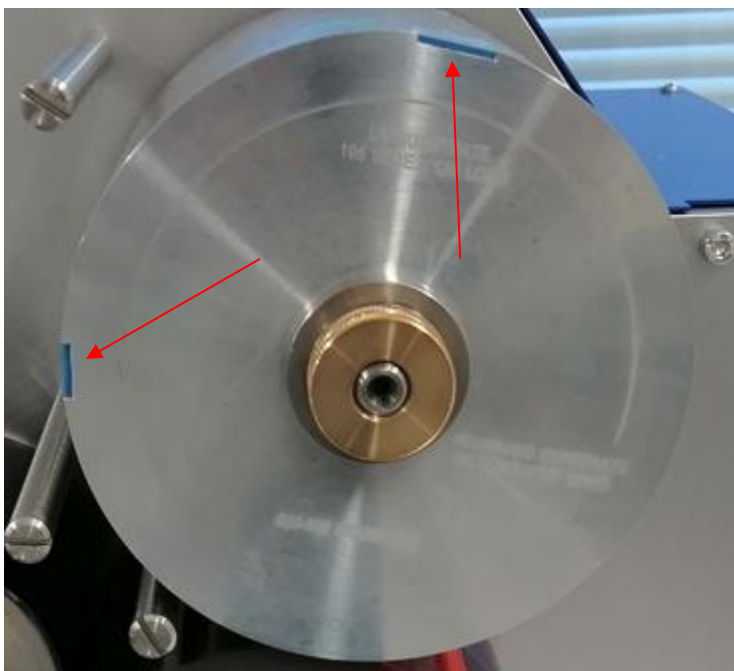
Laite käynnistetään kytkemällä virta kuvassa 1 esitetystä kytkimestä: laite on käytettävissä viiden sekunnin kuluttua kytkimen painamisesta "1" asentoon. Jos laite ei käynnisty kytkimen avulla, laite ei ole käytettävissä joko virran puutteen tai muun laitteen sisäisen ongelman vuoksi. Vikaa **Ei** tule yrittää korjata itse; ilmoita asiasta opettajalle tai muulle paikalla olevalla henkilöstölle.



KUVA 1. FlexiProof 100:n käynnistyskytkin

3.2.2 Vaihe 2: kiinnityskannakkeiden puhdistus/kostutus

Ennen painettavien koepalojen kiinnitystä, kuvassa 2 esitetyt kiinnityskannakkeet on suositeltavaa pyyhkäistä pienellä määrällä puhdistusainetta, puhdistaa vedellä kostutetulla liinalla ja sitten kuivata, jotta painettava materiaali tarttuisi hyvin kiinnikkeisiin kiinni.

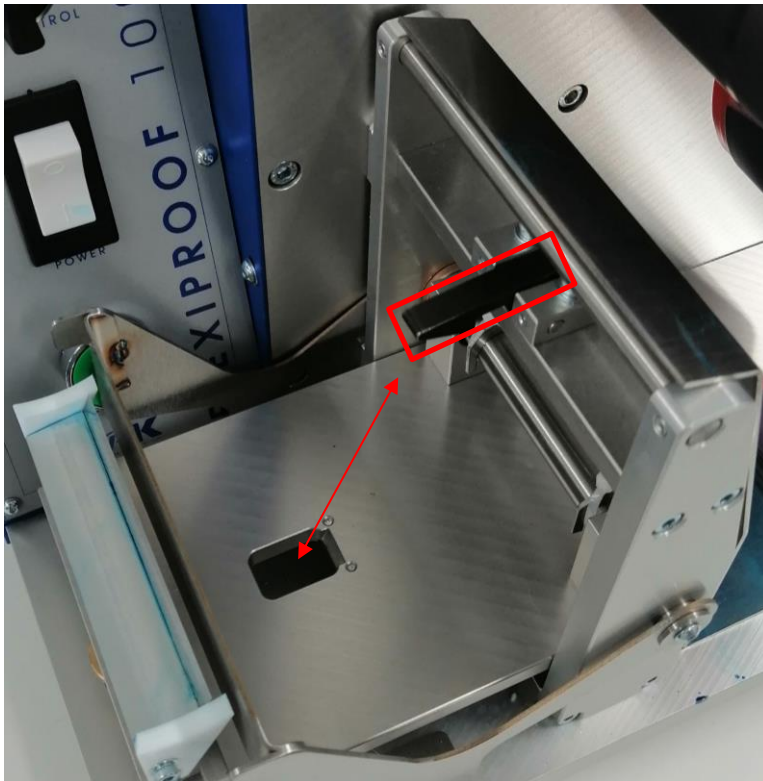


KUVA 2. Koepalojen kiinnityskannakkeet

3.2.3 Vaihe 3: raakeliteräasetelman asettaminen painatusasentoon

Huomioitava seikka raakeliteräasetelmaa käsiteltäessä on raakeliterän terävyys: se pystyy aiheuttamaan haavan käsittelijälle helposti, joten **erityistä varovaisuutta vaaditaan aina raakeliterää käsiteltäessä.**

Jos raakeliteräasetelma on niin sanotussa puhdistusasennossa, ts. asetelma on kaadettu teloista poispäin, se täytyy nostaa ylös, lukita painatusasentoon ja sen raakeliterä pitää säätää oikeaan kireyteen. Asetelma nousee tiettyyn pisteeseen kuvan 3 mukaisesti siten, että lukitushaka menee asetelman läpi.



