



Satakunnan ammattikorkeakoulu

Pauliina Vahander

IGT –PAINOMENETELMIEN KEHITTÄMINEN

Tekniikan Porin Yksikkö
Kemiantekniikan koulutusohjelma

2007

IGT –PAINOMENETELMIEN KEHITTÄMINEN

Pauliina Vahander
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Tekniikan Porin Yksikkö
Kemiantekniikan koulutusohjelma
Marraskuu 2007
Työn valvoja: Reijo Vaittinen, lehtori (SAMK)
Työn ohjaaja: Outi Nurmelin, Nab Labs Oy
UDK: 676.2, 676.8.02, 676.8.05
Sivumäärä: 39

Avainsanat: koepainatus, pintalujuus, automaattinen analysointi

TIIVISTELMÄ

Paperinvalmistuksessa on huomioitava, miten valmis paperi käyttäytyy jatkossa painokoneessa. Tätä paperin tuotantopainettavuutta ennustetaan paperin valmistusvaiheessa laboratoriossa erilaisin koepainatusmenetelmin. Nab Labs Oy:ssä koepainatukset suoritetaan IGT AIC2-5 -koepainolaitteella. Tämän opinnäytetyön aiheena oli IGT -painomenetelmien kehittäminen. Tarkoituksena oli selvittää Nab Labs Oy:n IGT -menetelmien tila ja käynnistää tarvittavia kehitystoimenpiteitä.

Työssä selvitettiin IGT AIC2-5 -koepainolaitteella tehtävät testimenetelmät, sekä automaattisten analysointimenetelmien mahdollisuudet näille testimenetelmille. Valmiista kirjallisuusselvityksestä valittiin asiakkaan kanssa kehityssuunnaksi picking -testin, eli paperin pintalujuustestin automaattinen analysointi. Tähän tarkoitukseen oli löydetty neljä vaihtoehtoa, joista päätettiin lähteä tarkemmin tutki-
maan PTS DOMAS- sekä PapVision -menetelmiä.

Työn kokeellisessa osiossa painettiin picking -testit asiakkaan valitsemille pape-reille. Jokaisesta testiliuskasta katsottiin picking -tulos. Nämä painetut picking -näytteet lähetettiin Saksaan PTS:n testattavaksi, jotta saataisiin selville voiko DOMAS -ohjelmalla analysoida näitä Nab Labs:ssa testattavia paperilaatuja. Pap-Vision -menetelmän toimivuutta ei pystytty vielä tutkimaan, sillä tuotetta toimitetaan vasta alkuvuodesta 2008. Tämä arviointi jää tehtäväksi projektin seuraavassa vaiheessa.

DEVELOPMENT OF IGT PRINTING METHODS

Pauliina Vahander
Satakunta University of Applied Sciences
Chemical Engineering
November 2007
Reijo Vaittinen
Outi Nurmelin, Nab Labs Oy
UDK: 676.2, 676.8.02, 676.8.05
Number of Pages: 39

Key Words: test print, picking, automatic analysis

ABSTRACT

In the papermaking process it is important to observe how paper will behave in the printing machine in the future. In the manufacturing stage, production printability of the paper is predicted in the laboratory with different kinds of test print methods. In Nab Labs Oy test prints are performed with the IGT AIC2-5 printability tester. The subject of this thesis was the development of IGT printing methods. The purpose was to define the state of Nab Labs Oy's IGT methods and to start up the required development measures.

In this thesis, the test methods of IGT AIC2-5 were studied, as well as the possibilities for automatic analysis to these test methods. Together with a customer, the development trend that was chosen was the automatic analysis of the picking test or the surface strength test. This choice was made from a literature survey. Four possibilities were found for this purpose and from those, the PTS DOMAS and PapVision methods were taken to closer inspection.

In the experimental section of the thesis, the picking tests were printed to papers that the customer had chosen. Picking results were taken from each test strip. These printed picking samples were sent to Germany to be tested with the DOMAS software. The functionality of the PapVision method couldn't be tested, because this product will not be delivered until the beginning of the year 2008. This assessment will be left to the next stage of the project.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	PAINATUS	7
2.1	Tärkeimmät painotuotteet.....	9
2.2	Ajettavuus ja painettavuus	10
3	PAINOMENETELMÄT	11
3.1	Offset	11
3.1.1	Coldset-offset	13
3.1.2	Heatset-offset	14
3.1.3	Arkkioffset	15
3.1.4	Vedetön offset	16
3.2	Syväpaino.....	16
3.3	Flekso	18
3.4	Digitaalinen painatus	20
3.5	Kohopaino.....	22
3.6	Seripaino	23
3.7	Painomenetelmien vertailu	23
3.8	Painomenetelmien vaatimuksia	23
4	LABORATORIOKOEPAINO	25
5	IGT -KOEPAINOLAITTEET.....	26
5.1	IGT AIC2-5.....	26
5.1.1	Toimintaperiaate.....	27
5.1.2	Osaluettelo.....	28
6	IGT -KOEPAINOMENETELMÄT AIC2-5 -LAITTEELLE.....	30
7	AUTOMAATTISET ANALYSOINTIMENETELMÄT.....	30
7.1	Picking-testin automaattinen analysointi.....	30
7.1.1	PTS DOMAS	31
7.1.2	Papvision -projekti	32
7.1.3	ImageXaminer.....	32
7.1.4	STFI Image analysis.....	32
7.2	Picking -menetelmien vertailu ja valinta	33
8	PICKING -TESTAUS	34
8.1	Picking -tuloksen määrittäminen.....	34
8.1.1	Nopeustaulukon avulla.....	34
8.1.2	Laskukaavalla.....	35
8.2	Katsotut picking -tulokset.....	36

8.3 DOMAS –ohjelmalla saadut tulokset	37
9 PÄÄTELMÄÄ	37
10 LÄHTEET	38

LIITTEET

Liite 1: AIC2-5 -KOEPAINOLAITE

Liite 2: IGT -KOEPAINOMENETELMÄT AIC2-5 -LAITTEELLE

Liite 3: AUTOMAATTISET ANALYSOINTIMENETELMÄT

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö tehtiin Nab Labs Oy Rauman painatuslaboratoriossa. Nab Labs Oy:n ydinliiketoimintaa ovat laboratorio- ja mittauspalvelut. Analyysi- ja mittauspalvelutarjonta on erittäin kattava, aina massojen seurannasta painetun paperin testaamiseen. /1/

Painatuslaboratorion työryhmä analysoi sekä painamatonta että painettua tuotetta erilaisin paperiteknisin ominaisuuksin sekä visuaalisesti arvostelemalla. Työryhmä tekee laboratoriopainokokeilla painatuksia tuotantopainettavuuden ennustamiseksi. Painatustestaukseen on tarjolla menetelmiä niin offset- kuin syväpainoonkin/1/.

IGT AIC-2 on painatuslaboratorion käytössä oleva koepainatuslaite. Laitteella voidaan selvittää erilaisia paperiin ja sen painatukseen liittyviä ominaisuuksia, ongelmia ja kehitystarpeita. Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää Nab Labs Oy:n IGT -menetelmien tila ja kehitystarpeet sekä käynnistää tarvittavia kehitystoimenpiteitä.

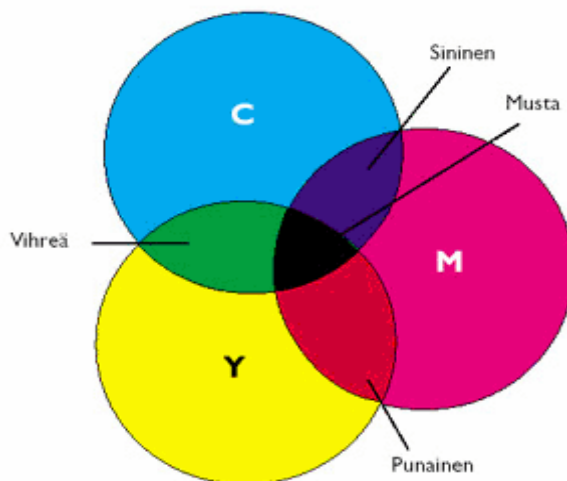
Insinööriyössä selvitetään kirjallisuuden perusteella, mitä erilaisia IGT -testimenetelmiä on olemassa jo käytössä olevien lisäksi, sekä miten tuloksia hyödynnetään. Tähän kuuluu myös selvitys tietokonepohjaisten ohjelmistojen käytettävyydestä painojälkeä analysoitaessa.

Kirjallisuusselvityksen jälkeen insinööriyöhön sisältyy kokeellinen osa. Tässä testataan halutun ohjelmiston tai testimenetelmän toimivuus Nablabs:ssa testattaviin papereihin. Jos menetelmä on toimiva, tehtävänä on sen käyttöönotto sekä työ-/käyttöohjeiden laadinta.

2 PAINATUS

Paperin painaminen voidaan karkeasti jakaa kahteen tapaukseen: perinteiseen (mekaaniseen) painamiseen ja digitaaliseen painamiseen. Mekaanisessa painamisessa painettava informaatio jäljennetään painolevylle tai –sylinderille, jolla sitten painetaan muuttumatonta aihetta haluttu määrä kopioita. Digitaalisessa painamisessa painettava tieto muodostetaan suoraan tietokoneen muistista, jolloin peräkkäiset painetut kappaleet voivat olla erilaisia.

Paperille painamista varten sävykuvat rasteroidaan eli kuvan tummuuserot voidaan toistaa hajottamalla kuva rasteripisteiksi. Painetusta kuvasta aistitut värit muodostuvat subtraktiivisen värinmuodostuksen periaatteiden mukaisesti eli tietynvärinen valo suodattuu tulevasta valosta paperille painettujen värikerrosten muodostaessa ”suotimen”. Normaalisti painettu värikuva muodostuu neljästä osaväristä, jotka ovat, musta, syaani, magenta ja keltainen. Esimerkiksi päällekkäin painetut keltainen ja magenta väri näkyvät katsojalle punaisena.



Kuva 1. Subtraktiivisen värinmuodostuksen perusvärit ovat syaani, magenta ja keltainen (cyan, magenta, yellow, CMY). Painettaessa kaikki kolme perusväriä päällekkäin on tuloksena periaatteessa musta. Koska perusvärit eivät kuitenkaan käytännössä ole aivan puhtaita, on päällepainatuksen lopputulos ennemminkin rusehtava kuin musta. Niinpä lisänä käytetään mustaa painoväriä./3/

Painettava informaatio (teksti ja kuvat) tuotetaan nykyisin lähes poikkeuksetta tietokonejärjestelmillä, joista sitten joko tulostetaan sivufilmit painolevyjen valottamista varten tai sivutiedon mukaan suoraan ohjataan painopinnan valotusta tai kaiverrusta. Tyypillisesti painokoneessa on jokaiselle osavärille oma painoyksikkö, missä on värisäiliö, värinsiirtolaitteisto ja painolevy tai -sylinteri. Painoväri siirtyy paperille painokoneen sylinterien muodostamassa painonipissä.

Tavallisimpia painomenetelmiä ovat offset, syväpaino ja flekso. Offsetissa painolevy on tasainen ja sisältää pintakemiallisesti eri tavoin käyttäytyviä väri- ja vesipintoja. Painoaiheen mukaisilta väripinnoilta väri siirtyy levyltä ensin kumikan-kaan peittämälle sylinterille ja siitä edelleen paperiin. Syväpainossa painosylinteriin on syövytetty tai kaiverrettu pieniä kuppeja ja väri siirtyy kupeista paperiin nipin kovassa puristuksessa. Fleksossa painolaatalle levitetty väri siirtyy laatan kohollaan olevien alueiden kautta paperiin. Painomenetelmistä lisää myöhemmin.

Painokoneet voidaan jaotella värikapasiteetin mukaan. Yksipuolisissa painokoneissa kerrotaan painolaitteiden lukumäärä, eli kuinka monta eri värikerrosta paperin samalle pinnalle voidaan yhden painoprosessin kuluessa painaa. Arkkipainokoneet ovat usein 1-, 2-, tai 4-värikoneita. 5- ja 6-värikoneissa lisäyksikköjä käytetään yleensä jonkin lisävärin tai lakkauksen painamiseen. Molemmille puolille painettavissa koneissa värillisyyttä kuvataan ilmaisemalla kapasiteetti priima- ja sekundapuolille erikseen. Esimerkiksi 4/4 värikone painaa yhdellä tuotantokerralla enintään 4 väriä.

Painokoneet voidaan jaotella myös niiden käyttämän paperin muodon mukaan arkki- ja rainapainokoneisiin. Arkkikoneissa määrämittaan leikatut paperiarkit alistetaan arkkipinosta koneen naukkareiden (termi arkkia pitävälle painokoneen osalle) kuljetettavaksi ja painetut arkit luovutetaan uuteen pinoon. Rainapainokoneessa voidaan painaa tyypillisesti 1-6 rullalta lähtevää rataa yhtä aikaa. Radat taitetaan ja leikataan, jolloin haluttu tuote on joko kerralla valmis tai painetut arkit viedään jälkikäsittelyyn. /2/



Kuva 2. Ryobi neliväri offset-painokone /4/.

2.1 Tärkeimmät painotuotteet

Sanomalehdet painetaan nykyisin lähes yksinomaan coldset-offsetilla. Lehti painetaan yleensä 40-48.8 g/m² sanomalehtipaperille kerralla valmiiksi. Isoilla lehdillä on usein eri painoksia, jolloin painoksen vaihtuessa painokone pysäytetään ja uusia uutisia sisältävät painolevyt vaihdetaan. Painettu lehti kulkee painokoneen taittolaitteelta postitukseen, missä lehdet kootaan nipuiksi, jotka ovat lastattavissa autoihin. Mikäli lehteen tulee liitteitä, voidaan nämä painaa ennakkoon ja liittää lehden mukaan liitteistyksessä. Sanomalehdet ovat yleensä vakioformaattisia.

Aikakauslehtiä painetaan sekä heatset-offsetilla että syväpainossa. Yhdellä painokoneen ajolla painetaan yleensä heatsetissa 16-32 sivuinen arkki ja painetuista arkeista kootaan lehti joka stiftauslinjalla (hakasidonta) tai liimasidoslinjalla. Syväpainossa kerralla painettava sivumäärä on suurempi.

Arkkioffsetissa painetaan hyvin laaja valikoima tuotteita sekä julkaisu- että pakkausteollisuuden tarpeisiin: etiketit, julisteet, kalenterit, esitteet, suoramainokset, pienet aikakaus- ja järjestölehdet, vuosikertomukset.

Tuotteesta riippuen jälkikäsitellyssä voi olla useita eri vaiheita arkkien leikkauksesta niiden koontiin ja sitomiseen.

Kirjat painetaan useimmiten offsetilla, joko arkki- tai rotaatiokoneilla. Painamisen lisäksi valmistusprosessiin kuuluu mm. erilaisia taitto- ja leikkausvaiheita, koonti, sidonta/nidonta, selän liimaus ja puristus sekä kansien valmistus- ja kiinnitysvaiheet./2/

2.2 Ajettavuus ja painettavuus

Kaikissa painomenetelmissä painettavalle materiaalille asetetaan erilaisia vaatimuksia. Painettavuudella ymmärretään niiden ominaisuuksien yhteisvaikutusta, joiden perusteella paperilla saavutettava painojäljen laatuaste muodostuu. Käytännössä painettavuusvaatimus asetetaan laatuasteiden perusteella. Painettavuus ei ole sama asia kuin painojäljen laatu, koska jälkimmäiseen vaikuttavat painamista edeltävät (pre-press) vaiheet, painokone ja painamisen muuttujat.

Paperin ajettavuus on kunnossa silloin, kun painaminen sujuu tuotantonopeudella, eli paperirata tai arkki kulkee häiriöttä painokoneen läpi. Käytännössä ajettavuusvaatimukset määräytyvät tuotantotavoitteiden perusteella. Paperin tulee kestää kaikkia painoprosessin rasituksia, joten eri painomenetelmät asettavat erilaisia ajettavuusvaatimuksia.

Kun paperi ei kestä prosessin rasitusta, seurauksena on ajettavuusongelma. Ajettavuusongelmat jaetaan yleensä kolmeen ryhmään. *Äkillinen häiriö* aiheuttaa usein tuotannon välittömän keskeytymisen. Paperilta vaaditaan tiettyä minimilujuutta, joka tyypillisesti on selvästi suurempi kuin painokoneen aiheuttama kuormitus. Paperin lujuus ja painokoneen kuormitukset kuitenkin vaihtelevat sekä ajan että poikkiradan myötä. Paperissa voi olla epähomogeenisiä kohtia ja toisaalta painokoneella kuormitukset vaihtelevat etenkin lentävän rullavaihdon aikana. Kun kuormitus ylittää paperin paikallisen lujuuden, seuraa ratakatko, painokone pysähtyy ja rata pitää viedä takaisin painoyksiköiden ja telaston läpi uudelleenkäynnistystä varten.