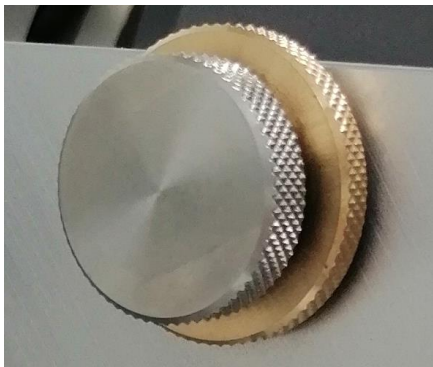
KUVA 3. Raakeliteräasetelman ääriasento ylhäällä

Asetelman on lukittu silloin, kun lukitushaka on painettu pohjaan kuvan 4 mukaisesti. Lukittumisen yhteydessä kuuluu myös naksahdus, mikä varmistaa asetelman lukituksen.



KUVA 4. Raakeliteräasetelman lukitus

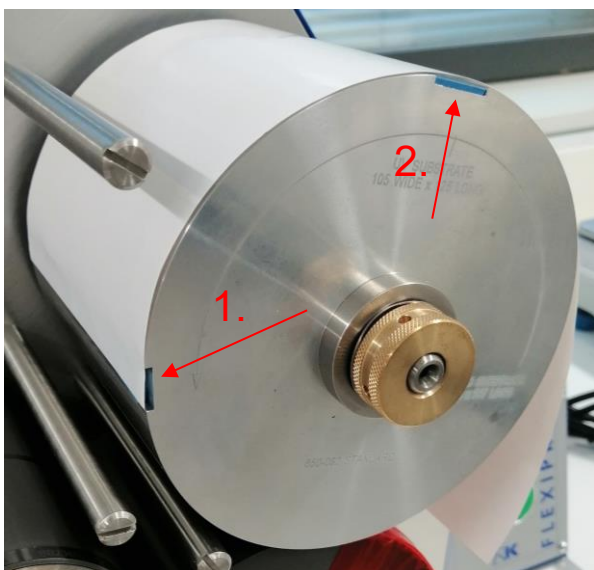
Kun asetelman on lukittu, raakeliterä tulee säätää oikeaan kireyteen: kireys määrittyy siten, että terän koskettaessa kevyesti tasaisesti anilox-telaa sitä säädetään noin puoli kierrosta kiristysruuvista kireämmälle (kuvan 5 hopeinen ruuvi). Kun säätö on tehty, säätöruuvi lukitaan kuvassa 5 näkyvällä lukitusmutterilla



KUVA 5. Kiristysruuvi ja -mutteri

3.2.4 Vaihe 4: painettavan koepalan kiinnitys

Ennen koepalan kiinnitystä kiinnityskannakkeet tulee kuivata, jos ne ovat vielä kosteat. Koepala kiinnitetään kuvassa 6 nimetyssä järjestyksessä: koepala kiinnitetään nuolen 1 osoittamaan kannakkeeseen koepalan ohuemmasta reunasta ja nuolen 2 osoittamaan kannakkeeseen siten, että koepala kulkee puristustelan suuntaisesti, toisin sanoen se ei tule puristustelan reunojen yli: tällöin välttyään painoväriin joutumiselta puristustelan pinnalle ja ylimääräiseltä puhdistamiselta.



KUVA 6. Kiinnitetty koepala

Toisaalta tässä vaiheessa voidaan käyttää myös maalarinteippiä hyväksi koepalojen kiinnityksessä, jos kiinnityskannakkeet eivät otakaan kovin hyvin kiinni koepaloihin: kyseisessä menetelmässä teippiä laitetaan koepalojen ohuempien sivujen päihin siten, että teippi tulee hieman yli (noin 5–10 mm, esitetty kuvassa 7) ja näiden avulla koepala kiinnitetään puristustelan ympäri yllä esitetyn tapaisesti.



KUVA 7. Koepalan teippaus

3.2.5 Vaihe 5: painatusasetusten tarkistus

Ennen painamista tarkistetaan painatusasetukset. Ensin tarkistetaan toimintatilakytkimen asento: jos halutaan painaa vain yksi arkk, kytkin asetetaan asentoon ”SINGLE”; jos halutaan painaa useampi koekappale, kytkin asetetaan asentoon ”MULTI/UV” (ei suositeltavaa*). Nämä asennot on esitetty kuvassa 8.

**MULTI/UV asetusta ei suositella, koska tätä asetusta käytettäessä muodostuu ongelmia painatusjälkeen painoväriin kuivuessa ilman puhdistusta painatusten välissä: väriä ei siirry tarpeeksi ja painolaatan muoto muuttuu, kun siihen kuivuu enemmän ja enemmän painoväriä.*



KUVA 8. Toimintatilakytkin

Tässä vaiheessa asetetaan myös ajonopeus kuvassa 9 esitettyssä nopeussäätövalikossa. Tässä vaiheessa nopeus asetetaan melko pieneksi, esimerkiksi välille 20–30 m/min. Nopeutta voi lisätä tai vähentää yhden tai 10 yksikköä kerralla: usein säädetään 10 kerralla.

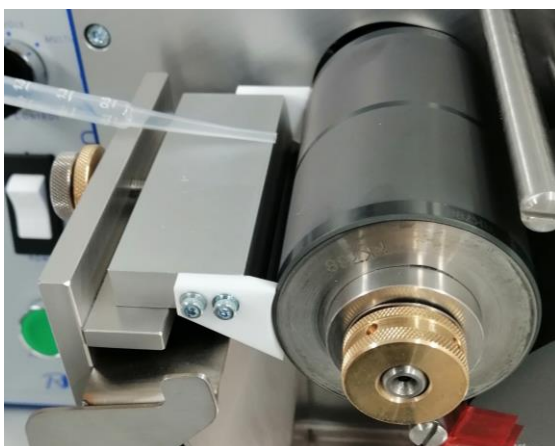


KUVA 9. Nopeuden säätö

3.2.6 Vaihe 6: painoväriin lisääminen

Tutustu seuraavaan vaiheeseen ennen painoväriin lisäämistä!

Painoväriä lisätään raakeliterän ja anilox-telan muodostamaan painovärikaukeroon käyttämällä kertakäyttöpipettiä kuvan 10 mukaisesti. Painoväriä tarvitaan noin 3 ml mutta seuraava vaihe tulee tehdä nopeasti painoväriin lisäyksen jälkeen, jotta painoväri ei ehdi kuivua anilox-telan pintaan, vaikuttaen painojälkeen heikentävästi.



KUVA 10. Painoväriin lisääminen

3.2.7 Vaihe 7: koepalan painaminen

Koepalan painatus tapahtuu siten, että painetaan kumpaakin kuvassa 11 esitettyä prosessin käynnistyspainiketta samanaikaisesti. Tässä vaiheessa työsuorittaja voi myös hieman nojata taaksepäin, jotta mikään roikkuva vaate tai hiukset eivät joudu telojen väliin työsuorituksen aikana.



KUVA 11. Prosessin käynnistyspainikkeet

3.2.8 Vaihe 8: näytteen irrotus ja tarvittavat säädöt

Koepala tulee irrottaa puristustelasta siten, että painettuun alueeseen ei kosketa tai siihen ei joutuisi muutenkaan mitään likaa heti painamisen jälkeen: nämä tekijät vaikuttavat painojälkeen. Jos painojäljestä nähdään, siinä on vajautta painoväristä, nippipainetta tulee säätää suuremmaksi: tämä tapahtuu paino- ja puristustelan nippivälin säätöruuvista (laitteen oikealla puolella sijaitseva säätöruuvi). Kun säätöruvin yhteydessä oleva luku pienenee, nippipaine kasvaa. Sen sijaan, jos painojälki on sopivan tai liian raskaan näköinen, nippipainetta säädetään pienemmäksi samasta säätöruuvista (paineiden halutaan olla **mahdollisimman pienet**). Toisaalta jos koepala on hyvä ja nippipaineet ovat mahdollisimman kevyet, voidaan ajonopeutta säätää suuremmalle joko 5 tai 10 yksikköä,

useimmiten 10 m/min kerralla (nippipaineen säätö tapahtuu myös tasaisin välein, usein 5 yksikköä per säätö).

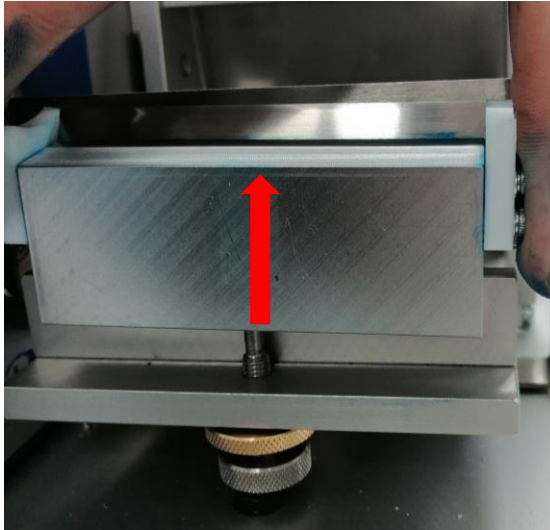
Kun tarvittavat säädöt on tehty, voidaan jatkaa seuraavan koepalan painamiseen. Kun kaikki saman paperilaadun koepalat on painettu vaiheiden 5–8 mukaisesti, voidaan tutkia niiden ominaisuuksia. On myös huomioitava, että asetuksia ei tarvitse muuttaa alkuperäisiksi, kun vaihdetaan paperilaadusta toiseen: nykyiset asetukset saattavat olla sopivat myös seuraavaan paperilaatuun, jos se on samankaltainen edelliseen verrattuna.

3.3 Laitteiston puhdistus

Laitteisto tulee pitää puhtaana, jotta painojälki olisi mahdollisimman hyvä ja laitteiston käytettävyys pysyy moitteettomana. Luvussa käydään läpi puhdistusvaiheet sekä työnsuorituksen jälkeen että sen aikana. Laitteiston puhdistus tulisi suorittaa jokaisen painatuskerran päätyttyä.

3.3.1 Raakeliterän puhdistus

Ensin vapautetaan raakeliteräasetelma puhdistusasentoon: tämä tapahtuu suorittamalla alakappaleessa 3.2.3 mainitut menetelmät päinvastaisessa järjestyksessä. Ensin nostetaan lukitushaka ylöspäin, jonka jälkeen asetelman voidaan kaataa teloista poispäin. Terä irtoaa asetelmasta nostamalla terää ja sen pidikettä ylöspäin kuvan 12 mukaisesti.

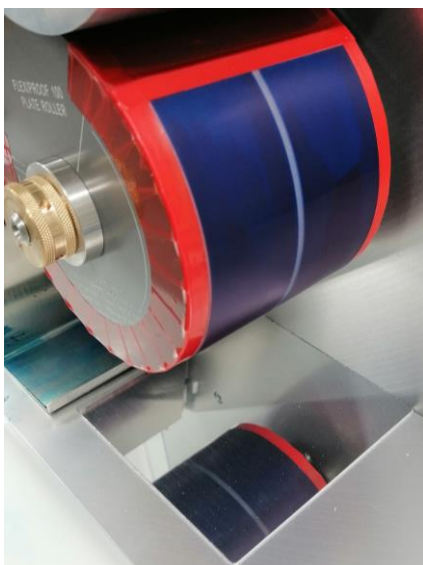


KUVA 12. Raakeliterän irrotus

Terä puhdistetaan käyttämällä vettä ja puhdistusainetta. Suurin osa painoväristä irtoaa vedellä, mutta puhdistusaineella saadaan vähän pinttyneet painovärit myös irti. Lopuksi terä huuhdellaan vedellä ja kuivataan; nyt terä on taas käyttövalmis ja sen voi asettaa paikalleen.