Kumulatiivinen häiriö voi johtaa tuotannon keskeytymiseen ja toimenpiteisiin määräväleihin. Esimerkiksi paperista irtoavat partikkelit jäävät painopinnalle, jolloin tuotannon edistyessä rasteripisteiden muodostama rakenne tukkeutuu. Painojäljen laatu huononee niin paljon, että painokone joudutaan pysäyttämään, ja kumit puhdistetaan, minkä jälkeen ajoa voidaan jatkaa. *Yhtäjaksoinen ongelma* sallii tuotannon jatkamisen, mutta voi aiheuttaa tarpeen hidastaa ajonopeutta tai heikentää painojäljen laatua. Esimerkkejä ajonopeuteen kytköksissä olevista ilmiöistä ovat painoväriin kuivumisongelmat, painojäljen kohdistusvirheet sekä ongelmat paperia taitettaessa./2/

3 PAINOMENETELMÄT

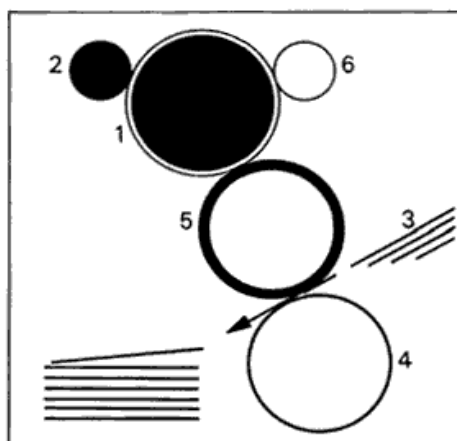
3.1 Offset

Yleisesti offsetmenetelmästä puhuttaessa tarkoitetaan perinteistä laakapainooffsetia. Tarkasti ottaen tarkoittaa offset sitä, että painoväri siirtyy ensin painolevyltä kumikankaan peittämälle sylinterille ja vasta siitä paperiin. Laakapainossa tasaisen painolevyn painavilla ja ei-painavilla pinnoilla on erilainen pintajännitys, jolloin painoväri siirtyy painaville pinnoille ja kostutusvesi ei-painaville pinnoille.

Offsetpainoväri koostuu pigmentistä, sideaineesta, kantoaineesta ja lisäaineista. pigmentin tehtävänä on antaa painojäljelle kontrasti ja värillisyyttä. Sideaine sitoo pigmenttipartikkelit ja kantoaineen avulla saadaan väri juoksevaksi. Kantoaine voi olla joko liuotin tai öljy. Painoväriin komponenttien valinnalla ja suhteilla säädetään sen juoksevuus- ja kuivumisominaisuuksia. Offsetväri jaetaan kuivumistansa mukaan coldset-, heatset- ja arkki-väreihin. Coldset-väriin kantoaine imeytyy paperiin ja väri kuivuu ajan myötä ilman erillistä energiaa. Tarkasti ottaen värin kuivuminen jatkuu ”ikuisesti”, jolloin painojäljen pintaa hangattaessa siitä irtoaa väriä. Heatset-väriin liuotin haihtuu painoyksikköjen jälkeen kuivaajassa, jonka lämpötila on 200 °C - 300 °C.

Arkkivärit kuivuvat normaalisti, kun sideaine hapettuu. Tämä on yleensä hidasta, mutta prosessia voidaan nopeuttaa käyttämällä IR-säteilijää.

Offsetpainokoneen värilaitteistossa painoväri on värikaukalossa, mistä se siirtyy väritelaston välityksellä painolevyille. Kostutusvesi kulkeutuu vesilaitteen avulla painolevyille. Väritelastossa on useita teloja, joiden tehtävänä on muodostaa tasainen siirtyvä värikerros. Jokainen osaväri painetaan omalla värilaitteella. Kuten jo edellä mainittiin, neliväripainatuksessa osavärit ovat musta, syaani, magenta ja keltainen. Offsetissa uusi osaväri painetaan suoraan edellisen (märän) värin päälle ja mahdollinen kuivaus on vasta painoyksikköjen jälkeen. Yksipuolisessa painatuksessa paperi kulkee kumisylinterin ja vastasyylinterin muodostaman painonipin läpi. Mikäli nipin muodostaa kaksi kumisylinteriä ja painetaan paperin molemmille puolille, kutsutaan tätä usein termillä ”blanket-to-blanket”.



Kuva 3. Offset-periaate: 1. painolevy, 2. väri, 3. paperi, 4. puristussylinteri, 5. kumisylinteri, 6. vesi. Offset perustuu siihen, että väri ja vesi hylkivät toisiaan. Painolevyn painojäljen antavat kohdat hylkivät vettä ja ottavat väriä vastaan, muut osat ottavat vettä vastaan ja hylkivät painoväriä. /3/

Offsetin monitelainen väri- ja vesilaitteisto tekee painolaitteesta monimutkaisen. Toisaalta painoyksikön rakenne periaatteessa vapaasti valittavissa, koska menetelmä sallii molemminpuolisen painatuksen samassa nipissä (kumi vasten kumia) ja osavärien peräkkäinen painatus ilman välivaiheita (kuten kuivaus) on mahdollista. /2/

3.1.1 Coldset-offset

Coldset-offsetissa painoväri tunkeutuu paperin pintaan ja väri kuivuu ilman ulkopuolista energiaa. Menetelmä sopii tuotteisiin, joita tuotetaan suuria määriä kohtuullisella painojäljen laadulla. Sanomalehdet painetaan 40-48.8 g/m² sanomalehtipaperille; liitteitä ja suoramainoksia painetaan usein 52-60 g/m² erikoissanomalehtipaperille.

Coldset-painatus asettaa seuraavanlaisia vaatimuksia painettavalle paperille:

Toiminnalliset vaatimukset

- Paperilta vaaditaan hyvä pintalujuutta sekä kuivana että märkää märälle painettaessa.
- Paperilta vaaditaan tasaista painoväriin asettumista.

Prosessitekniset vaatimukset

- Paperilla tulee olla riittävät lujuusominaisuudet, sanomalehtien tiukka painatusaikataulu ei salli lukuisia paperista johtuvia katkoja.
- Päälystämättömällä paperilla ei saa olla liiallista pölyämistä. Painolle aiheutuu materiaali- ja aikahukkaa, mikäli painokone joudutaan pysäyttämään ylimääräistä pesua varten.
- Painoväriin tulee asettua paperille riittävän nopeasti, jotta vältetään painokoneen telojen ja painetun tuotteen sivujen tahrintuminen.
- Paperi ei saa mennä vekille painokoneessa.
- Paperilla saavutettavan värikuvan kohdistuksen tulee pysyä hallinnassa poikkisuunnassa rullan reunasta reunaan ja ajosuunnassa rullan pinnasta pohjaan sekä vaihdettaessa toiseen saman lajin rullaan.

Tuotetekniset vaatimukset

- Paperi tulee pystyä painamaan haluttuun tummuustasoon.
- Kontrastin ja pisteen kasvun tulee pysyä hallinnassa.
- Paperilta vaaditaan hyvää painojäljen tasaisuutta, jotta täyspeitteiset pinnat toistuvat luonnollisina ja rasterikuvat terävinä.
- Tuote ei saa tahrata liikaa, joten rub-offin tulee pysyä hallinnassa./2/

3.1.2 Heatset-offset

Heatsetillä painetaan tyypillisesti aikakauslehtiä ja erilaisia mainostuotteita. Tärkeimmät paperilajit ovat päällystämätön superkalanteroitu SC (supercalanted) ja kevyesti päällystetty LWC (light weight coated). Nämä jakautuvat vielä eri alalajeihin. SC:n ja LWC:n väliin on myös kehitetty oma laji: koneella päällystetty MFC (machine finished coated). Painettavien papereiden neliömassa-alue riippuu tuotteesta. SC-paperilla neliömassa vaihtelee alueella 45-70 g/m² ja LWC-paperilla alueella 49-65 g/m². Tätä painavampia päällystettyjä papereita kutsutaan MWC- ja HWC-papereiksi. Myös erilaisia luetteloita ja erikoistuotteita tuotetaan heatsetissä. Joihinkin koneisiin on asennettu erityinen jälkikäsitteilylinja suoraan koneen jatkeeksi. Tällöin painokoneelta tulevaa painettua rataa taitetaan, leikataan ja liimataan, ja syntyvä tuote voidaan personoida.

Heatset-painatus asettaa seuraavanlaisia vaatimuksia painettavalle paperille:

Toiminnalliset vaatimukset

- Paperilta vaaditaan hyvä pintalujuutta sekä kuivana että märkää märälle painettaessa.
- Paperilta vaaditaan tasaista painoväriä asettumista.
- Hyvä dimensiostabiliteetti.

Prosessitekniset vaatimukset

- Paperilla tulee olla riittävät lujuusominaisuudet. Lujuusominaisuudet korostuvat käytettäessä painokoneen perässä jälkikäsitteilylinjaa, missä rai-nasta taitetaan ja leikataan pieniä tuotteita.
- Paperissa ei saa olla aaltoiluja tai vanoja.
- Paperilla tulee olla hyvä lämmönsietokyky kuivatuksen aikana, jotta ei tule kuitukarheutumia eikä vikoja päällysteen käyttäytymisessä.

Tuotetekniset vaatimukset

- Paperissa tulee olla riittävä kiilto, jotta saavutetaan myös hyvä painettu kiilto.
- Paperi tulee pystyä painamaan haluttuun tummuustasoon.
- Kontrastin ja pisteen kasvun tulee pysyä hallinnassa.

- Paperilta vaaditaan hyvää painojäljen tasaisuutta, jotta täyspeitteiset pinnat toistuvat luonnollisina ja rasterikuvat terävinä. Tuote ei saa tahrata, joten rub-offia ei sallita./2/

3.1.3 Arkkioffset

Arkkioffsetin tuote- ja paperivalikoima on erittäin laaja. Koska paperi liikkuu koneessa arkkeina, kaikkein pienimpiä neliömassoja ei käytetä. Tyypillisiä tuotteita ovat vuosikertomukset, kuvateokset, seinäkalerit ja julisteet, erilaiset esitteet, yleis- ja erikoislehdet, myyntiluettelot, käsikirjat, käyttöohjeet, aikataulut, yrityslomakkeet, postikortit sekä erilaiset pakkaukset ja etiketit.

Koska erilaisia tuotteita on paljon, tarjolla on myös lukuisa määrä eri tuoteryhmiin soveltuvia papereita. Eräs tärkeä jakoperuste on paperin puuvapaus/puupitoisuus. Puuvapaat lajit eivät sisällä mekaanista massaa. Kaikkein laadukkaimmat painatustyöt painetaan taidepainopaperille (115-300 g/m²). Korkeatasoisissa esitteissä ja kirjoissa käytetyt paperit ovat yleensä puuvapaita, kun taas massajakelutarkoituksiin käytetään sekä puuvapaita että hiokepitoisia lajeja.

Arkkioffset asettaa seuraavanlaisia vaatimuksia painettavalle paperille:

Toiminnalliset vaatimukset

- Paperilta vaaditaan hyvä pintalujuutta sekä kuivana että märkää märälle painettaessa.
- Paperilta vaaditaan tasaista painoväriä asettumista.
- Hyvä dimensiostabiliteetti

Prosessitekniset vaatimukset

- Painoväriä tulee asettua paperille riittävän nopeasti, jotta vältetään painokoneen telojen ja arkipinossa päälle tulevan arkin vastapuolen tahriintuminen.
- Paperi ei saa käyristyä.
- Paperin kitkan tulee olla sopiva naukkareiden (arkkia kuljettava painokoneen osa) kannalta.

Tuotetekniset vaatimukset

- Paperissa tulee olla riittävä kiilto, jotta saavutetaan myös hyvä painettu kiilto.
- Paperi tulee pystyä painamaan haluttuun tummuustasoon.
- Paperilta vaaditaan hyvää painojäljen tasaisuutta, jotta täyspeitteiset pinnat toistuvat luonnollisina ja rasterikuvat terävinä.
- Tuote ei saa tahrata, joten rub-offia ei sallita./2/

3.1.4 Vedetön offset

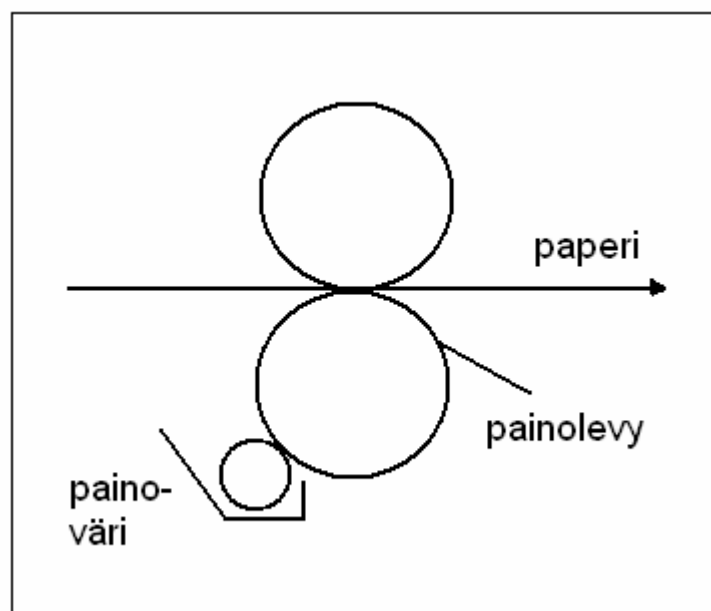
Vedettömässä offset-menetelmässä painolevyn vesipinnat on korvattu silikonipinnalla. Vesi/väri-tasapainon säätö jää pois, jolloin prosessi yksinkertaistuu. Koska samalla myös kostutusveden levyä puhdistava ja jäähdyttävä vaikutus jää pois, käytännön kuivaoffsetkoneissa väriyksikkö on varustettu jäähdytyslaitteistolla, jotta yksikön lämpötila pysyy sallituissa rajoissa. Menetelmällä saavutetaan hyvä painojäljen laatu ja samalla prosessi on ympäristöystävällinen, koska kostutusveden lisäaineita ja alkoholia ei tarvita./2/

3.2 Syväpaino

Syväpainon painosylinterissä on teräsrunko, jonka päälle on sähkökemiallisen reaktion avulla muodostettu ensin pohjakuparointi ja sitten varsinainen kuparipinta painojäljen kaiverrusta (tai aiemmin syövytystä) varten. Kaiverruspäätä ohjataan sivutiedon mukaan ja valmis pinta yleensä kromataan. Kun sylinterillä on painettu tarvittava painosmäärä, pinta revitään pois ja sylinteriin kuparoidaan uusi pinta uutta kaiverrusta varten.

Syväpainokoneen värilaitte on hyvin yksinkertainen. Painosylinteri pyörii hyvin juoksevaa väriä sisältävässä kaukalossa ja painoaiheen mukaan kaiverretut kupit nostavat väriä. Väriin ylimäärä raakeloidaan pois ja väri siirtyy kupeista paperille painosylinterin ja puristussylinterin muodostamassa nipissä. Väriin siirtoa voidaan tehostaa sähköenergian avulla: paino- ja vastasynterinin välille synnytetty sähkökenttä vetää varautuneita värihiukkasia kupeista paperin pintaan.

Rata menee painonipin jälkeen suoraan kuivaukseen ennen seuraavan värin painamista. Painovärin liuottimena on yleensä tolueeni, joka haihdutetaan kuivaajassa pois.



Kuva 4. Syväpaino periaate /5/.

Syväpainossa painetaan pääasiassa SC- ja LWC-papereita ja isoja painosmääriä. Tyypillisiä tuotteita ovat suurilevikkiset aikakauslehdet, (posti)myyntikuvastot ja -luettelot.

Syväpainatuksen asettamat vaatimukset painettavalle paperille:

Toiminnalliset vaatimukset

- Paperilta vaaditaan erinomaista sileyttä.
- Minimaalinen toispuoleisuus.
- Paperilta vaaditaan tasaista painoväriabsorptiota.

Prosessitekniset vaatimukset

- Paperilla tulee olla riittävät lujuusominaisuudet.
- Suuri rullakoko voi asettaa erityisvaatimuksia.
- Paperilla saavutettavan värikuvan kohdistuksen tulee pysyä hallinnassa poikkisuunnassa rullan reunasta reunaan ja ajosuunnassa rullan pinnasta pohjaan sekä vaihdettaessa toiseen saman lajin rullaan.

Tuotetekniset vaatimukset

- Paperissa tulee olla riittävä kiilto, jotta saavutetaan myös hyvä painettu kiilto.
- Paperi tulee pystyä painamaan haluttuun tummuustasoon.
- Kontrastin ja pisteen kasvun tulee pysyä hallinnassa.
- Paperilta vaaditaan hyvää painojäljen tasaisuutta, jotta täyspeitteiset pinnat toistuvat luonnollisina ja rasterikuvat terävinä.
- Tuote ei saa tahrata, joten rub-offia ei sallita.
- Puuttuvia rasteripisteitä ei sallita.
- Tuotteen liotinainejäämän tulee olla hyväksytyllä tasolla.