3.3.2 Painolaatan puhdistus

Painotela on suunniteltu siten, että sen painolaatta voidaan puhdistaa sen ollessa kiinni laitteistossa: telan alle nähdään käyttämällä kuvassa 13 esitettyä painotelan peiliä.



KUVA 13. Painotelan peili

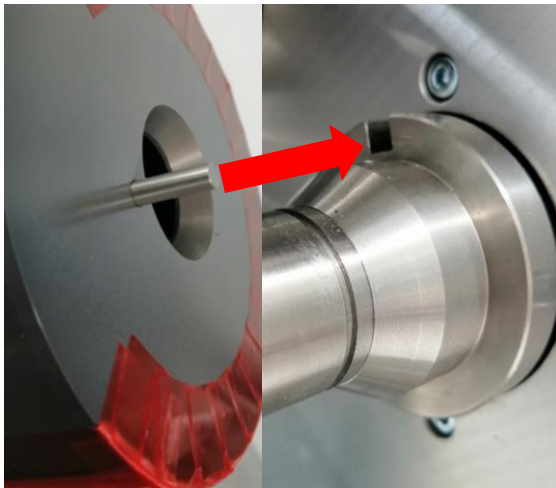
Tarvittaessa painotela voidaan irrottaa laitteista kiertämällä kuvassa 14 esitettyä kiinnitysmutteria **myötäpäivään** käyttämällä laitteen omaa kuusiokoloavainta. Usein tela on käsikireydellä, joten sen voi myös avata käsin. Tämän jälkeen painotela irtoaa kevyesti vetämällä sitä laitteistosta poispäin.



KUVA 14. Painotelan kiinnitysmutterin avausuunta

Painolaatta puhdistetaan paperia (tai kangasta) ja puhdistusainetta käyttäen mahdollisimman siistiksi; telan alla tulee pitää esimerkiksi paperia tai muuta vastaavaa imevää materiaalia, jottei työtaso tahriinnu. Painotelan puhdistusta jatketaan niin kauan, kunnes painolaatasta ei enää tartu painoväriä. Lopuksi painolaatta pyyhitään vedellä kostutetulla materiaalilla ja kuivataan.

Kun painotelaa laitetaan takaisin paikalleen, se tulee vain tiettyyn asentoon: painotelassa on kohdistustappi, mikä asetetaan sille kuuluvaan hahloon laitteessa. Tämä on esitetty kuvassa 15. On myös huomioitava painotelan kiinnitysmutteria kiristäessä, että kiristysuunta tapahtuu **vastapäivään**.



KUVA 15. Painotelan oikeaoppinen takaisinkiinnitys

3.3.3 Anilox-telan puhdistus

Anilox-telan puhdistus suoritetaan telan ollessa kiinni laitteessa: Ensin laite asetetaan toimintakytkimestä kuvassa 16 esitettyyn "CLEAN" asentoon.



KUVA 16. Toimintakytkimen "CLEAN" asento

Kyseisessä toimintatilassa anilox-tela pyörii tauotta, jolloin se voidaan puhdistaa puhdistusaineella kostutetulla materiaalilla painamalla sitä anilox-telaa vasten*. Tätä jatketaan, kunnes anilox-telasta ei enää irtoa painoväriä ja anilox-tela voidaan kuivata puhtaalla materiaalilla. Lopuksi laite asetetaan kuvassa 15 näkyvään "SINGLE" toimintatilaan, jolloin anilox-tela pysähtyy. Tämän vaiheen voi myös suorittaa käyttämällä JOG-painiketta, mitä käytetään anilox-telan manuaalista pyörittämistä varten: kyseinen painike sijaitsee laitteiston oikealla puolella nopeuden säädön alla kuvan 17 mukaisesti. Anilox-tela pyörii niin kauan, kun painiketta pidetään pohjassa.

**Varo ettei puhdistusmateriaalia jää kiinnitysruuviin kiinni pyörimisen aikana*



KUVA 17. JOG-painike

Toinen tapa puhdistaa anilox-tela on irrottaa se painoyksiköstä kiertämällä sen kiinnitysmutteria **vastapäivään**, jolloin mutteri irtoaa ja anilox-tela voidaan vetää irti (kuva 18). Tämän jälkeen anilox-tela voidaan puhdistaa puhdistusaineella ja huuhdella vedellä, kunnes telasta ei enää irtoa painoväriä. Anilox-tela työnnetään takaisin paikalleen ja sen kiinnitysmutteri kiristetään käsikireyteen **myötäpäivään**: tässä voi myös käyttää apuna kuusiokoloavainta.



KUVA 18. Anilox-telan kiinnitysmutterin avaussuunta

3.4 Kuluvien osien vaihto

Tässä tapauksessa kuluvilla osilla tarkoitetaan raakeliterää ja käytettävää painolaattaa: nämä tulee vaihtaa tarpeeksi usein, jotta painojälki pysyisi mahdollisimman hyvänä. Raakeliterä tulee vaihtaa noin 500 painatuksen jälkeen ja painolaatta tulee vaihtaa noin 15000 painatuksen jälkeen.