Mikäli kerralla painetaan tuotteen kaikki sivut, tuote on valmis joko suoraan tai puhtaaksileikkauksen jälkeen. Muuten syväpainokoneen taitetuista arkeista kootaan lehtiä, luetteloita ja kuvastoja samalla tavoin kuin heatset-koneen arkeista./2/

3.3 Flekso

Fleksossa painopintana käytetään polymeerilaattaa. Painopinnan valmistuksessa fotopolymeerilaattaa valotetaan filmin läpi ja kehityksen jälkeen painoaiheen muodostavat alueet jäävät laatassa ei-painavaa aluetta korkeammalle. Taipuisa laatta kiinnitetään painosylinterin pinnalle.

Fleksopainokoneen värilaitte on suhteellisen yksinkertainen. Värikaukalossa pyörivä tela nostaa väriä kuppitelalle, ja telan pyöriessä raakeli pyyhkii ylimääräisen värin takaisin kaukaloon. Väri siirtyy telan kupeista painolaatalle ja edelleen paperiin paino- ja vastasynterinin muodostamassa nipissä.

Tyypillisesti fleksoa käytetään pakkauspainatuksessa, jolloin painettavat materiaalit vaihtelevat tuotteen mukaan. Fleksolla painetaan usein tuotteita, joissa saavutettava painojäljen laatutaso on tarpeeksi riittävä, eli käytetään harvaa rasteria tai sävykuvia ei paineta lainkaan.

Esimerkkituotteita ovat erilaiset kääreet, kotelot ja pussit. Sanomalehtien painatuksessa fleksoa on käytetty jonkin verran ja konelinjojen valmistus on keskittynyt vain muutamille painokoneenvalmistajille. Käytännössä neliväripainatuksen yleistyttä fleksolla saavutettava nelivärialaatu ei riitä kilpailussa offsetia vastaan.

Fleksopainomenetelmän vaatimukset:

Toiminnalliset vaatimukset

- Paperilta vaaditaan sopivaa huokoisuutta.
- Paperilta vaaditaan riittävää pintalujuutta.
- Paperilta vaaditaan tasaista painoväriabsorptiota.

Prosessitekniset vaatimukset

- Paperilla tulee olla riittävät lujuusominaisuudet.
- Paperin tulee kestää usean värin ”märkänä märälle” painatusta.

Tuotetekniset vaatimukset

- Paperin tulee pystyä painamaan haluttuun tummuustasoon.
- Paperilta vaaditaan hyvää painovärin tasaisuutta, jotta täyspeitteiset pinnat toistuvat luonnollisina ja rasterikuvat terävinä.
- Tuote itsessään saattaa asettaa erityisvaatimuksia: esim. elintarvikepakkauksiin käytettävän paperin ja kartongin tulee olla elintarvikekelpoisia.
- Elintarvikepakkauksissa myös painovärin tulee olla elintarvikekelpoista, jolloin paperin/kartongin on toimittava ko. värin kanssa.

Pakkausten valmistuksessa jälkikäsittely on usein sidottu itse pakkausprosessiin. Tyypillisesti esimerkiksi kartonkipakkaukset painatuksen jälkeen stanssataan eli leikataan koteloaihion muotoon. Samalla painettu materiaali myös nuutataan eli kartongin jäykkyyttä lasketaan pakkausaihion taitoskohdista. Pakkausaihiot kuljetetaan pakkauskoneille, aihioista muodostetaan pakkaus, tuote pakataan ja pakkaus suljetaan./2/

3.4 Digitaalinen painatus

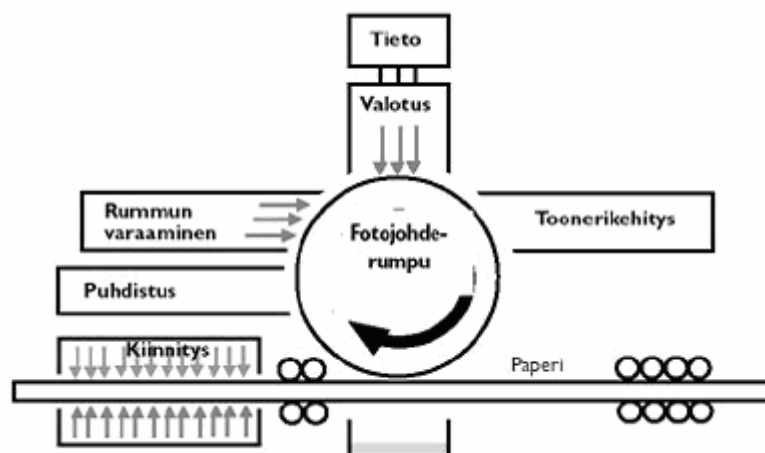
Digitaalinen painatus käsittää kaikki menetelmät, joissa sivuasemointi siirretään suoraan painopintaan tai painomateriaaliin digitaalisessa muodossa. Kosketuksettomissa painomenetelmissä kuva siirtyy painomateriaaliin periaatteessa ilman mekaanista puristusta. Menetelmiä kutsutaan siksi NI-, NIP- eli non impact – painomenetelmiksi. Menetelmät perustuvat yleensä tulostus- ja kopiotekniikoihin. Digitaalitekniologian kehittymisen myötä ero tulostuksen ja painatuksen välillä on hämärtymässä.

Digitaalista painokonetta ohjataan sivutiedon perusteella, ja jokainen painettava sivu voi olla erilainen. Painokoneessa voi olla yksi tai useampia painolaitteita ja koneet käyttävät joko arkki- tai rullapaperia. Digitaalisten painokoneiden saavuttama tulostusnopeus on nopeasti kehittynyt ja käytännössä ne kilpailevat lyhyissä sarjoissa arkkioffsetin kanssa.

Digipainomenetelmiä:

Elektrofotografiassa kuvarummun pinta on käsitelty siten, että se sähköisesti käyttyy eri tavoin pimeässä ja valossa. Aluksi kuvarumpu varataan tasaisesti koronalankojen avulla. Seuraavaksi rumpu valotetaan, jolloin rummulle syntyy sähköinen varauskuvio alkuperätiedoston mukaan. Toonerihiukkaset syötetään rummulle, missä ne tarttuvat varauskuvion mukaisiin paikkoihin ja tämä kuvio siirretään edelleen paperiin. Rumpu puhdistetaan seuraavaa kierrosta varten. Paperille siirtynyt toneri kiinnitetään yleensä lämmön ja/tai puristuksen kanssa.

Ink jet eli *mustesuihkutekniikka* on aito NI-menetelmä, koska se ei edellytä tulostuspään kontaktia painoalustaan. Kuva muodostetaan suihkuttamalla väriaine pieninä pisaroina painettavaan materiaaliin. Tekniikka on yleistynyt varsinkin pienissä tulostimissa konttori- ja kotikäytössä hyvän hinta-laatusuhteen takia. Mustesuihkutulostimia käytetään graafisessa teollisuudessa yleisimmin tuotteiden personointiin.



Kuva 5. Elektrofotografian toimintaperiaate /3/.

Ionografiassa sähköinen varauskuvio eli latentti kuva syntyy, kun dielektrisen kuvarummun pintaa pommitetaan ioneilla. Ionit synnytetään generaattorissa ja niiden määrää hallitaan syöttösignaalilla. Ionimäärä vaikuttaa saavutettavaan sävyarvoon: tumma sävy syntyy suuremmalla ionimäärällä, koska niihin tarttuu suurempi määrä väritooneria.

Elektroografiassa muodostetaan ensin latenttikuva sähköisesti aivan kuten elektrofotografiassa. Menetelmien ero on kuvanmuodostustavassa. Elektroografiassa kuvarumpua ei tarvitse ennalta varata, vaan varaus muodostetaan laserin tapaan suoralla elektronisäteellä joko suoraan painoalustaan tai dielektriselle rummulle. Väritooneri tarttuu magneettisena ainoastaan varautuneisiin kohtiin.

Digitaalisilla painokoneilla painettavat tuotteet ovat tyypillisesti lyhyitä sarjoja, esimerkiksi esitteitä, teknisiä dokumentteja, raportteja, oppimateriaaleja sekä pakkauspainatusten sovelluksia. Digitaalisuuden etuja ovat mahdollisuus personoida vaikka jokainen kappale, työkierron nopeus sekä vain juuri halutun määrän tuottaminen. Koska työ on muistissa, voidaan uusia kappaleita tuottaa helposti lisää ja samalla päivittää vaihtuva informaatio./2/

3.5 Kohopaino

Kohopaino on väistyvä menetelmä, jota ennen offset-aikakautta käytettiin laajalti sanomalehtien painatukseen. Nykyään menetelmää käytetään lähinnä pienten erikoistuotteiden painatukseen arkkikoneilla. Painopinta on kokoonpuristamaton metallipinta, jonka koholla oleville alueille levitetty väri siirretään puristuksen avulla paperiin.

Kohopainokoneiden tyyppejä ovat:

- taso-taso –geometriaa käyttävä tiikeli
- taso-sylinteri –geometriaan perustuva sylinterikone
- sylinteri-sylinteri –geometrian omaava rotaatiokone

Tiikelikoneista tunnetuin on Heidelbergin valmistama tasopainokone. Laitteen sivuilla on kaksi alistamiseen ja luovuttamiseen tarkoitettut siivet. Koneen toinen, pystyssä oleva taso on kiinteä ja toinen liikkuu akselin ja niveltankojen avulla. Painaminen tapahtuu tasojen puristuessa yhteen. Tiikelit ovat aina arkkipainokoneita.

Sylinteripainokoneessa painolevy, ladoskehilö tai vaikka nuuttauslevy on tasomainen. Puristus saadaan aikaan pyörivällä sylinterillä, jonka ympärille painettava paperi tai muu materiaali on naukkareilla kiinnitettynä. Koneessa taso liikkuu värilaitteen ja painosylinterien akselien ollessa kiinteästi paikallaan. Yhdellä liikeraldalla tapahtuu siis sekä levyn värytys että itse painaminen. Sylinteripainokoneet ovat aina arkkipainokoneita. Kohorotaatiokoneella painettava materiaali kulkee levysylinterin ja painosylinterin välisestä painonipistä. Painolevy on elastinen kumi- tai muovilaatta./2/

3.6 Seripaino

Seripainoa kutsutaan myös silkkipainoksi ja menetelmällä voidaan tuottaa voimakkaita väripintoja vaihteleviin tarkoituksiin (esim. julisteet). Menetelmässä käytetään painoalustan päälle asetettavaa sihtikangasta, jonka verkon reiät muodostavat painettavan kuvan. Kankaan päälle tuodaan väriä ja ylimäärä pyyhitään vetolastalla sivuun. Kangas nostetaan pois, jolloin reikien kautta paperille siirtynyt väri muodostaa painokuvan. Menetelmällä painetaan usein erikoistuotteita paperin ja kartongin lisäksi myös muille materiaaleille./2/

3.7 Painomenetelmien vertailu

Yleisin painomenetelmä on offset, millä saavutetaan hyvä painolaatu ja painokoneita rakennetaan laajalti hyvin erilaisiin tarpeisiin. Perinteisessä offsetissa on tärkeää hallita painoväriä ja kostutusveden tasapaino, jolloin ajon alussa tulee jonkin verran makulatuuria (hylkytuotetta). Vedettömässä offsetmenetelmässä painolevyn vesipinta on korvattu silikonipinnalla, joten prosessin hallinta on tältä osin yksinkertaisempi ja menetelmän uskotaan yleistyvän ajan myötä. Syväpaino on hyvä pitkissä painoksissa ja isoilla sivumäärillä, joten tyypillisiä tuotteita ovat suurilevikkiset aikakauslehdet ja erilaiset tuotekuvastot. Fleksoa käytetään paljon pakkauspainatuksessa. Kohopainon osuus on laskeva. Seripainatuksella painetaan erikoistuotteita, esimerkiksi tarroja ja etikettejä. Digitaalisen painamisen osuus tulee voimakkaasti kasvamaan ja se valtaa alaa lähinnä arkkioffsetilta pienillä painomäärillä./2/

3.8 Painomenetelmien vaatimuksia

Seuraavalla sivulla olevassa taulukossa on esitetty kootusti eri painomenetelmien vaatimuksia lähinnä paperin ominaisuuksien kannalta. Ympyrä painomenetelmän kohdalla tarkoittaa sitä, että paperin ominaisuuksien hallinnan avulla ilmiöön voidaan vaikuttaa. Paperin tulee ensin täyttää menetelmän asettamat ajettavuusvaatimukset, ennen kuin painettavuusominaisuuksia voidaan tarkastella. /2/

Painatuksessa hallittava	Coldset offset	Heatset offset	Arkkioffset	Syväpaino	Elektrofotografia	Ink jet
Ratakatkojen taajuus	●	●		●		
Pölyäminen	●		●		●	
Set-off (värin asettuminen)	●					
Vekkiintyminen	●					
Kohdistusvirheiden hallinta	●	●	●	●		
Saavutettava tummuustaso	●	●	●	●		●
Painojäljen tasaisuus	●	●	●	●	●	●
Sävykuvien kontrasti	●	●	●	●		●
Painojäljen tahraavuus	●	●	●	●	●	●
Osavärien tarttuminen	●	●	●			
Kiilto		●	●	●	●	●
Kitkaongelmat			●		●	
Puuttuvat rasteripisteet			●	●		

Kuva 6. Painomenetelmien vaatimukset /2/

4 LABORATORIOKOEPAINO

Laboratoriopainomenetelmiin ja niiden tuloksiin suhtaudutaan usein epäilevästi, koska ”laboratoriopainatukset eivät vastaa todellista painatusprosessia”. Tyypillisiä kritiikinkohteita ovat mm. painatusnopeus, nippigeometria, käytetyt painovärit, kostutusvedenpuute sekä painettu kuva-aihe (yleensä vain kompakti pinta). Laboratoriopainatuksella ei ole tarkoitukseen (eikä edes mahdollista) simuloida esim. moniväristä offset-painoprosessia, jossa painatuksen ilmiöihin vaikuttavat mm. painokoneen rakenne, käytetyt materiaalit ja painajien ammattitaito. Mutta kun ymmärretään offset-painatuksessa tapahtuvat ilmiöt (esim. painoväriin asettuminen, takaisinsiirtyminen, kostutusveden rooli), voidaan näitä yksittäisiä ilmiöitä erotella, korostaa ja mitata laboratoriossa. Työn teettäjän tulee kuitenkin ymmärtää menetelmien antama informaatio ja mittausten rajoitukset.

Laboratoriopainatuksissa pyritään käyttämään todellisia, kaupallisia painovärejä. Tavallisesti tilataan muutama kilo väriä, joka voidaan jakaa pienempiin tuubeihin. Näin väri säilyy muuttumattomana jopa useamman vuoden. Tuubitettujen värien annostelu on kätevää. Painatuksessa värin liuottimen haihtumisesta johtuvat tahmeusmuutokset on pyrittävä minimoimaan lyhyillä värinhiertoajoilla ja tiheällä värin vaihdolla. Laboratoriomittaukset ovat työläitä, koska värin hiertotelat ja painotelat joudutaan yleensä pesemään jo muutaman painatuksen jälkeen. Painatuksen työläyden takia ei ole mahdollista/järkevää tehdä poikkiradan yli tehtäviä profiilimittauksia.

Painettavat pinta-alat ovat laboratoriomenetelmissä pieniä, joten niillä ei voida ennustaa, jos paperissa on jostain syystä satunnaisesti vaihtelevia heikkoja kohtia. Pinnan irtoaminen saattaa aiheuttaa esim. kirputusta ja siten ongelmia tuotantopainatuksessa. Laboratoriomenetelmillä on myös vaikeaa ennustaa vasta pidemmissä painatuksissa tulevia ongelmia kuten esim. pilingiä eli kertymää. Tosin tietyille laboratoriomenetelmille on löydetty korrelaatio myös kertymäherkkyyden kanssa.

Siten paperin painettavuuden/ajettavuuden ladunseurannassa tarvittaisiin laboratoriomittausten lisäksi myös säännöllisiä laadunseurantapainatuksia todellisilla painokoneilla.

Laboratoriokäyttöön on kehitetty useita erilaisia painokoneita (mm. IGT, Prüfbau), joista jokaisella on tiettyjä erikoisominaisuuksia. Yleisimmin paperiteollisuuden käytössä on IGT -koepainokone. IGT-laitteen parhaita ominaisuuksia ovat kaksi, erittäin lähellä toisiaan olevaa painoyksikköä sekä mahdollisuus siirtyä painatuksessa joustavasti vakionopeudesta kiihtyvään nopeuteen. /6/

5 IGT -KOEPAINOLAITTEET

IGT -koepainolaitteita käytetään maailmanlaajuisesti paperi-, pakkaus-, graafisessa ja painoväriteollisuudessa. Näiden teollisuudenalojen lisäksi on useita aloja jotka käyttävät IGT -laitteita painettavien materiaalien ja painovärien testaamiseen. IGT -koepainolaitteisiin ja koemenetelmiin kohdistuva mielenkiinto on kasvanut ja nousseiden laatuvaatimusten seurauksena on syntynyt uusia menetelmiä eri materiaalien painettavuuden testaamiseen. IGT -koepainolaitteiden ja koemenetelmien käyttö auttaa saavuttamaan nämä nousseet laatuvaatimukset. /7/

5.1 IGT AIC2-5

IGT AIC2-5 -koepainatuslaite tarjoaa graafiselle teollisuudelle ja sen toimittajille laajat mahdollisuudet testata ja arvioida painatuksessa käytettäviä materiaaleja kuten esim. painovärejä ja papereita. Laitetta voidaan käyttää myös metallilevyjen ja synteettisten kalvojen jne. testaukseen. AIC2-5 -laitteella voidaan simuloida kaksiväripainokonetta asettamalla siihen kaksi painatuskiekkoa. Perättäisten painatusten välistä aikaa voidaan säätää 0,014 sekunnista alkaen. Näin voidaan simuloida kaikkia nykyaikaisissa painokoneissa käytettäviä nopeuksia.

Tämä ominaisuus on erittäin merkittävä aikaherkissä kokeissa kuten painovärien säädössä märkä-märkään painatuksessa, märkähylykivyydessä ja painovärien siirtymisessä.

Laitteessa on kaksi nopeustyyppiä: vakio- ja kiihtyvänopeus. Vakionopeus on säädettävissä 0,2-5 m/s. Kiihtyvänopeus on säädettävissä 0,5-7 m/s. Kiihtyvällä nopeudella painettaessa nopeus kiihtyy niin, että saavuttaa lopulta tämän määrätyn nopeuden. Laitteen tekemän painatuksen koko on 50 × 200 mm käytettäessä yhtä painatuskiekkoa ja 50 × 200 mm käytettäessä kahta painatuskiekkoa. /8/



Kuva 7. IGT AIC2-5 koepainolaite /9/.

5.1.1 Toimintaperiaate

Laitteen sektori toimii painosylinterinä, jota vasten yksi tai kaksi painatuskiekkoa (painokehilöt) asetetaan. Voimaa, jolla painatuskiekot painautuvat sektoria vasten (painatuspaine) voidaan säätää tarkasti alueella 0-100 N. Sektorin molemmilla puolilla on kaksoisleuoilla varustetut pidikkeet joihin kiinnitetään sekä alusta että koeliuska. Pidikkeet pitävät koeliuskan ja alustan paikoillaan estäen niiden liukumisen. Painatus on mahdollista suorittaa joko alustan kanssa tai ilman. Saatavilla on eri alustamalleja. Standardikokeissa tulee kuitenkin käyttää standardissa ilmoitettua alustaa. 50 mm leveän painatuskiekon lisäksi on saatavilla myös 10, 20 ja 32 mm leveitä painatuskiekkoja.

Laitteen kahden painatuskiekon välisen painatuksen pituus on 70 mm. Kun painatusnopeus on säädetty 1 m/s, on saman painatuskierron aikana tehtävien peräkkäisten painatusten välinen aika 0,08 s. Yhden painatuskierron aikana voidaan intervalliajastimen avulla käyttää kahta eri intervallia. Painatus voidaan keskeyttää ajastimella puolivälissä painatuskiertoa.

Ensimmäinen intervalli määräytyy painatusnopeuden mukaan, kuten edellä on kuvattu. Toinen intervalli määräytyy painatusnopeuden plus ajastimella määrätyn intervallin mukaan. Tämä intervalli voidaan asettaa 0,2 – 9,9 s. 9,9 s pidemmät intervallit toteutetaan suorittamalla ensimmäinen painatus yhdellä painatuskiekolla ja määrätyn ajan (aika otetaan sekuntikellolla) kuluttua suorittamalla toinen painatus toisella painatuskiekolla. Näin kaikki intervallit alkaen 0,014 s:sta ovat mahdollisia. AIC2-5 -laitteella on mahdollista säätää intervallit ja painatusnopeus vastaamaan painokoneita.

Laitteen suhteellisen pienen koon ansiosta (100 kg/500×440×500mm) se ei ole sidottu yhteen paikkaan ja sen rakenne takaa pitkäikäisyyden kovassakin käytössä./8/

5.1.2 Osaluettelo

Seuraavassa luettelo AIC2-5 -koepainokoneen osista. Osat on merkitty kuvaan 8 liite 1.

1. Käynnistyskytkin (operation)
2. Verkköjännitteen merkkivalo
3. Painatusnopeuden valintakytkin (speed)
4. Intervalliajan valintakytkin (timer)
5. Intervalliajan käyttö
6. Intervalliajan pidennyt –painike
7. Intervalliajan lyhennyt –painike
8. Nopeusmittari

9. Sektorin käynnistyspainike
10. Painatuspaineen asteikko alemmalle painatuskiekolle
11. Alusta- ja paperinpidike
12. Alempi painatuskiekko
13. Asennusreiät
14. Alempi painatusakseli
15. Alemman painatuskiekon nostaja
16. Ylempi painatusakseli
17. Ylemmän painatuskiekon nostaja
18. Ylempi painatuskiekko
19. Painatuspaineen asteikko ylemmälle painatuskiekolle
20. Harja
21. Nopeuden (tasainen/kiihtyvä) valintakytkin
22. Merkkivalo: sektori aloitusasennossa
23. Ylemmän akselin painatuspaineen säädin
24. Testattava materiaali
25. Alusta
26. Alusta ja paperinpidike
27. Sektori
28. Alemman akselin painatuspaineen säädin
29. Moottorin käynnistyspainike
30. Nopeudensäädin lukitusnupilla
31. Päävirtakytkin (mains) /8/

6 IGT -KOEPAINOMENETELMÄT AIC2-5 -LAITTEELLE

IGT -koepainolaitteet ja niillä tehtävät testit tuovat lisäarvoa käyttäjilleen. Joistakin IGT -koemenetelmistä on tullut kansallisia tai kansainvälisiä standardeja. /7/ Nablabs Oy:n painatuslaboratoriossa on tällä hetkellä käytössä yhdeksän eri testimenetelmää. IGT -laitteelle on kuitenkin olemassa näiden lisäksi vielä monia menetelmiä paperin painettavuuden testaamiseen. Liitteessä 2 esitellään kirjallisuusselvityksessä löydetty testimenetelmät. Menetelmät ovat pääosin tehty GST -laitteille, mutta sopivat soveltaen myös painatuslaboratoriossa käytössä olevalle AIC2-5 -laitteelle.

7 AUTOMAATTISET ANALYSOINTIMENETELMÄT

Koepainatuksessa paperiliuskalle tehtävästä painatuksesta ei yleensä suoraan näy testin tulosta, vaan painojälkeä tulee analysoida tarkemmin. Usein tämä on tehty manuaalisesti esim. suurennuslasin avulla tai visuaalisesti vertaamalla referenssiin. Tämä antaa melko subjektiivisia tuloksia. Tänä päivänä on kuitenkin mahdollista tietokonepohjainen laaduntarkkailu. Useat yritykset tarjoavat myös paperiteollisuuden laadunhallintaan konenäköön perustuvia automaattisia analysointimenetelmiä. Näiden menetelmien etuina ovat hyvä toistettavuus ja tulosten objektiivisuus. Ohjelmiston lisäksi analyysiin vaaditaan oikeanlainen tietokonelaitteisto sekä skanneri tai kamera. IGT -koepainomenetelmiin soveltuvat automaattiset analysointimenetelmät on esitetty liitteessä 3.

7.1 Picking-testin automaattinen analysointi

Useimmin paperin nukkautuminen (pick) määritellään paperin pinnan vahingoittumisena painatuksen yhteydessä. Kun painokiekko nostetaan irti paperista, kohdistuu paperiin painoväriin vaikutuksesta tietty voima. Tämä voima kasvaa viskositeetin, painoväriin tahmeuden ja painatusnopeuden kasvaessa.

Kun tämä voima ylittää tietyn arvon, on seurauksena paperin pinnan vahingoittuminen. Tulos saadaan, kun näytteestä katsotaan kohta, josta pinnan vahingoittuminen alkaa ja taulukosta luetaan nukkautumisnopeus./10/

Picking -analyysissä ongelmana on tulosten tulkinnassa ilmenevät henkilöerot. Tulokset voivat erota paljonkin riippuen henkilöiden tavasta tulkita painojälkeä. Toisaalta myös sama henkilö voi tulkita tuloksia erilalla tavalla riippuen. Tietokonepohjaisella analysointiohjelmalla tuloksista saadaan objektiivisia ja täten luotettavimpia.

Kirjallisuusselvityksessä löytyi ainoastaan yksi juuri picking -testin automaattiseen analysointiin kehitetty mittaussuunnitelma. Lappeenrannan teknillisen yliopiston tutkimusryhmä on kehittänyt yhteistyössä paperiteollisuusyritysten ja soveltajayrityksen kanssa konenäköön pohjautuvat paperin painettavuuden mittaussuunnitelmat. Projekti kantaa nimeä Papvision. Projektiin sisältyi myös picking -testin automatisointi. Tämän lisäksi on joitakin menetelmiä, joita mahdollisesti voidaan soveltaa picking -analyysiin.

Seuraavassa esitellään mahdolliset picking -testin automaattiseen analysointiin käytettävät ohjelmat.

7.1.1 PTS DOMAS

DOMAS (Digital Optical Measurement and Analysis System) on saksalaisen PTS:n (Papier Technische Stiftung) kehittämä joukko tietokoneohjelmia, joilla voi mitata ja analysoida paperin eri ominaisuuksia. Kuvantaminen tapahtuu skannerilla tai videokameralla. Tulokset saadaan näkyviin MS EXCELTM taulukkoon. /11/

Yksi PTS:n kehittämistä menetelmistä on likapilkku moduuli. Riippuen näytteiden laadusta, pickingin määrittämiseen voidaan käyttää erikoismetodia, joka on osa tätä likapilkku moduulia. Tällä metodilla voidaan mitata ”nukkaunut” alue. /12/

7.1.2 Papvision -projekti

Papvision-projektissa automatisoitiin keskeisemmät käsin tehtävät painettavuus-testit. Ratkaisut perustuvat konenäkötekniikan hyödyntämiseen. Kehitetyillä menetelmillä varmistetaan aiempaa parempilaatuisen paperin ja kartongin tuotanto sekä tuotteiden jatkokehitys. Tehtaan käyttölaboratorio voi näin reagoida entistä nopeammin ja tarkemmin tuotteiden laadunvaihteluihin. /13/

Tuotekehitys on alkanut lappeenrantalaisessa LabVision Technologies yrityksessä ja ensimmäiseen versioon on tarkoitus laittaa ainakin seuraavat mittaukset:

1. Heliotest
2. Picking
3. Mottling

Tuotteen mukana tulee kaikki tarvittava laitteisto ja ohjelmisto. Tämä on siis täysautomaattinen mittausasema mihin käyttäjä vain asettaa näytteitä mitattavaksi. Tuotekehitys on nyt siinä tilassa, että alkuvuodesta 2008 on ensimmäiset toimitukset. /14, 15/

7.1.3 ImageXaminer

ImageXpert:n skannerilla toimiva systeemi antaa pelkistetyn ratkaisun paperin ja painatuksen laadun analysointiin. Numeeriset tulokset raportoidaan kun näyte on skannattu ja painatuksen laatu ja/tai paperin ominaisuudet näin ollen analysoitu. Menetelmällä voidaan analysoida mm. painettua mottlingia, puuttuvia pisteitä ja määrittää likapilkkuja. /16/

ImageXpert:n systeemi saattaisi toimia myös picking -testiin /17/.

7.1.4 STFI Image analysis

STFI OptiTopo kertoo yhteyden pinnanmuodostuksen ja painatuslaadun välillä. Kuvantaminen tapahtuu käyttämällä matalakulmavalaistusta. Tulokset tallennetaan Excel -tiedostoon. Kuvat näytteistä tallennetaan Word -tiedostoon. /18/

OptiTopo laitetta käytetään topografiseen kuvantamiseen, mm. valittua kynnsarvoa syvempien ”kuoppien” lasku. Saattaisi siis olla mahdollista, että tämä antaisi myös tietoa pintalujuusmittauksessa mitattavasta paperin pinnan vahingoittumisesta. /19/

7.2 Picking -menetelmien vertailu ja valinta

Saatavilla olevista ohjelmista/laitteista siis vain Papvision -projektissa kehitetty menetelmä on tarkoitettu nimenomaan picking:n määrittämiseen. Myös PTS on kehittänyt picking -erikoismenetelmän, jonka toimivuus riippuu kuitenkin paperin laadusta. ImageXpert:n ja STFI:n menetelmiä ei ole koskaan testattu picking:iin, joten näiden menetelmien sopivuutta tähän on syytä epäillä.

Yhdessä Nab Labs:n asiakkaan kanssa päätimme tutkia lähemmin Papvision -menetelmän sekä PTS:n DOMAS -moduulin toimivuutta asiakkaan papereihin. Nämä kaksi menetelmää tuntuivat parhailta vaihtoehdoilta.

Papvision -projektissa on tehty yhteistyötä paperiteollisuusyritysten kanssa, jolloin picking testaukseen on saatu mukaan monia paperilaatuja. Kaikki projektissa mukana olleet yritykset ovat hyväksyneet menetelmän, joten tämän pitäisi toimia kaikille paperilaaduille/15/. PTS taas ilmoitti paperilaadun vaikuttavan DOMAS -menetelmän toimivuuteen. Nab Labs:n asiakas tuottaa kahta paperilaatua: SC ja LWC paperia. Usein joistakin paperilaaduista (esim.SC) tehdyistä picking -näytteistä on hyvin hankalaa katsoa tulos, joten DOMAS -menetelmän toimivuus asiakkaan paperilaatuihin oli hyvä testata. Tämä tehtiin lähettämällä painetut picking -näytteet Saksaan PTS:n analysoitavaksi.

8 PICKING -TESTAUS

PTS:lle lähetettävät picking -näytteet valittiin niin, että saatiin mahdollisimman monta erilaista tulosta. Asiakas ilmoitti sopivat paperinäytteet, joissa mukana oli hyvän (ison), keskinkertaisen ja huonon (pienen) pintalujuuden omaava paperi. Jokaisesta näytteestä painettiin neljä testiliuskaa, 2 paperin alapuolelta ja 2 yläpuolelta. Molemmille puolille annettiin oma tulos näiden kahden painetun liuskan keskiarvosta..

Picking -näytteiden pakkaus piti miettiä tarkoin, jotta painatusjälki pysyisi mahdollisimman ”tuoreena” tämän analysoimiseen asti. Normaalisti näytteet tulisi analysoida heti painatuksen jälkeen: joskus näytteiden pinnalle saattaa lentää esim. pölyä, tai ajan kuluessa kuidut laskeutua, jolloin tämä voi vaikuttaa tulosten laatuun. Lähetettäviä picking -näytteitä suojeltiin pölyltä ja pakattiin huolellisesti teippaamalla ne pahvilaatikon pohjaan hankautumisen estämiseksi. Luonnollisesti jokaisesta näytteestä katsottiin tulos, jotta tätä voitiin verrata DOMAS -ohjelmalla saatuun tulokseen.

8.1 Picking -tuloksen määrittäminen

Picking -tuloksen, eli nukkautumisen nopeuden (m/s) määrittämiseen voidaan käyttää kahta eri tapaa. Tulos voidaan saada suoraan picking -testiin laaditusta nopeustaulukosta (taulukko 1) tai käyttämällä laskukaavaa.

8.1.1 Nopeustaulukon avulla

Normaalisti tuloksen katsomiseen käytetään taulukkoa. Painettu liuska asetetaan taulukkoon seuraavanlaisesti: kohta, josta painojälki alkaa, asetetaan etäisyyteen 0 mm. Liuskasta katsotaan kohta, josta nukkautuminen alkaa (kuva 9). Taulukosta luetaan nukkautumisen alkamiskohdasta tulos. SC paperista tulos katsotaan kohdasta 1,0 m/s (merkitty taulukkoon punaisella) ja LWC paperista kohdasta 2,0 m/s (merkitty taulukkoon pinkillä).

Nämä ovat koepainatuksessa käytettyjä painatusnopeuksia. SC paperia testattaessa käytetään pienempää painatusnopeutta, sillä tällä paperilaadulla on huono pintalujuus. Mikäli käytettäisiin korkeampaa nopeutta, paperin nukkautuminen alkaisi jo heti painatusjäljen alusta, ja näin ollen tulosta ei saataisi ollenkaan.