3.4.1 Raakeliterän vaihto

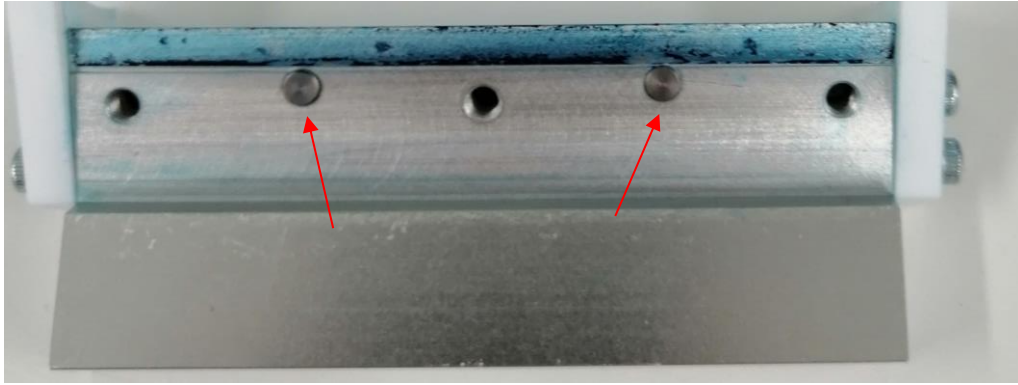
Kuten terän puhdistuksessa, terä pidikkeineen nostetaan asetelmasta irti, jotta päästään käsiksi kuvassa 19 esitettyihin terän kiinnitysruuveihin. Ruuvit avataan käyttämällä laitteen omaa kuusiokoloavainta.



KUVA 19. Raakeliterän kiinnitysruuvit

Kun ruuvit on avattu, voidaan itse terä vaihtaa uuteen. Tämän vaihdon yhteydessä voidaan puhdistaa myös terän pidike käyttäen puhdistusainetta. Kun pidike on puhdistettu ja terä on valmis vaihtoa varten, terä asetetaan sille tarkoitettuja kannakkeita vasten (kuva 20) ja terän kansi kiristetään takaisin paikalleen*, aloittaen keskimmäisestä ruuvista. Tärkeää on tarkistaa, että terä tulee suoraan kiristuksen aikana: terä voi helposti jäädä hiukan vinoon, mikä vaikuttaa painatustuloksiin.

Terässä on nähtävissä pieni kynnys hieman teräpuolen alapuolella: varmista että tämän kynnyksen omaava puoli on kiinnityksestä **poispäin.*



KUVA 20. Raakeliterän kannakkeet

Tämän jälkeen raakeliterä pidikkeineen voidaan asettaa takaisin paikalleen ja asetelma voidaan nostaa takaisin painatusasemaan, jonka jälkeen terä voidaan kiristää alakappaleessa 3.2.3 mainitulla menetelmällä.

3.4.2 Painolaatan vaihto

Aluksi painotela irrotetaan laitteistosta alakappaleessa 3.3.2 mainitulla tavalla ja vanha painolaatta otetaan erilleen painotelasta. Ensin irrotetaan teippi laatan ympäriltä, jonka jälkeen painolaatta ja sen pehmuste irtoavat. Painolaatta tulee irrottaa varovasti, jottei siihen tule esimerkiksi painaumuksia tai muita jälkiä, mitkä vaikuttavat painojälkeen. Laattaa tulee säilyttää siten, että se on valolta suojattuna.

Kun vaihdetaan painolaattaa, sille täytyy ensin leikata pehmuste*: pehmuste tulee itse painolaatan ja -telan väliin. Ennen leikkaamista pehmusteen toiselta puolen poistetaan suojamuovi ja se kiinnitetään painotelan pintaan**. Kun pehmustetta leikataan, sen koko tulisi olla kiinnitysvaiheessa suurempi kuin sille tarkoitettun alueen, mikä on leveydeltään 90 mm ja pituudeltaan 260 mm: toisin sanoen **leikkaaminen tehdään pehmusteen ollessa kiinni telassa**. Painotelassa on merkattu sen piirille kohdat, jotta pehmusteen oikea pituus nähdään tarkasti; leveys-suunta leikataan myötäillen telan omaa leveyttä (kuva 21). Pehmusteen päiden tulisi tulla merkittyjen kohtien tasalle.

**Pehmuste voi olla joissain tapauksissa myös oikean kokoinen, joten leikkaamista ei tarvitse suorittaa.*

***Ryppyjen muodostumista tulee varoa, joten on suositeltavaa painella pehmustetta toisesta päästä vähitellen eteenpäin, jotta pehmuste kiinnittyy tasaisesti.*



KUVA 21. Leikattu painolaatan pehmuste paikallaan

Seuraavaksi kiinnitetään itse painolaatta pehmusteen pintaan*. Tämä tapahtuu siten, että pehmustetta suojaavaa kalvoa irrotetaan ensin noin 25 mm ensin sisään menevästä päästä kuvan 22 mukaisesti (aloitusviiva A, kuvassa 21 esitetty vasemmalla) ja painolaattaa kiinnitetään yhtä pitkä osuus; painolaatan pään tulisi tulla telassa näkyvän viivan tasalle (aloitusviiva A).

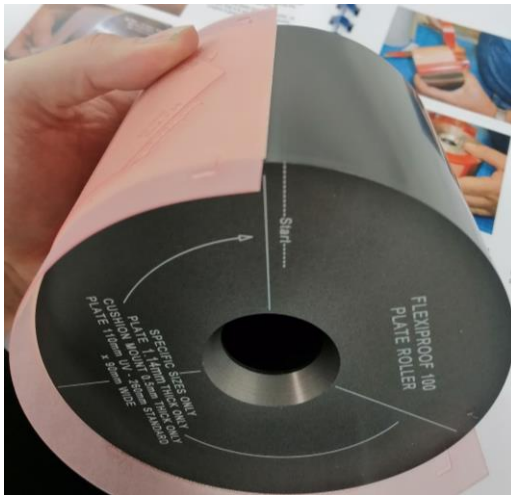
On tärkeää huomata, että painolaatta kiinnitetään oikeinpäin: tässä tapauksessa painolaatta asetetaan niin päin, että nippiin ensimmäisenä menevä osuus olisi painatusalueeltaan **suurentuva. Tällä laitteella painettavat kuvat usein omaavat kärkimäisen aloituksen, joten se pää tulee aloitusviivan A tasalle.*