Taulukko 1. Nopeustaulukko /10/

		Etäisyys mm																	
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	170	180
Nopeus	0.5 m/s	Tulos																	
		12	14	16	18	20	23	25	27	30	32	34	36	39	43	45			
	1.0 m/s	SC		23	27	32	36	41	45	50	54	59	64	68	72	77	86	91	
	1.5 m/s			41	48	54	61	68	75	81	89	96	102	110	116	129	136		
	2.0 m/s	LWC			64	73	82	91	100	109	118	127	136	145	154	173	182		
	3.0 m/s				96	109	123	136	150	163	177	191	204	217	231	259	273		
	4.0 m/s				127	145	164	182	200	218	236	254	273	291	309	345	364		

8.1.2 Laskukaavalla

Toisena tapana tuloksen määrittämiseen voidaan käyttää laskukaavaa. Tätä käytetään yleensä, jos etäisyys painojäljen alusta nukkautumisen alkuun on niin pieni, että taulukko ei riitä. Tuloksesta saadaan myös tarkempi käyttämällä laskukaavaa. Tulos määritetään seuraavalla tavalla: katsotaan painetusta paperiliuskasta kohta, josta nukkautuminen alkaa. Mitataan viivoittimella etäisyys painojäljen alusta nukkautumisen alkamiskohtaan, millimetreinä (kuva 9).



Kuva 9. Etäisyyden katsominen picking testiliuskasta /20/.

Tulos lasketaan seuraavalla kaavalla:

$$\frac{(\delta + 20)}{220} * X$$

, jossa

δ on etäisyys millimetreinä painojäljen alusta nukkautumisen alkamiskohtaan. Tämä sijoitetaan kaavaan ilman laatuyksikköä.

X on koepainatusnopeus, joka riippuu painettavasta paperilaadusta. Kuten edellä jo mainittiin, SC paperille tämä on 1 m/s ja LWC paperille 2 m/s.

Laskuesimerkki: SC paperille on mitattu viivoittimella etäisyys painojäljen alusta nukkautumisen alkamiskohtaan. Etäisyydeksi on saatu 17 mm ja SC paperi painetaan nopeudella 1m/s. Näin ollen tulokseksi saadaan:

$$\frac{(17 + 20)}{220} * 1m/s = 0,17 m/s$$

8.2 Katsotut picking -tulokset

Seuraavassa taulukossa näkyvät valitut paperinäytteet, sekä katsotut picking -tulokset. Huomaa, että SC ja LWC paperin tulokset eroavat paljon toisistaan johtuen SC paperin huonommasta pintalujuudesta.

Taulukko 2. Katsotut picking -tulokset

SC/LWC	Näyte	Tulos yp	Tulos ap
SC	A	0,25	0,24
SC	B	0,18	0,16
SC	C	0,18	0,18
LWC	D	0,70	0,63
LWC	E	0,55	0,53
LWC	F	0,53	0,44
LWC	G	0,35	0,33
LWC	H	0,41	0,40
LWC	I	0,43	0,41

8.3 DOMAS –ohjelmalla saadut tulokset

PTS ilmoitti pitkän testauksen jälkeen, ettei DOMAS -ohjelma toiminut lähetettyihin picking -näytteisiin. He eivät siis voi tarjota automaattista analysointimenetelmää picking -testaukseen. Analysointi onnistuisi toki standardi kuva-analyysi menetelmällä, mutta tämä ei ole tehokasta eikä siksi kannattavaa.

9 PÄÄTELMIÄ

Tämän opinnäytetyön puitteissa ei vielä saatu Nab Labs:lle automaattista analysointimenetelmää picking -testiin. Kuitenkin saatiin testattua toinen mahdollisista menetelmävaihtoehdoista, ja todettiin tämän olevan sopimaton Nab Labs:ssa testattaviin papereihin. Toinen vaihtoehto, Papvision -tuote, jää testattavaksi kevääseen. Tuote on vielä niin tuore, että sitä toimitetaan vasta keväällä 2008. Testausta ei päästy suorittamaan opinnäytetyön aikataulussa, eikä tuotetta siten saatu työhön mukaan. Papvision -menetelmän testaamiseen voidaan käyttää samoja näytteitä, joita testattiin DOMAS ohjelmaan.

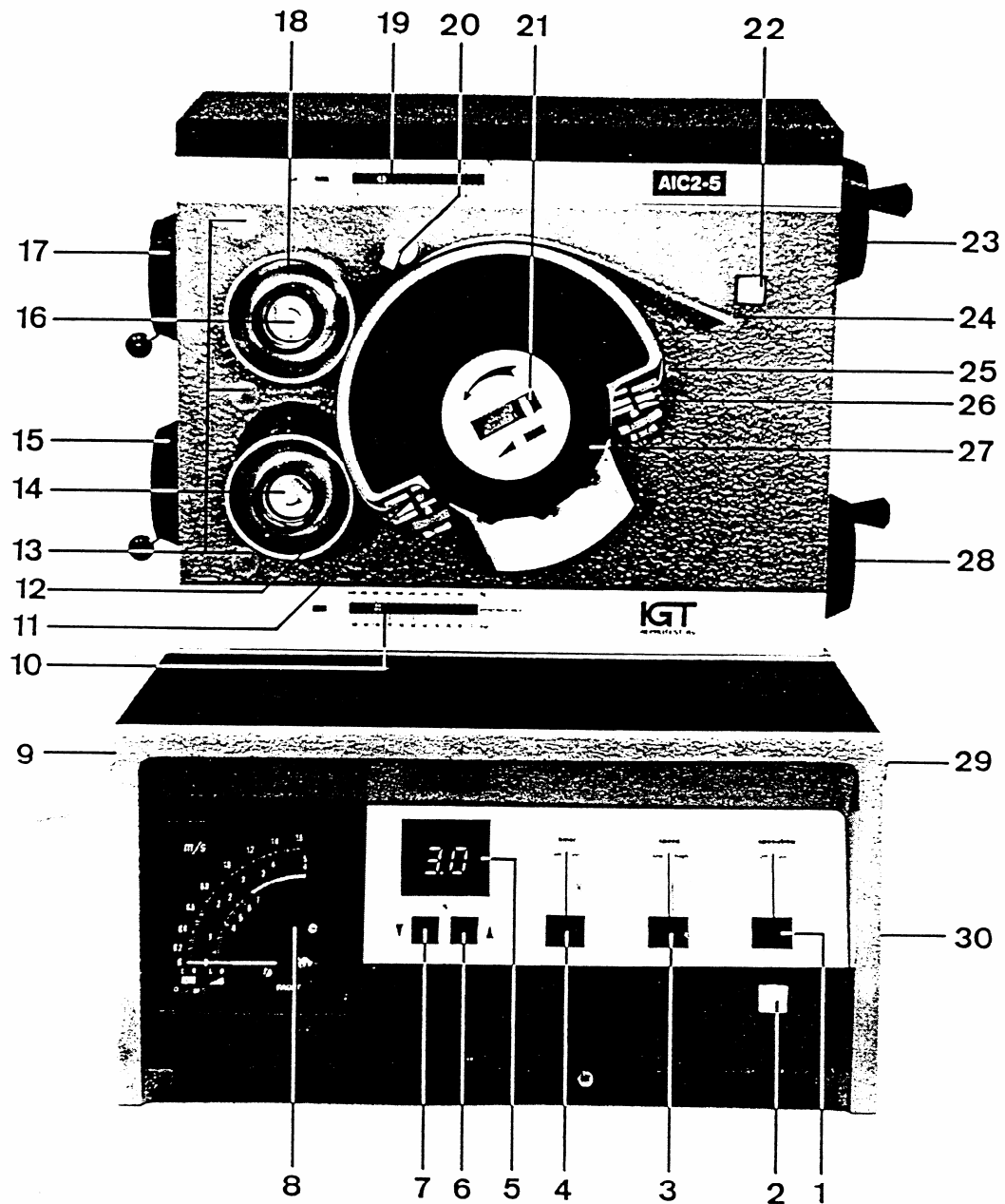
Jatkoa ajatellen Nab Labs voi käyttää näitä tuloksia hyväksi halutessaan edelleen laajentaa tai kehittää IGT -menetelmiään. Liitteenä työssä ovat IGT -koepainomenetelmät, sekä automaattiset analysointimenetelmät näille koepainomenetelmille. Lisäksi Nab Labs:lle jää tarkat työohjeet koepainatuksille. Näitä tietoja voidaan tarvittaessa käyttää tulevaisuudessa.

10 LÄHTEET

1. Massa- ja paperiteollisuuden palveluesite. Nab Labs Oy. [viitattu 18.10.2007]. Saatavissa: http://www.nablabs.fi/data/liitteet/10440=massa_ ja_paperiteollisuuden_analyysipalvelut.pdf
2. Knowpap –paperitekniikan ja tehtaan automaation oppimisympäristö. [viitattu 28.5.2007]. Sivujen toteutus: Prowledge Oy. Saatavissa: <http://www.knowpap.com>
3. Yliopistopainon sivut.[viitattu 4.10.2007]. Saatavissa: http://www.yliopistopaino.fi/fi/ohjeita/aineisto-ohjeet/painotekniikan_perusteita
4. Hakusana ”painokone”. [viitattu 4.10.2007]. Saatavissa: <http://fi.wikipedia.org>.
5. Viestintätekniiikan laboratorio. Luentokalvot. [viitattu 4.10.2007]. Saatavissa: <http://www.media.hut.fi/~as753118/luentokalvot2006/aikakauslehti-2.pdf>
6. Laboratorio koepaino. Seminaari materiaali. Seminaari: AEL/METSKO Ins-ko-seminaarit P906702/97 VII
7. IGT Testing Systems. 2001. IGT koemenetelmät IGT Global Standard ja IGT AIC2-5 koepainolaitteille. Esite.
8. Reptest B.V. 1994. AIC2-5. Esite/käyttöohje.
9. IGT Testing Systems:n sivut. [viitattu 6.10.2007]. Saatavissa: <http://www.igt.nl/igt-site-220105/index-us.html>
10. Haarla P. IGT testimenetelmät. [sähköpostiviesti]. Vastaanottaja: pauliina.vahander@tp.spt.fi. Lähetetty: 28.5.2007 klo 09:57:44. [viitattu 29.5.2007].
11. PTS:n sivut. [verkkodokumentti]. [viitattu 9.7.2007]. Saatavissa: http://www.ptspaper.de/live/pts_navigation/powerslave,id,204,nodeid,,_language.uk.html
12. Hempel J. PTS DOMAS. [sähköpostiviesti]. Vastaanottaja: pauliina.vahander@nablabs.fi. Lähetetty: 16.8.2007 klo 11:40. [viitattu 17.8.2007].
13. Karvonen T. Paperin painettavuus selviää konenäöllä. [verkkolehti]. IT viikko 19.2.2007. [viitattu 18.6.2007]. Lehti ilmestyy myös painettuna. Saatavissa: http://www.itviikko.fi/page.php?page_id=46&news_id=20074371
14. Kämäräinen J. PapVision. [sähköpostiviesti]. Vastaanottaja: pauliina.vahander@tp.spt.fi. Lähetetty: 19.7.2007 klo 16:38:16. [viitattu 20.7.2007].

15. Saarinen P. Oy LabVision Technologies Ltd. [puhelinhaastattelu]. 2.10.2007.
16. ImageXpert:n sivut. [verkkodokumentti]. [viitattu 19.7.2007] Saatavissa: <http://www.imagexpert.com/site-new/products/pcc-paper-scanner.asp>
17. Johnson K. Scanner-based system. [sähköpostiviesti]. Vastaanottaja: pauliina.vahander@nablab.fi. Lähetetty: 27.7.2007 klo 16:59. [viitattu 28.7.2007].
18. STFI Packforsk:n sivut. [verkkodokumentti]. [viitattu 13.8.2007]. Saatavissa: http://www.stfi-packforsk.se/templates/STFIpage___1302.aspx
19. Johansson P-Å. STFI OptiTopo. [sähköpostiviesti]. vastaanottaja: pauliina.vahander@nablab.fi. Lähetetty: 9.8.2007 klo 11:32. [viitattu 10.8.2007].
20. The pick test according to ISO 3783. [verkkolehti]. IGT Newsletter 1/August '97. [viitattu 18.10.2007]. Lehti ilmestyy myös painettuna. Saatavissa: <http://www.igt.nl/igt-site-220105/index-us/newsletters/NL-1-97-UK.pdf>

AIC2-5 -KOEPAINOLAITE



Kuva 8. AIC2-5 -koepainolaitteen osat

IGT -KOEPAINOMENETELMÄT AIC2-5 -LAITTEELLE

1. W21 Sävytys

Painolevyn sävyttyminen offsetpainatuksessa saattaa johtua painetusta paperista. Offsetpainatuksen aikana painopaperi kostutetaan kumipeitteellä. Kostutuskertojen määrästä (moniväri offsetpainatus) ja päällysteen vedenkestävyydestä riippuen liukee päällysteestä ainesosia peitteelle, josta ne siirtyvät painolevylle. Tämä saattaa ilmetä värivikoina painatuksen painamattomalla alueella. Tämä ilmiö voi ilmetä joko sävyttymisenä (scumming) tai tintinginä. Tinting ilmenee kun paperin ainesosat alentavat paperin ja veden rajapintajännitystä niin että muodostuu painoväri/vesi – emulsio. Sävytys aiheutuu offsetlevyn vesiherkkyyden alentumisesta siten että painamattomat alueet alkavat ottaa vastaan painoväriä. Sävytys on vakavampi vika kuin tinting, koska se saattaa tuhota painolevyn painatuksen aikana. Sävytyskoe on nopea ja yksinkertainen tapa arvioida offsetpapereiden sävytysominaisuutta. Käytännön olosuhteet on tässä kokeessa otettu mahdollisimman hyvin huomioon.

Periaate: Kostutettua offsetpaperia ja alumiinista offsetlevyliuskaa pidetään kosketuksissa toisiinsa tietyn ajan. Tämän jälkeen kostutettu alumiiniliuska painetaan. Sävyttymistä aiheuttavat paperit saavat aikaan painoväriin siirtymisen alumiiniliuskalle.

2. W24 Öljyn absorptio (Painoväriin penetraatio)

Painatushetkellä paperin pinta absorboi painoväriä tai lakkaa. Absorboituva määrä määritetään nesteen absorptiona paperin pinnan syvennyksiin (karheus) sekä absorptiona paperin pinnan huokosiin. Tällä koemenetelmällä määritetään näiden kahden ilmiön summa: öljyn absorptio ja lakattavuus. Tämän käänteisarvoa kutsutaan painoväriin penetraatioksi.

Voidaan olettaa että kun saman valmistajan saman paperilaadun eri paperierät antavat saman tuloksen öljyn absorptiokokeessa, ovat sekä karheus ja absorptio samat.

On erittäin epätodennäköistä, että esimerkiksi karheus olisi lisääntynyt täsmälleen samassa suhteessa kun absorptio olisi vähentynyt. Yksinkertaisuutensa vuoksi tämä koe sopii hyvin laadunvalvontaan.

Testillä voidaan arvioida kolmea paperin ominaisuutta:

- Lakattavuus: Lakattavuudessa on alhainen öljyn absorptio ja näin värjäytymästä tulee pitkä. Tämän vuoksi lakattavuus ilmoitetaan suoraan värjäytymän pituutena millimetreinä.

- Painoväriin penetraatio: Suuri värjäytymä osoittaa paperin alhaista karheutta/absorptiota. Tästä johtuen värjäytymän pituuden asemesta käytetään sen käänteisarvoa kerrottuna 1000:lla tämän ominaisuuden kuvaajana (eli 1,000/värjäytymän pituus mm). Tätä kutsutaan painoväriin penetraatioksi.

- Huopa- ja viirapuoli (kts. W60)

Periaate: Painokiekon ja sektorilla olevan väriliuskan väliin pudotetaan tippa öljyä 5,8 +/- 0,3 mg joka levitetään värjäytymäksi. Värjäytymän pituus mitataan. Värjäytymän pituus kasvaa kun paperin karheus ja/tai absorptio pienenee.

3. W28 IGT karheus

Monet tekijät vaikuttavat painatuksen lopulliseen laatuun. Näistä eräs tärkeimmistä on paperin karheus, tai pikemminkin sen sileysaste. On olemassa useita eri menetelmiä ja laitteita karheuden määrittämiseen, joilla kaikilla on kuitenkin rajoitteensa. Tässä koemenetelmässä kuvattu karheuden määrittäminen on liikkeeseen perustuva menetelmä joka suoritetaan säilyttäen painomenetelmän olosuhteet mahdollisimman samoina.

Periaate: IGT -koepainolaitteella pieni vesitippa (volyymiltään tarkasti mitattu) telataan kahden identtisen paperipinnan väliin korkealla nopeudella. Korkeasta nopeudesta riippuen ainoastaan paperin pinnan syvennykset täyttyvät.

Syntyvän värjäytymän koko mitataan ja paperin karheus lasketaan veden määränä per neliometri paperia (cm^3/m^2). Kokeessa käytettävä nopeus on korkea siten, että paperin ja veden kontaktiaika on hyvin lyhyt eikä vettä ehdi penetroitua paperin huokosiin. Jotta värjäyty vesi ei ehdi penetroitua paperiin kohdassa, johon vesi lisätään, suljetaan paperin pinta lakalla tästä kohdasta. Kokeen suorittamiseen tarvittava vesimäärä riippuu testattavan paperin karheudesta: erittäin sileillä papereilla 1 mm^3 saattaa riittää, kun taas erittäin karheilla papereilla voidaan tarvita jopa 6 mm^3 .

4. W31 Picking, IGT -menetelmä, alumiiniekikko, W65, W75 Picking offset

Useimmin paperin nukkautuminen (pick) määritellään paperin pinnan vahingoittumisena painatuksen yhteydessä. Kun painokiekko nostetaan irti paperista, kohdistuu paperiin painoväriin vaikutuksesta tietty voima. Tämä voima kasvaa viskositeetin, painoväriin tahmeuden ja painatusnopeuden kasvaessa. Kun tämä voima ylittää tietyn arvon, on seurauksena paperin pinnan vahingoittuminen. Tällä testillä voidaan myös määrittää kartongin delaminoitumista. Nukkautumisnopeus määritellään nopeutena, jossa nukkautuminen tätä koemenetelmää käyttäen alkaa (tämä ei ole painokoneen nopeus käytännössä). Nukkautumislujuus määritellään nukkautumisnopeuden m/s ja käytetyn pick test öljyn viskositeetin tuloksena. Tätä tulosta kutsutaan myös VVP:ksi (Viscosity Velocity Product), jolla on vakioarvo tietyllä paperilla tai kartongilla. VVP:tä käyttäen on mahdollista vertailla eri paperilaaduilla ja eri pick test öljyillä tietyissä olosuhteissa saatuja tuloksia. Lämpötilan vaikutus tiettyihin rajoihin asti voidaan myös eliminoida. Nukkautumisnopeuden ja – lujouden määrittäminen on eräs yleisimmistä IGT -laitteilla suoritettavista testeistä. Alumiiniekikolla tehtävää pick-testiä käytetään pääasiallisesti paperi- ja kartonkitehtaiden sisäisessä testaamisessa. Kokeessa W65 käytetään painokiekkoa kumi 65 shore A, kokeessa W75 kiekkoa kumi 80 shore A.

Periaate: IGT -laitteella painetaan testattava paperi kiihtyvällä nopeudella pick test -öljyä käyttäen. Näytteestä katsotaan kohta, josta pinnan vahingoittuminen alkaa ja taulukosta luetaan nukkautumisnopeus. VVP lasketaan nukkautumisen alkamiskohdan, nopeuden ja käytetyn pick test -öljyn tuloksesta.

5. W32, W66 Märkä pick ja märkähylykyvyys

Offsetpainatuksessa sekä veden että painoväriin siirtäminen paperille voi aiheuttaa hankaluuksia. Etenkin prosessipainatuksessa, missä paperi kastetaan useita kertoja saattaa vesi vaikuttaa painoväriin siirtymiseen. Tällöin paperin pintarakenne muuttuu. Vesi saattaa esimerkiksi heikentää paperin pintaa siinä määrin, että painoväriin tahmeus irrottaa paperihiukkasia paperin pinnasta. Tätä ilmiötä kutsutaan märkänukkautumiseksi eli märkä pickiksi. Toinen mahdollisuus on että paperi hylkii painoväriä, koska vesi ei ole täysin penetroitunut paperiin. Tätä kutsutaan märkähylykyvydeksi. Molemmat ilmiöt voivat ilmetä samanaikaisesti ja joskus on vaikea tehdä eroa niiden välillä, koska molemmat ilmenevät valkoisina pisteinä painetussa paperissa. Offsetpainatuksessa paperille lisätään vesikalvo, paksuudeltaan 0,2 – 0,3 μm (0,2 – 0,3 g/m^2) per väri. Paperin märkä pickin ja märkähylykyvyden tutkimiseksi tarvitaan tämän paksuinen vesikalvo. Joskus tarvitaan myös paksumpi vesikalvo moniväriprosessin imitoimiseksi. Märkä pickin ja märkähylykyvyden ilmenemiseen vaikuttaa myös kostutuksen ja painatuksen välinen aika moniväripainokoneilla. Kahden värin painatuksen välinen aika riippuu painatusnopeudesta ja painatusyksiköiden välisestä etäisyydestä. Käytännössä tämä aika riippuu painokoneen tyypistä ja vaihtelee välillä noin 0,03 – 1 s. Koemenetelmässä W32 käytetään pinnoitetulla kumilla päällystettyä painokiekkoa, jonka kovuus on 80 shore A. Menetelmä W66 on pinnoitetulla kumilla päällystetylle painokiekolle, jonka kovuus on 65 shore A.

Periaate: Kostutusyksikkö koostuu rasteroidusta kostutuskiekosta, kaavarinterästä ja painokiekosta. Vettä siirretään kiekolle enemmän kuin tarvittava määrä, josta kaavarinterä kaavaroi pois ylimääräisen. Kostutuskiekolle jäävä neste siirretään paperille, joka painetaan standardivärillä, tarvittaessa asetetun viiveen jälkeen. Tämän jälkeen painettu näyte tarkistetaan märkä pickin tai märkähylykyvyden varalta.

6. W41 Heliotest

Paperin painettavuus syväpainatuksessa riippuu useista paperin ominaisuuksista, kuten paperin pinnan laadusta, dynaamisesta kokoonpuristuvuudesta, veden imeytyvyydestä ja huokoisuudesta. Painettavuutta ei voida tarkasti ennustaa mittaamalla ainoastaan yhtä näistä ominaisuuksista. Heliotestillä, jossa kaikki nämä parametrit yhdistyvät, on mahdollista ennustaa painettavuutta, jopa eroja samankaltaisten paperien painettavuudessa. CTP:n (Grenoble, Ranska) kehittämää heliotestiä voidaan käyttää kaikilla syväpainopaperilaaduilla.

Periaate: Heliotest lisälaite koostuu kaiverretusta painokiekosta, kaavarointijärjestelmästä ja erityisen hitaasti kuivuvasta syväpainoväristä.

Painokiekolle tiputetaan muutama tippa väriä, ylimääräinen väri kaavaroidaan pois ja sektorille kinnitetylle näytteelle tehdään painatus.

Kiekossa on kolme erityyppistä kaiverrusta:

- Sävyltään portaattomasti muuttuva rasteri. Tältä alueelta mitataan etäisyys painatuksen alusta kahdenteenkymmenenteen puuttuvaan pisteeseen. Mitä pidempi etäisyys, sitä sileämpi paperi. Tämä on tärkein osa kiekosta.
- Tasasävyinen rasteri. Tätä aluetta käytetään silmämääräiseen arviointiin, eikä ole kovin tärkeä.
- Neljä riviä pisteitä. Näiltä riveiltä lasketaan puuttuvien pisteiden kokonaismäärä. Tämä tehdään, mikäli sävyltään muuttuvalta rasterilta mitattu etäisyys on liian pieni, eli kun paperi on erittäin karheaa. Mitä useampia puuttuvia pisteitä, sitä karheampi paperi.

7. W43, W68 Läpipainatus

Usein paperi painetaan molemmilta puolilta. Väri penetroituu paperiin puolelta toiselle. Kun väri penetroituu liikaa paperin läpi, saattaa väri näkyä paperin kääntöpuolella ja tekstin lukeminen paperin toiselta puolelta vaikeutua. Tätä ilmiötä kutsutaan läpipainatukseksi ja sitä voidaan testata läpipainatuskokeella.

Koemenetelmällä W43 koe suoritetaan 85 shore A kovalla kumilla, koemenetelmä W68 suoritetaan 65 shore A kumilla.

Periaate: Paperi painetaan toiselta puolelta. Väri penetroituu paperiin. Kun väri ei enää penetroidu paperin läpi, mitataan kääntöpuolen valkoisuus sekä painamattoman paperin valkoisuus. Läpipainatus lasketaan prosentteina verrattuna alkuperäisen paperin valkoisuuteen.

8. W44, W70 Linting (nukkautuminen)

Useimmin paperin nukkautuminen määritellään paperin pinnan vahingoittumisena painatuksen yhteydessä. Kun painokiekko nostetaan irti paperista, kohdistuu paperiin painoväriin vaikutuksesta tietty voima. Tämä voima kasvaa viskositeetin, painoväriin tahmeuden ja painatusnopeuden kasvaessa. Kun tämä voima ylittää tietyn arvon, on seurauksena paperin pinnan vahingoittuminen. Tätä vahingoittumista testataan nukkautumisnopeutena, ja/tai nukkautumislujuutena ohjeissa W31, W38, W65 ja W75. Joskus tämä laadullinen pick -testi ei näytä eroja papereilla joilla on huono nukkautumisnopeus tai -lujuus, kuten esimerkiksi sanomalehtipaperi. Tämän tyyppisillä papereilla on suositeltavaa käyttää määrällistä testausmenetelmää pintalujuuden testauksessa. Tätä testiä kutsutaan pölyämiseksi (linting). Koemenetelmässä W44 käytetään pinnoitettua, kumipäällysteistä 80 shore A painokiekkoa. Koemenetelmässä W70 käytetään pinnoitettua, kumipäällysteistä 65 shore A painokiekkoa. Testi on täysin sama, mutta painokiekosta johtuen voivat tulokset erota toisistaan.

Periaate: Paperi painetaan IGT -koepainokoneella kiihtyvällä nopeudella. Nukkautumistulos arvioidaan visuaalisesti paperin pinnasta irtivedettyjen kuitujen määrästä.

9. W45 Silkkipaino/rasteripainatus (offset/letterpress)

Värin sävytyksessä väri sekoitetaan useasta eri väristä. IGT -koepainolaitteella tehdään tasasävyinen kompakti vedos standardiolosuhteissa ja vedosta verrataan alkuperäiseen vedokseen silmämääräisesti tai spektrofotometrillä. Jos alkuperäinen vedos on painettu rasterilla, on vaikeaa verrata koepainolaitteella painettua kompaktia vedosta rasterilla painettuun alkuperäiseen. Tätä varten on kehitetty letterpress -painokiekko, 40 l/cm, jonka painatusalueet ovat noin 15, 35, 65 ja 85 %, painatus sileälle paperille. Tätä menetelmää voidaan käyttää offsetväreillä.

Periaate: Rasteroidulle painokiekolle levitetään testattava väri IGT -värinlevityslaitteella. Painatus tehdään sileälle paperille standardiolosuhteissa koepainolaitteella. Vedoksen väriä verrataan alkuperäiseen.

10. W46 Märkä-märkään painatus

Kun painovärejä käytetään kaksiväri offset-painokoneella, toinen värikalvo painetaan ensimmäisen päälle tämän ollessa vielä täysin märkä. Moniväripainokoneilla sama tapahtuu kaikilla väreillä. Jotta näin voidaan tehdä, täytyy värien järjestys säätää tahmeuden ja/tai viskositeetin mukaan. Viskositeettia ja/tai tahmeutta mittaavat menetelmät mittaavat näitä värin ollessa purkissa, ottamatta huomioon absorptiota paperiin. Painokoneella, heti kun väri on painettu paperille, painovärin matalaviskoottiset osat penetroituvat paperiin ja värin tahmeus ja viskositeetti nousevat nopeasti. Mitä pidempään väri on paperilla, sitä suurempi tahmeuden ja viskositeetin kasvu on. Viive eri painatusten välillä vaihtelee huomattavasti erityyppisillä painokoneilla. Käytännössä viiveet vaihtelevat välillä 0,03 – 3 sekuntia. Värien säädössä märkä-märkään painatusta varten on viiveellä varustettu koepainolaite olennainen. Vaikka todellisessa painatuksessa käytetään vettä, joka muodostaa emulsion, tällä menetelmällä saavutetaan erittäin hyviä tuloksia märkä-märkään painatuksen testauksessa.

On olemassa kaksi eri menetelmää:

W46 painokiekko, pinnoitettu kumi, kovuus 85 shore A, sileille papereille

W69 painokiekko, pinnoitettu kumi, kovuus 65 shore A, sileille ja jonkin verran karheille papereille. Kokeet suoritetaan 1 tai 0,2 m/s nopeudella.

Periaate: Kahden offset-värin sarja painetaan päällekkäin paperille kummassakin järjestyksessä ja eri viiveitä käyttäen. Tulokset tarkastetaan visuaalisesti tai densitometrin avulla. Paras painojälki ja paras värinsiirto osoittavat parhaan värien järjestyksen. Myös neljän offset-värin sarja täytyy aina testata kahdessa kahden värin sarjassa.

11. W48, W78 Set off

Absorptiolla tarkoitetaan nopeutta, jolla painoväri penetroituu paperiin painatuksen jälkeen. Offsetpainatuksessa tämä ominaisuus on erittäin tärkeä. Painovärin absorptio liian hitaasti tai nopeasti voi aiheuttaa ongelmia. Liian hidasku absorptio aiheuttaa tahraamista, koska painoväri ei kuivu tarpeeksi nopeasti. Liian nopea absorptio saattaa heikentää kuivuneen painovärin ominaisuuksia, koska sideaine penetroituu paperiin ja pääosin pigmentit jäävät pinnalle. Tästä johtuen saattaa esim. hankauskestävyys tai kiilto heiketä. Absorptio vaikuttaa myös lakkautuvuuteen. Tämä koe on tärkeä käytettäessä hapettavasti kuivuvia offsetvärejä ja lakkoja. Absorptiokokeet tehdään yleensä suhteellisina kokeina. Valitut absorptioajat vaihtelevat paperin mukaan. Koemenetelmässä W48 koe tehdään 0,7 m/s nopeudella. Koemenetelmässä W78 koe tehdään 0,2 m/s nopeudella.

Periaate: Testattava paperiliuska painetaan set off -värillä standardiolosuhteissa IGT-koepainolaitteella. Tietyn ajan jälkeen liuska painetaan puhdasta set off -standardipaperia vasten. Se osa painoväristä, joka on painetun liuskan pinnalla, siirtyy set off -liuskalle. Mitä enemmän painettuun liuskaan on imeytynyt painoväriä, sitä vähemmän sitä siirtyy set off -liuskalle. Siirtyneen painovärin densiteetti on absorptioarvo. Koska tahraaminen koskee pääasiassa painoväriä, joka on päällimmäisenä paperin pinnassa, suoritetaan koe kovalla (alumiinisella) painokiekolla. Suositeltavat set off ajat ovat 0,1, 3, 6, 10, 15, 30, 60 ja 120 s.

Paperilla, jolla on alhainen absorptio, saattavat pienemmät viiveet olla merkityksettömiä. Mikäli painoväriin penetraatiota pitää testata, painetaan standardipaperi testattavalla värillä. Muutoin testi suoritetaan kuten tässä ohjeessa.

12. W49, W71 Kiilto

Kun väri painetaan paperille, osa väristä absorboituu paperiin. Offsetpainatuksessa tämä ominaisuus on erittäin tärkeä. Väriin absorboituminen liian hitaasti tai liian nopeasti saattaa aiheuttaa ongelmia. Liian hidas absorboituminen saattaa aiheuttaa tahraantumista, kun väri ei kuivu tarpeeksi nopeasti. Liian nopea absorboituminen saattaa alentaa kuivan väriin ominaisuuksia: Sideaine penetroituu suurimmaksi osaksi paperiin ja pintaan jää pääasiassa vain pigmenttiä. Tästä johtuen esimerkiksi kiilto saattaa heiketä. Kokeessa tehdään painatus kiillon mittaamista varten. Koemenetelmässä W49 painokiekko on päällystetty kumilla, jonka kovuus on 85 shore A. Menetelmässä W71 taas käytetään kumipäällysteistä kiekkoa, jonka kovuus on 65 shore A. Tätä menetelmää käytetään usein laadunvalvonnassa.

Periaate: Paperinen näyteliiska painetaan koepainolaitteella standardi kiiltovärillä. Kun väri on kuivunut, kiilto mitataan. Värien testaamiseksi koe suoritetaan samalla tavoin, mutta IGT:n väriin asemesta käytetään testattavaa väriä ja standardipaperia.

13. W50, W72, W80, W81 Väriin siirto

Useimmat painettavuustestit tehdään tietyllä värikalvon paksuudella painokiekolle. Joissakin tapauksissa, esimerkiksi määritettäessä värinkulutusta, on tarpeen mitata paperille siirtyvä painoväriin määrä g/m^2 . Suora mittaus painetulta paperilta ei ole mahdollista. Tästä syystä värinsiirto lasketaan g/m^2 painokiekkon painoerosta ennen ja jälkeen painatuksen sekä painatuksen koosta.

Tämä testi on standardipaperille painettavalle värille. Testi voidaan tietenkin tehdä myös standardivärillä testattavalle paperille.

Menetelmät riippuen käytettävän paperin karheudesta:

W50 kumi 85 shore A, hyvin sileä paperi

W72 kumi 65 shore A, sileä/karhea paperi

W80 kumipeite erittäin karhealle paperille

W81 alumiiniekko kohopainoon

Testeissä on käytetty tavanomaisille offset-väreille tarkoitettuja painokiekkoja. Mikäli käytetään UV-värejä täytyy käyttää näille tarkoitettuja painokiekkoja ja värinlevityslaitteen yläteloja.