KUVA 22. Muovikalvon irrotus pehmusteen pinnasta

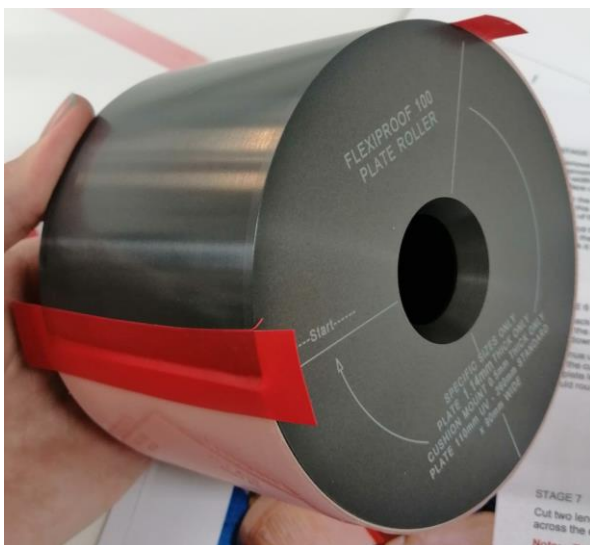
Suojakalvoa vedetään irti ja samalla painolaattaa painetaan kiinni tasaisesti, kunnes painolaatta on painettu kokonaan kiinni kuvan 23 mukaisesti* (lopetusviivaan B asti, kuvassa 21 esitetty oikealla).

**Joissain tapauksissa painolaatta on isompi mitä sille tarkoitettu alue on, joten se on leikattava oikean kokoiseksi, kun se on painettu paikoilleen.*



KUVA 23. Kiinnitetty painolaatta

Lopuksi painolaatan reunat teipataan kiinni (kuva 24). Ensin teipataan painolaatan ohuemmat päät kiinni (noin 5 mm painolaatan reunasta jää teipin alle, tärkeää on kuitenkin, ettei itse painatusalueesta jää yhtään teipin alle). Teippiä tulee myös tulla telan yli noin 10 mm, että se voidaan taittaa ja kiinnittää myös telan sivuille. Ylitulevat teippien päät voi taittaa jo tässä vaiheessa telan sivuille kiinni.



KUVA 24. Painolaatan päiden teippaus

Tämän jälkeen painolaatta teipataan pituussuunnassa ensin yhdeltä sivulta (kuva 25). Tässäkin tapauksessa teippiä tulee noin 5 mm painolaatan päälle ja loput taitetaan telan sivulle. Ennen kuin teippi taitetaan sivulle, siihen leikataan viillot 10–12 mm välein, jotta teippi voidaan painella limittäin sivulle* ja vältetään rypyiltä

mahdollisimman paljon (kuva 25). Sama toistetaan toisellekin puolelle ja painolaatan vaihto on valmis (kuva 25). Lopuksi painotela asetetaan paikalleen alakappaleen 3.3.2 mukaisesti.

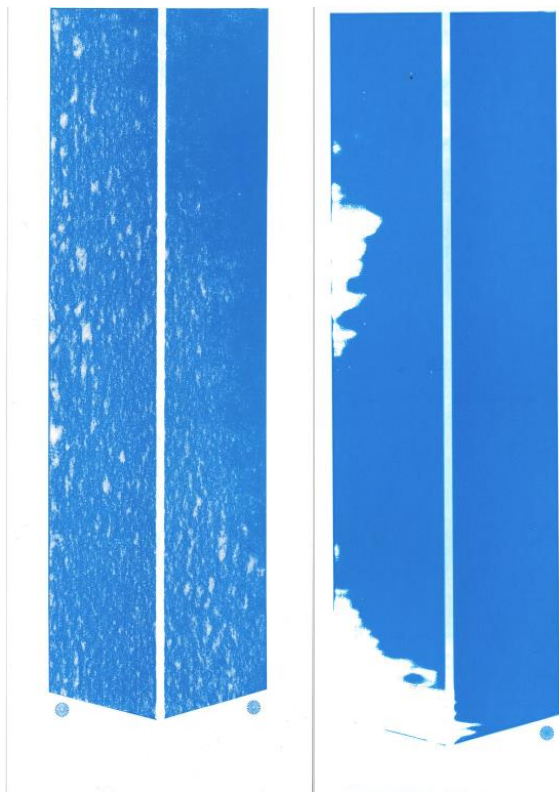
**Limityksen suunnalla ei ole suurta merkitystä itse prosessin kannalta, mutta teippi-siivujen painelun voi aloittaa esimerkiksi lopetusviivan B päästä ensin, jolloin limityksen päällimmäinen teipin pala on aloitusviivan A päässä.*



KUVA 24. Painolaatan teippaus (vasen), siivujen painelu telan sivulle ja valmis teippaus

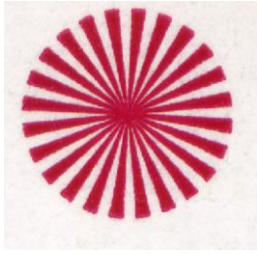
3.5 Tulosten käsittely

Ennen mittausten aloitusta koepaloista valitaan silmämääräisesti ne, missä on vähiten virheitä: yleisimmät virheet ovat painoväriin puuttuminen pitsimäisesti tai suurina laikkuina (kuvio 1) jotka lähes jokaisessa tapauksessa johtuvat liian pienistä nippipaineista. Valituista koepaloista tutkitaan myös esimerkiksi sävyeroja ja painojäljen terävyyttä: terävyyttä voidaan tutkia myös käyttämällä looppia tai mikroskooppia.



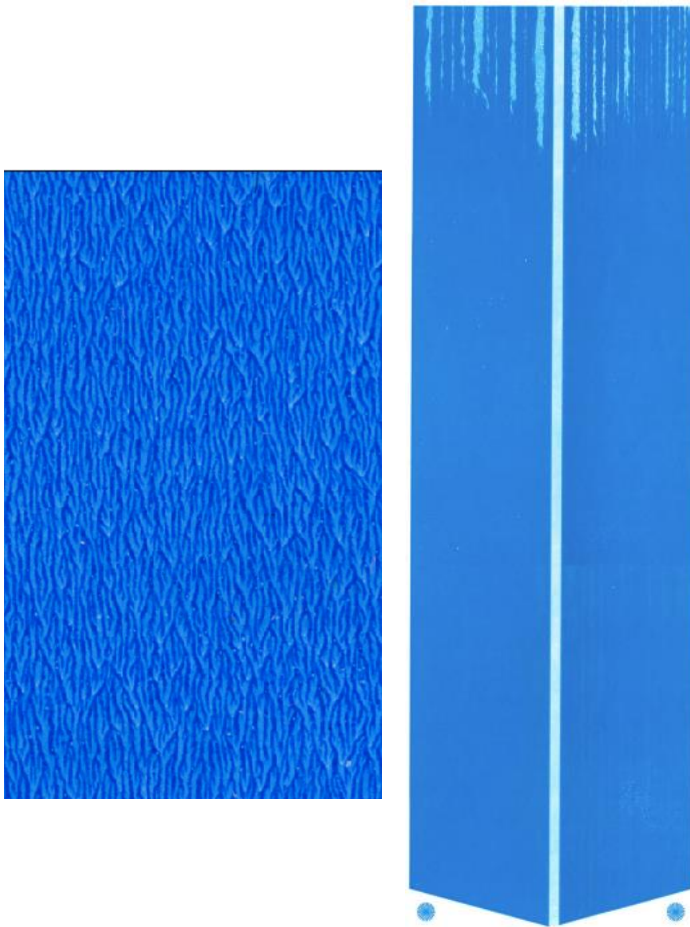
KUVIO 1. Painoväriin puuttuminen pitsimäisesti (vasen) ja suurina laikkuina

Eritoten *-kuvioista painatusten reunoilla nähdään onko painojälki sopiva, liian raskas tai liian kevyt, jos käytetystä painolaatasta löytyy kyseiset kuviot. Esimerkki sopivilla paineilla painetusta *-kuvioista on esitetty kuviossa 2. Jos käytetyt paineet ovat liian suuret, kuvio leviää ja ei ole tarkka; jos paine on liian pieni, kuvioista puuttuu painoväriä.



KUVIO 2. Sopivilla asetuksilla painettu *-kuvio

Tarkennettuna voidaan myös nähdä, onko painatus tehty liian hitaasti tai nopeasti. Liian hidask painonopeus nähdään painojäljen suomumaisena painojälkenä ja liian nopea nähdään painojäljen repeämisenä loppupäästä (repeämä on useimmiten helposti nähtävissä ilman tarkentavaa apuvälinettäkin). Nämä virheet on esitetty kuvioista 3. Nämä kuitenkin ilmenevät vain, kun käytetään ajonopeuden ääripäitä (suomuisuus on huomattavissa vain päällystetyillä paperi- ja kartonkilaaduilla), joten on suositeltavaa välttää näiden ajonopeuksien käyttöä (useimmiten noin 1–30 m/min ja 70–99 m/min)



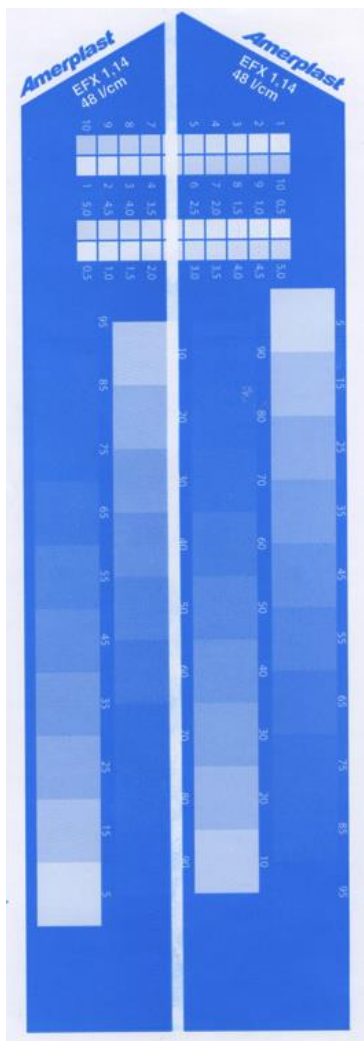
KUVIO 3. Painojäljen suomuisuus (vasen) ja repeämä

Niin sanotun fleksoreunan huomattavuuteen voidaan myös vaikuttaa pienemmillä paineilla: tästä on esitetty esimerkki kuviossa 4.



KUVIO 4. Fleksoreunan huomattavuus painotelan asetuksella 110 (vasen) ja 130

Toisaalta jos on käytetty edellä esiteltyjen painolaattojen sijaan sellaisia, joilla voidaan painaa yksittäisiä rasteripisteitä (kuvio 5), niiden tutkiminen on hieman tarkempaa. Edellä esiteltyjen ominaisuuksien tutkimisen lisäksi voidaan käyttää mikroskooppia (tai looppia karkeampaan arviointiin) ja tutkia esimerkiksi rasteripisteen muotoa ja täyttöä. Yksi huomattava ominaisuus on myös tutkia niin sanottua tukkeisuutta, mikä tarkoittaa rasteripisteiden yhdistymistä, jolloin rasterikenttä tukkeutuu. Tukkeisuutta useimmiten määritellään käyttämällä looppia.