Periaate: Paperiliuska painetaan värillä koepainolaitteessa. Ennen ja jälkeen painatuksen painokiekko punnitaan analyysivaa'alla vähintään 0,1 mg tarkkuudella. Näistä painoista ja painatusjäljen pituudesta voidaan laskea värin siirto g/m².

Painovärin kuivumisen jälkeen painetuista näytteistä voidaan mitata esimerkiksi väriä, kemiallista kestävyyttä jne.

14. W51 Hiilipaperin jäljensiirto

Eräs hiilipaperin ominaisuuksia on hiilen siirtyminen toiselle pinnalle käsin tai koneella kirjoittaessa. Jäljensiirron tulee olla riittävä. Mikäli jäljensiirto on riittävä, hiilen ja alustan välinen kontrasti on tarpeeksi hyvä jotta teksti on helposti luettavissa. Tällä koemenetelmällä voidaan tarkistaa hiilipaperin jäljensiirto.

Periaate: Hiilipaperiliuska ja standardipaperiliuska painetaan yhteen erittäin korkealla paineella IGT -koepainolaitetta käyttäen. Näin imitoidaan mitä paperille tapahtuu koneella kirjoittaessa. Tämän jälkeen standardipaperille siirtyneen hiilen kontrasti densiteetti mitataan. Mitä korkeampi kontrasti densiteetti, sitä enemmän hiiltä on siirtynyt. Kontrasti densiteetin tulee olla mahdollisimman korkea.

15. W52 Hiilipaperin pyyhkiytyvyys

Hiilipaperilla on tärkeää, ettei hiili siirry muihin papereihin, kun hiilipaperi hankautuu kevyesti toista paperia vasten. Näin tapahtuu esim. kun hiilipaperia kannetaan muiden papereiden mukana lähettämössä. Mikäli hiili tahraa, voi siihen kontaktissa olleen paperin luettavuus olla huono. Tällä koemenetelmällä voidaan tarkistaa hiilipaperin pyyhkiytyvyys.

Periaate: Hiilipaperi- ja standardipaperiliuska painetaan yhteen kevyellä paineella IGT -koepainolaitteella. Tämän jälkeen standardipaperille siirtyneen hiilen kontrasti densiteetti mitataan. Mitä korkeampi densiteetti, sitä enemmän hiiltä siirtyy ja sitä huonompi laatu. Densiteetin tulee olla mahdollisimman alhainen.

16. W53 Itsejäljentävän paperin jäljensiirto

Itsejäljentävällä paperilla on tärkeää, että paperin kerrosten välinen reaktio on riittävä kirjoittaessa käsin tai koneella. Tässä tapauksessa värjäytyneen ja värjäntymättömän alueen kontrastin tulee olla riittävä, jotta teksti on helposti luettavissa. Tällä koemenetelmällä voidaan tarkistaa itsejäljentävän paperin jäljensiirto.

Periaate: Kaksi liuskaa (CB ja CF) itsejäljentävää paperia painetaan yhteen erittäin korkealla paineella IGT -koepainolaitetta käyttäen. Näin imitoidaan mitä paperille tapahtuu koneella kirjoittaessa. Tämän jälkeen syntyneen värjäntyneen paperin kontrasti densiteetti mitataan. Mitä korkeampi densiteetti, sitä parempi reaktio ja sitä paremmin teksti on luettavissa.

17. W54 Itsejäljentävän paperin pyyhkiytyvyys

Itsejäljentävällä paperilla on tärkeää, ettei paperin kerrosten välistä reaktiota synny, kun ne hankautuvat toisiaan vasten kevyessä paineessa. Näin tapahtuu esim. kun itsejäljentävää paperia kannetaan muiden papereiden mukana lähettämössä.

Jos reaktio tässä tapauksessa on liian voimakas, paperi värjäytyy ja tekstin luettavuus voi olla huono. Tällä koemenetelmällä voidaan tarkistaa itsejäljentävän paperin pyyhkiytyvyys.

Periaate: Kaksi liuskaa (CB ja CF) itsejäljentävää paperia painetaan yhteen kevyellä paineella IGT -koepainolaitetta käyttäen. Tämän jälkeen syntyneen värjäytyneen liuskan densiteetti mitataan. Mitä alhaisempi densiteetti, sitä parempi reaktio on ollut ja sitä parempi paperin luettavuus.

18. W55, W56 Väriaineen kiinnittyminen

Lasertulostuksessa/valokopioinnissa väriaine kuumennetaan, jotta se kiinnittyisi hyvin paperiin. Kiinnittymiseen vaikuttavat tulostimen tyyppi, väriaine ja paperi. Jotta painettuja dokumentteja voitaisiin käyttää, on kiinnittymisen oltava hyvä. Kiinnittymisen tarkistamiseksi tehdään painatus pick test -öljyllä lasertulostetulle tai koidulle paperille. Näin voidaan tarkistaa lähteevä väriaine irti pinnasta. Tämä koemenetelmä suoritetaan tasaisella nopeudella 0,4 m/s. Mikäli väriaine ei irtoa paperista ja on tarpeen tietää, onko väriaineen kiinnittymisessä eroja, voidaan koe suorittaa korkeammalla tasaisella nopeudella. Toinen tapa selvittää erot on suorittaa testi kiihtyvällä nopeudella, jolloin väriaine irtoaa eri nopeustasoilla. Tämä menetelmä on kuvattu koemenetelmässä W56.

Periaate: Paperi kopioidaan tai tulostetaan laserilla. Liuska tätä paperia painetaan pick test -öljyllä tasaisella tai kiihtyvällä nopeudella IGT -laitteella. Painatuksen jälkeen mitataan densiteetti kohdista joihin on tehty painatus (väriainetta on irtaantunut) ja kohdista mihin ei ole tehty painatusta (väriainetta ei irtaantunut). Näitä densiteettejä käytetään kaavassa laskemaan eri nopeuksilla irtaantuvan väriaineen prosenttimäärä.

19. Mottling

Mottling on useimmiten kompaktin pinnan epätasaisuus: pieniä tummia ja vaaleita alueita paperin tai kartongin pinnassa painoväriin, paperin tai painatuksen aiheuttamana. Kuten jo tämä määritelmä kertoo, mottlingiin vaikuttavat useat parametrit; painoväriin laatu, värien painatusjärjestys, painokoneen rakenne, nopeus, kumipeite ja tärkeimpänä: paperin laatu. Pinnan ominaisuuksien vaihtelu esim. absorptiossa ja siileydessä vaikuttavat suuresti mottlingiin ja aiheutuvat tuotantoprosessista tai paperin komponenteista.

On olemassa kolmea eri tyyppistä mottlea:

- Back trap (painatus) mottle: epätasainen painojälki, joka johtuu painoväriin epätasaisesta absorptiosta paperille. Tätä menetelmää tarkkaillaan tässä koemenetelmäkuvaussessa. On olemassa myös toinen helpompi, mutta joskus epätarkempi menetelmä, W58.
- Vesi mottle: epätasainen painojälki, joka johtuu veden riittämättömästä ja epätasaisesta absorptiosta paperille, josta seuraa epätasainen painoväriin absorptio. Tämä menetelmä kuvataan koemenetelmässä W59.
- Ink trap mottle: epätasainen painojälki, joka johtuu painoväriin väärästä kiinnittymisestä (trapping) tarttumisen (tack) tai viskositeetin suhteen, ja johon vaikuttaa myös painoväriin epätasainen absorptio paperille.

19.1. W57 Back trap mottle

Periaate: Paperi painetaan standardiolosuhteissa IGT -koepainolaitteella. Tietyn ajan kuluttua painoväri siirretään painetulta paperilta puhtaalle set off -kielelle. Tulos arvioidaan painoväriin epätasaisuutena. Tämä voidaan tehdä visuaalisesti itse tehtyyn asteikkoon tai muihin papereihin vertaamalla ja analysointiohjelmalla.

19.2. W58 Back trap mottle painamalla (painatusmottle)

Periaate: Paperi painetaan useita kertoja standardiolosuhteissa koepainolaitteella. Tulos arvioidaan painojäljen epätasaisuutena. Tämä voidaan tehdä visuaalisesti itse tehtyyn asteikkoon tai muihin papereihin vertaamalla analysointiohjelmalla.

19.3. W59 Vesi mottle, set off

Periaate: Paperi kostutetaan ja painetaan standardiolosuhteissa koepainolaitteella. Tietyn ajan kuluttua painoväri siirretään painetulta paperilta puhtaalle set off -kiekolle. Tulos arvioidaan painojäljen tasaisuutena. Tämä voidaan tehdä visuaalisesti itse tehtyyn asteikkoon tai muihin papereihin vertaamalla analysointiohjelmalla.

20. W60 Huopa- ja viirapuoli

Saattaa olla erittäin tärkeää tietää kumpi paperin puolista on huopa- ja kumpi viirapuoli: paperin eri puolien ominaisuuksissa saattaa olla suuria eroja. On olemassa monia määrittystapoja ja joskus voi olla erittäin vaikeaa löytää eroa. Painoväriin penetraatiosarjan avulla on erittäin helppoa löytää ero paperin eri puolien välillä (kts. W24). Värjäytymän pituutta voidaan käyttää myös lakattavuuden ja painoväriin penetraation määrittämiseen, kts. W24)

Periaate: Painokiekon ja sektorilla olevan liuskan väliin tiputetaan öljyä 5,8 +/- 0,3 mg ja levitetään se värjäytymäksi. Värjäytymän pituus mitataan. Yleensä värjäytymä on pidempi huopapuolella kuin viirapuolella. Lisäksi, penetraatio viirapuolelta huopapuolelle on suurempaa kuin huopapuolelta viirapuolelle.

21. W61, W79 Painoväriin absorptio, kumipeitteet

Monet tekijät vaikuttavat painojäljen laatuun. Näistä eräs on kumipeitteen painoväriin absorptio. Absorptioon vaikuttaa kumipeitteen rakenne, eli mikäli kahden kumipeitteen absorptiot eroavat toisistaan, on myös niiden rakenteissa eroa. Tämä voi johtaa eroon painojäljessä, vaikka kumipeite kyllästyy värillä painatuksen aikana. Tällä menetelmällä absorptiota mitataan osana set off -testiä, W48. Käytetään nopeutta 0,7 m/s, ja yhtä, kahta tai neljää viivettä yhdellä liuskalla. W79 menetelmässä nopeus on 0,2 m/s ja yhdellä liuskalla voi olla neljä tai kymmenen viivettä.

Periaate: Koepainolaitteen sektorille kiinnitetään liuska testattavaa kumipeitettä. Kumipeitteelle levitetään väri painokiekolla, jolle on levitetty väri. Tiettyjen viiveiden jälkeen kumipeite, jolle on levitetty väri, tuodaan kontaktiin puhtaan set off -paperiliuskan kanssa. Osa kumipeitteen pinnassa olevasta väristä siirtyy set off -paperille. Mitä enemmän kumipeite on absorboinut väriä, sitä vähemmän väriä siirtyy set off -liuskalle. Set off -liuskalle siirtyneen värin densiteetti on absorptioarvo. Suositeltavat set off -ajat ovat noin: 0,1, 3, 6, 10, 15, 30, 60 ja 120 s. Kumipeitteillä, joilla on alhainen absorptio, saattavat pidemmät viiveet olla merkityksettömiä.

22. W62 IGT Karheus kumipeitteille

Monet tekijät vaikuttavat painatuksen laatuun. Näistä eräs on kumipeitteen karheus tai pikemminkin sen sileysaste. Painatuksessa kumipeite on kontaktissa paperiin, joten sen karheudella on suuri merkitys. Tässä koemenetelmässä karheuden määrittäminen on liikkeeseen perustuva menetelmä, jossa painatuspaineella on erittäin suuri merkitys.

Periaate: Standardipaperin karheus testataan IGT -koemenetelmällä W28 mukaisesti. Ainoa ero tähän koetapaan on eri koenesteen ja usean eri painatuspaineen käyttö. Näin testataan standardipaperin ja kumipeitteen yhdistelmän karheus. Paperin karheus eliminoidaan, jolloin saadaan tietää kumipeitteen karheus. Koska kumipeite on kokoonpuristuva, suoritetaan testi eri painatuspaineita käyttäen.

23. W63 Kohopainatus

Syväpainatuksessa/kuparipainatuksessa kaiverretun painosylinterin ja paperin välinen paine on erittäin korkea. Tästä syystä paperi saattaa muuttaa muotoaan, siihen tulee kohopainatus. Eri paperityyppien ja muovikalvotyypin kohopainatuksessa voi olla eroja. Tässä koemenetelmässä saadaan aikaan standardi kohopainatus.

Periaate: Painokiekko, jossa on tietynsyvyinen ura, telataan näytettä vasten standardiolosuhteissa. Kohopainatus mitataan profiilinmittausjärjestelmällä.

24. W67, W73, W82 Syväpaino sileys

Syväpainokokeita on yleensä erittäin vaikea suorittaa pienessä mittakaavassa. On vaikeaa pitää haihtuvia liuottimia sisältävä painoväri vakiona kokeen aikana: tämä koskee myös vesipohjaisia värejä. Laboratoriokokeita varten on tarvittu laite, joka käyttää vain vähän paperia ja painoväriä. Hyvä ratkaisu tähän on IGT GST -painolaite ja syväpainolisälaite. Tällä järjestelmällä voidaan tehdä syväpainatuksia eri koeolosuhteilla ja erilaisilla painokiekoilla. Vedoksia voidaan käyttää paperin kuivaominaisuuksien mittaamiseen; esim. väri, valonkestävyys jne. Paperin asemesta voidaan käyttää monia eri materiaaleja, kuten kartonkia, muovikalvoa, foliota jne. Väriin kuivaominaisuuksien ja painettavan materiaalin sileyden mittaamiseksi on olemassa kaksi koemenetelmää:

- Menetelmä "syväpaino 180°"(W67). Tässä menetelmässä painokiekolle lisätään väri ainoastaan kerran ja painatus tehdään välittömästi värinlevityksen jälkeen (IGT W67 sileys ja W82 väri).

- Menetelmä "syväpaino 360°"(W73). Tässä menetelmässä painokiekolle levitetään väri kahdesti ja painatus tehdään välittömästi kummankin värinlevityksen jälkeen, eli tehdään kaksi painatusta peräjälkeen (IGT W73 sileys ja W83 väri).

Väriin siirrossa ja painojäljen laadussa voi ilmetä eroja eri menetelmien välillä. Nämä riippuvat myös väri-painettava materiaali-koeolosuhteet –yhdistelmästä.

Periaate: Syväpainosarja koostuu kaiverretusta painokiekosta, kaavarointijärjestelmästä ja painosylinteristä. Painokiekolle tiputetaan muutama tippa väriä, ylimääräinen väri kaavaroidaan pois ja painosektorille kiinnitetty näyte painetaan. Standardi painokiekossa on 11 kenttää 70 l/cm (175i/inch), syvyys 11-33 um. Myös muut kaiverukset ovat mahdollisia. Vedosta voidaan käyttää paperin sileyden tarkasteluun puuttuvien pisteiden avulla, sekä myös syväpainovärin värin tarkasteluun, ja muiden kuivaominaisuuksien testaamiseen.

25. W74 Värinsiirto kumipeitteet

Monet tekijät vaikuttavat painatuksen laatuun. Näistä eräs on kumipeitteen värinsiirto. Värinsiirtoon vaikuttaa kumipeitteen rakenne, eli mikäli kahden kumipeitteen rakenteet eroavat toisistaan, on eroa myös niiden absorptiossa ja nopeudessa, jolla kumipeite kyllästyy värillä. Tämä ilmiö voi vaikuttaa värinsiirtoon. Tällä koemenetelmällä värinsiirtoa testataan painamalla kumipeitteellä, johon on levitetty väri useita kertoja. Painovärin absorptiota (painatus yhden värinlevityksen jälkeen) käsitellään koemenetelmässä W61.

Periaate: Koepainolaitteen sektorille kiinnitetään liuska testattavaa kumipeitettä. Kumipeitteelle levitetään väri useita kertoja alumiinisen painokiekon avulla. Jokaisen värinlevityksen jälkeen väri siirretään kumipeitteeltä standardipaperiliuskalle. Painettujen liuskojen densiteetti mitataan. Mitä korkeampi densiteetti saavutetaan, sitä parempi on kumipeitteen värinsiirto.

26. W77 Painatuksen sileys

On monia tapoja mitata paperin karheutta. Esimerkiksi koemenetelmässä W28 on kuvattu menetelmä, jossa paperin pinnan syvennykset täytetään värjätyllä vedellä. Tässä koemenetelmässä paperin pinta painetaan sileällä painokiekolla, ohuella musteella ja alhaisella paineella. Tässä tapauksessa painetaan vain päällimmäinen paperin pinta.