KUVIO 5. Painolaatta, jossa voidaan tutkia myös yksittäisiä rasteripisteitä

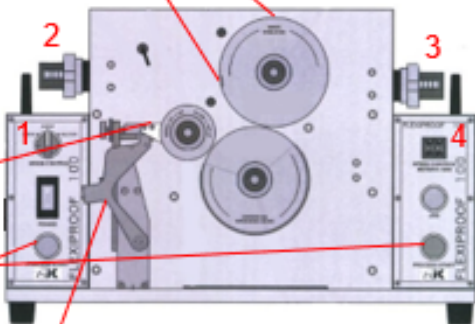
Parhaimpien koepalojen valitsemisen jälkeen niistä voidaan mitata densiteetit ja CIE L*a*b -arvot: näiden avulla voidaan päätellä painoasetusten vaikutuksesta painojäljen ominaisuuksiin. Näiden mittaukselle on omat laitteet ja ohjeet niiden yhteydessä.

Liite 2. Tiivistetty FlexiProof 100 käyttöohje suomeksi

Fleksopainatus

Näyte: Näyte tulee leikata konesuuntaisesti 30 cm pitkäksi ja poikkisuunnassa 10,5 cm leveäksi. Komponenttien puhdistusta varten tarvitaan seuraavat puhdistusvälineet: isopropyylä/pesuainetta, vettä ja puhdistusliinoja sekä puhdistukseen että kuivaamiseen. Jos mahdollista, sijoita käytetyt liinat vetokaappiin hajuhaittojen minimoimiseksi, josta ne voidaan lopuksi siirtää roskiin.

Painoyksikkö:



Aseta toimintatila "SINGLE" asentoon
1

Kiinnitä näyte painotelan kiinnityskannakkeisiin. On suositeltavaa teipata jäykemmät materiaalit ohuemmista päistä kiinni (teippi EI saa mennä painettavan kuvan päälle)

Valitse värinsiirtonipin ja painonipin paine sekä ajonopeus
2 3 4

Kiristä raakeliterä: raakeliterän juuri koskettaessa anilox-telaa, kiristä vielä puoli kierrosta ja kiristä lukitusmutteri

Lisää painoväriä noin 3 mm värikaukaloon

Paina kumpikin prosessin käynnistysnappi pohjaan samanaikaisesti ja pidä niitä pohjassa, kunnes painatusprosessin päättymisestä on kulunut sekunti

Irrota näyte varovasti, sillä painojälki on vielä kostea

Kaada raakeliteräasetelma täysin vasemmalle puhdistusasentoon ja puhdista anilox-tela, painolaatta ja raakeliterä

Tee tarvittavat muutokset painoasetuksiin painojäljen perusteella

Toista vaiheet, kunnes kaikki koepalat on painettu

SIISTI YMPÄRISTÖ TYÖN LOPUTTUA!

Näytteen toisen reunan tulee tulla pitkän kiinnityskannakkeen tasalle

Testaus on suositeltavaa aloitettavaksi pienemmillä ajonopeuksilla

Anilox-tela ja painolaatta voidaan puhdistaa niiden ollessa paikoillaan, raakeliterä on irrotettava: terä irtaota nostamalla

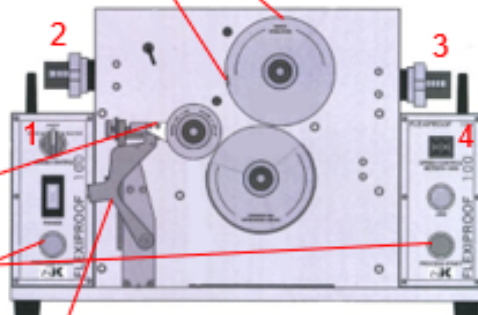
Kun asetelma on kaadettu, käännä toimintatila "CLEAN" asentoon, jolloin anilox-tela pyörii jatkuvasti, jolloin sen voi puhdistaa helposti

Liite 3. Tiivistetty FlexiProof 100 käyttöohje englanniksi

Flexographic Printing

Sample: The sample should be cut 30 cm long in machine direction and 10,5 cm wide in cross direction. The following cleaning equipment is required for the cleaning of components: isopropyl/detergent, water and cleaning cloth for both cleaning and drying. If possible, put the used pieces of cloth in fume hood to minimise odor nuisance, from where they can lastly be put in trash.

Printing unit:



Set the mode control switch to "SINGLE"
1

Attach the sample to the pressure roller's mounting brackets. It is recommended to tape any stiffer materials from the shorter ends (the tape **CANNOT** be placed onto the picture that is going to be printed)

The other end of the sample should be lined up with the longer mounting bracket

It is recommended to start the testing with smaller printing speeds

Select color transfer nip's and printing nip's pressure and printing speed
2 3 4

Tighten the doctor blade: as the blade barely touches the anilox-roller, tighten half a round more and then tighten the locknut

Add roughly 3 mm of ink in the ink tray

Press both of the process start buttons simultaneously and hold them until one second has passed after the printing process

Remove the printed sample carefully: the ink is still wet

Flip over the doctor blade assembly to the left for cleaning and clean the anilox-roller, printing plate and doctor blade

The anilox-roller and the printing plate can be cleaned in-situ, the doctor blade needs to be detached by lifting it upwards from the assembly

Make the changes to the printing settings based on the quality of the print

When the assembly is flipped over, set the mode control switch to "CLEAN", the anilox-roller turns continuously for easier cleaning

Repeat the steps until all required samples are printed

CLEAN THE SURROUNDINGS AFTER THE WORK!