Riippuen paperin karheudesta, painetussa paperissa näkyy enemmän tai vähemmän valkoisia pisteitä: mitä karheampaa paperia, sitä enemmän valkoisia pisteitä.

Periaate: IGT -laitteella painetaan testattava paperi standardi musteella. Painokiekko on alumiinia ja painatuspaine on alhainen. Vain paperin päällimmäisin pinta painetaan. Mitä karheampaa paperia, sitä enemmän valkoisia pisteitä näkyy painetussa paperissa. Tulos arvioidaan visuaalisesti itse tehtyyn taulukkoon tai muiden (standardi) papereiden tuloksiin verraten.

27. Kaksiväripainatus

Kaksiväripainatuksessa 2 eri tahmeusasteen omaavaa painoväriä painetaan IGT-koepainolaitteella paperille päällekkäin viiveellä. Kaksiväripainatukseen voidaan valita eri painatusolosuhteet: Painatusnopeus, viive ja värit paperilajista riippuen. Testiliuskojen annetaan kuivua ja ilmastoitua vähintään yön yli. Testiliuskoista mitataan päällekkäispainatuksesta kiilto, yp/ap. Liuskoista voidaan mitata myös yksiväripainatusten kiillot (sininen ja punainen). Kaksiväripainatuksesta voidaan mitata myös Trap-arvo. Kiiltoprosentti ilmoitetaan erikseen ylä- sekä alapuolelta yhden desimaalin tarkkuudella. Trap-arvo ilmoitetaan kokonaislukuna.

28. Back Trap Pick –pintalujuus

Menetelmällä pyritään selvittämään paperin pinnan pickautumista, kun painetaan kaksi kertaa päällekkäin. Ensimmäinen kerta painetaan vakionopeudella ja toinen kerta viiveen jälkeen kiihtyvällä nopeudella. Nopeusdiagrammi-työkalusta luetaan testiliuskaan tehdyn merkin kohdalta nopeus cm/s, joka muutetaan m/s. Back Trap Pick - pintalujuus, m/s, lasketaan erikseen paperin ylä- ja alapuolelta (myös ajo- ja kampsuunta erikseen).

29. Offset –testi

Menetelmällä arvioidaan paperin sisäistä lujuutta ja pinnan pickautumista, kun se painetaan samalla kiekolla useamman kerran päällekkäin. Painatusjäljestä mitataan tummuus, joka ilmoitetaan densiteettiarvona. Näytteet voidaan painaa esim. 3 kertaa päällekkäin, ajo- sekä kampasuuntaan, ylä- ja alapuolelta. Päällekkäispainatuskertoja voidaan muuttaa paperin laadusta riippuen. Testiliuskojen annetaan kuivua ja ilmastoitua vähintään yön yli. Testiliuskat mitataan Densitometrillä. Mittaustulos ilmoitetaan erikseen paperin ylä- ja alapuolelle liuskojen keskiarvosta.

AUTOMAATTISET ANALYSOINTIMENETELMÄT

1. DOMAS

DOMAS (Digital Optical Measurement and Analysis System) on saksalaisen PTS:n (Papier Technische Stiftung) kehittämä joukko tietokoneohjelmia, joilla voi mitata ja analysoida paperin eri ominaisuuksia.

Kaikki DOMAS -moduulit alkavat yksinkertaisella valintaikkunalla, jossa analyysiin tarvittavat/vaadittavat parametrit voidaan määrittää. Asetukset voidaan tallentaa ja määrittää uudelleen. Ohjelmat ovat erittäin yksinkertaisia ja helppokäyttöisiä: tulokset saadaan näytölle kolmella hiiren klikkauksella. Kuvantaminen tapahtuu skannerilla ja/tai videokameralla. Lisäksi kuvat voidaan tallentaa ja ladata lähempää käsitteilyä varten. Tulokset tallennetaan ja ne tulevat näkyviin EXCEL_{TM} taulukkoon.

Laitteisto- ja ohjelmistovaatimukset

Laitteisto:

- IBM yhteensopiva PC PIV tai AMD
- Muisti ≥ 256 MB
- Grafiikkakortti True Color
- Kovalevy ≥ 20 GB
- Disketti 3½"
- Liitännät Framegrabber
Fire wire interface IEEE 1394
1 × serial
- Skanneri UMAX Powerlook 1120 tai
EPSON 1680 PTS kalibroinnilla
Emco-kamerajärjestelmä

Ohjelmisto:

Windows 2000 tai XP
Optimas / Optimate Version 6.51
MS EXCEL 2000 tai uudempi versio

DOMAS -moduulit

Saatavilla olevat moduulit mahdollistavat seuraavia automaattisia ja joustavia analyyseja:

- Paperin rakenne: Paperin säännöllisten rakenteiden arviointi (esim. viiran, huovan ja reiän repeämän jälki).
- Formaatio: Formaation objektiivinen arviointi
- Likapilkut: Optisten epäsäännöllisyyksien objektiivinen mittaaminen (esim. likapilkut). Massan ja paperin laadun arviointi.
- Painojäljen epätasaisuus: Kompaktin tai rasteripainatuksen tasaisuuden tai epätasaisuuden objektiivinen arviointi (mottling).
- Puuttuvat pisteet: Painojäljen objektiivinen arviointi perustuen syväpainonäytteen puuttuviin pisteisiin.
- Tahmat: Tahmojen arviointi keräyspaperin käsittelyn aikana.
- Mustuminen: SC papereiden optisen tasaisuuden objektiivinen arviointi.
- Heliotest: Painojäljen objektiivinen arviointi perustuen syväpainonäytteen puuttuviin pisteisiin. Näytteessä pisteiden intensiteetti laskee.
- Leviäminen & imeytyminen: Mustesuihku tulostuspaperin arviointi. Kohteen ääriarvojen tarkkuuden arviointi, paperille painettu tai märkä-märkään painettu.
- Pinholes: Huokosreikien (pinholes) mittaaminen.
- Pitting (paperista ulostyöntyvät kohdat): Prosessoitavuusominaisuuksien arviointi päällystyksen, laminoinnin ja painatuksen aikana.
- Rypistyminen: Paperin laadun arviointi valmistuksen aikana.
- DCF analyysi: Nopea ja luotettava analyysi häiritsevästi värillisten kuitujen määritykseen kierrätyskuitumassasta.
- Täyteaineen Z-jakauma: Mittaa täyteainejakauman yli paperin poikkileikkauksen.
- Picking: paperin nukkautuminen (pick), paperin pinnan vahingoittuminen painatuksen yhteydessä.

Seuraavassa esitellään DOMAS -moduuleita tarkemmin.

1.1. Viira- ja huopamarkkeeraus (Paper structures)

Paperin säännölliset rakenteet vaikuttavat paperiin ja erityisesti sen painettavuuteen. Paperinvalmistajat, laitteiden kehittäjät ja viirojen ja huopien toimittajat tarvitsevat perinpohjaisen tiedon tällaisten merkkien alkuperästä ja määrästä, jotta he voivat optimoida tuotteensa ja prosessinsa. Tämä moduuli on hyödyllinen työväline paperin ja paperituotteiden rakenteen havaitsemiseen ja määrittämiseen. Moduulia voidaan soveltaa esimerkiksi seuraaviin tarkoituksiin: paperin laadun objektiivinen arviointi, sopivien kudospohjien valinta koneelle, tuotantoprosessin optimointi. Rakenteet voidaan havaita kahdella tavalla:

Frequency range analysis (taajuusalueanalyysi)

- Käyttäjä voi määrittää kuinka monta eri rakennetta halutaan havaita.
- Tarjoaa monia vaihtoehtoja esittää havaitut rakenteet tietokonenäytöllä, esim. valaistusta kuva tai näyttämällä rakenteen ääriä.
- Yksittäisiä rakenteita pystytään tutkimaan näytöllä myös erikseen.
- Tulokset tulevat näkyviin MS EXCEL™ -taulukkoon:

Rakenteen numero

Rakenteen kulma (°)

Rakenteen aallonpituus (um)

Rakenteen amplitudi

Original range analysis

- Havaitsee säännölliset kuviot analysoitavasta kuvasta harmaan pinnan läpi.
- Tulokset tulevat näkyviin MS EXCEL™ -taulukkoon:

Rakenteiden kulmat (taajuuspektristä tai käyttäjältä).

Jaksojen keskiarvo tai useimmin toistuva jakso millimetreinä (vastaa aallonpituutta).

Amplitudien keskiarvo tai pienin ja suurin amplitudi (vastaa rakenteiden intensiteettiä).

- Analyysi mahdollinen myös Frequency range analysis -moduulilla.

1.2. Formaatiomoduuli (Sheet formation)

Paperin paikalliset massavaihtelevuudet vaikuttavat moniin paperin ominaisuuksiin, esim. vetolujuuteen tai painettavuuteen. Tässä yhteydessä paperinvalmistajat puhuvat paperin formaatiosta. Tämä ominaisuus on yhä usein mitattu läpäisevän valon alla visuaalisesti, mikä antaa melko subjektiivisia tuloksia. Digitaalisen kuva-analyysitekniikan avulla onnistuu formaation objektiivinen arviointi. Kirjallisuudessa mainitaan joukko algoritmeja paperiarkin tasaisuuden mittaamiseen. Tärkeimmät näistä on toteutettu PTS-DOMAS Formaatio-moduulissa. Tulokset (kolme formaatioindeksiä) tulevat näkyviin MS EXCELTM -taulukoon arviointia ja jälleenkäsittelyä varten:

Spektritiheysindeksi

`Co-occurrence` indeksi

PTS indeksi

Moduulia voidaan soveltaa esimerkiksi seuraaviin tarkoituksiin: paperin laadun arviointi, kuidutuksen ja massan valmistuksen sekä paperikoneen ajoparametrien optimointi.

1.3. Likapilkkumoduuli (Dirt specks)

Likapilkut määritellään optisiksi epätasaisuuksiksi, jotka heikentävät paperin ja massan laatua. Niistä on tullut ongelma etenkin papereissa, jotka sisältävät siistattua massaa. Likapilkkumoduuli on arvokas työväline kvantitatiiviseen ja toistamiskelpoiseen lian määrittämiseen. Moduulia voidaan soveltaa esimerkiksi seuraaviin tarkoituksiin: paperin ja massan laadun arviointi, siistausprosessin arviointi ja optimointi, laitteiden puhdistus.

Kuvantaminen tapahtuu skannerilla tai videokameralla. Se mukautuu sekä suorakulmisiin että pyöreisiin näytteisiin. Jos halutaan saada parempi kuvan laatu, kuvat voidaan jälleenkäsittää käyttäen ylipäästö- tai alipäästösuodatinta.

Tulokset tulevat näkyviin MS EXCELTM -taulukoon:

Likapilkkujen lukumäärä ja jakautuminen.

Likapilkkujen kokonaismäärä, pinta-ala ja muoto.

1.4. Mottling -moduuli (Print unevenness)

Painojäljen tasaisuus on keskeinen kriteeri painettujen tuotteiden laadun arvioinnissa etenkin kun on kyse kompakti- tai rasteripainatuksesta. Painajilla on edelleen suuri haaste arvioida painojäljen laatua vertaamalla sitä visuaalisesti referenssiin. Huolimatta painatuksen asiantuntijoiden pitkäaikaisesta kokemuksesta, saattaa tuloksista tulla melko subjektiivisia. Digitaalinen kuva-analyysi on sopiva ratkaisu, jos painojäljen tasaisuutta tulisi määrittää ja mitata objektiivisesti. Moduulia voidaan soveltaa esimerkiksi seuraaviin tarkoituksiin: paperin ja painatuksen laadun valvonta, paperin valmistusprosessin ja paperin jälkikäsittelyn optimointi, kaavan optimointi, painatusolosuhteiden optimointi. Mottling -indeksit tulevat näkyviin MS EXCEL™ -taulukkoon.

1.5. Puuttuvien pisteiden moduuli (Missing dots)

Syväpainojäljen laadun mittaus perustuu yleensä puuttuvien pisteiden laskemiseen. Tämä on usein tehty manuaalisesti. Tehokkaammin puuttuvat pisteet voidaan laskea tämän moduulin avulla. Moduuli tukee painettuja tuotteita sekä terävillä (valintaikkuna: print type - separate) että epäterävillä (valintaikkuna: print type – overlap) pisteillä. Näytteistä, joissa on epäterävät pisteet, moduuli laskee vain puuttuvien pisteiden lukumäärän. Taas näytteistä joissa on terävät pisteet voidaan todentaa myös muita parametreja pinta-alayksikköä kohti. Tämä karkea luokittelu perustuu "ideaalin" pisteen määrittämiseen, jolle systeemi määrää useita algoritmeja. Kynnysehdoilla on myös suuri merkitys, sillä nämä auttavat korostamaan pisteitä taustaa vasten. Moduuli tarjoaa monia kynnysehto vaihtoehtoja, joista käyttäjä voi itse valita. Koska painatustuloksia ei voi luonnehtia pelkästään puuttuvien pisteiden perusteella, luokittelee systeemi pisteet lisäksi myös pisteiden koon ja painovärin densiteetin mukaan. Näistä molemmista on nähtävissä myös jakaumat. Moduulia voidaan soveltaa esimerkiksi seuraaviin tarkoituksiin: syväpainotuotteen laadun arviointi, paperin laadun optimointi, painatusolosuhteiden optimointi.

Tulokset tulevat näkyviin MS EXCEL™ -taulukkoon:

Puuttuvien pisteiden määrä.

Kaksois- ja kolmoispisteet.

Pisteiden koko ja jakauma.

Syväpainojäljen arviointiin tarvittavat perustiedot.

1.6. Tahmamoduuli (Stickies)

Tahmat muodostavat vakavan ongelman keräyspaperin käsittelyssä ja kierrätyskuitu-pohjaisten papereiden valmistamisessa. Tahmamoduulia voidaan soveltaa esimerkiksi seuraaviin tarkoituksiin: keräyspaperin käsittelyn optimointi, jatkuva laadunvalvonta.

Tahmat voidaan näyttää joko vaaleina tummalla pohjalla (light contrasted) tai tummina vaalealla pohjalla (dark contrasted). Tämän voi valita valintaikkunasta. Kuvantaminen tapahtuu pintavalaistuksen alla skannerilla ja/tai videokameralla. Systemi tarkentaa suorakulmaiset ja pyöreät kappaleet. Skannerilla analysoitaessa suurin mahdollinen näytekappale on A4 ja skannattavan alueen suurin mahdollinen halkaisija on 203mm.

Ohjelmistosuodatinta voidaan käyttää parantamaan tahmojen kontrastia pohjaa vasten, mutta tätä ei yleensä tarvita jos kontrasti on tarpeeksi korkea. Havaitut tahmat voidaan luokitella kokoluokkiin esim. lineaarisesti tai käyttäjä voi määrittää tavan. PTS DOMAS -systemi tarjoaa ennaltamäärätyt luokittelut, mutta käyttäjä voi määrittää lisäluokkia jos haluaa. Tulokset tulevat näkyviin MS EXCEL™ -taulukkoon:

Tahmojen lukumäärä ja jakautuminen.

Kokonaislukumäärä, kokonaispinta-ala ja jakautuma.

1.7. Mustumismoduuli (Blackening)

Mustuminen on laatuvirhe, joka määritellään epätasaisena optisena esiintymänä korkeasti kalanteroiduissa papereissa. Mustumista syntyy paperin kiillotetuissa tai pieni opasiteettisissa alueissa, paperin massavaihtelevuuden takia. Tämä aiheutuu kalantereissa tai superkalantereissa normaalin paineen yläpuolella.

Mustumisen arviointi tarkoittaa siis paperin optisen tasaisuuden mittaamista. Paperinvalmistajilla on haaste arvioida painojäljen laatua vertaamalla sitä visuaalisesti referenssiin. Lisäksi tämä on melko subjektiivinen menettelytapa. Tämä moduuli tekee mahdolliseksi SC papereiden optisen tasaisuuden objektiivisen arvioinnin. Kuvaukseen käytetään pintavalaistusta. Paperinäyte asetetaan tummalle taustalle jotta epätasaiset alueet näkyvät selvemmin.

Mustumismoduulia voidaan soveltaa esimerkiksi seuraaviin tarkoituksiin: SC paperin laadun arviointi, ensiöpaperin valmistusprosessin optimointi.

Tuloksena mustumisindeksit saadaan näkyviin MS EXCELTM -taulukkoon.

1.8. Heliotest -moduuli

Syväpainopaperin laadun arvioiminen heliotest -liuskoista suoritetaan yhä useissa yrityksissä manuaalisesti. Puuttuvien pisteiden laskeminen tehdään yleensä suurenuslasin avulla. Heliotest -moduuli mahdollistaa nopean, laadukkaan ja käyttäjästä riippumattoman arvioinnin.

Seuraavat arvot ovat mahdollista määrittää näytteestä, jossa on terävät pisteet: Näytteessä pisteiden intensiteetti laskee. Alkaen korkeimmasta intensiteetistä liuskan alusta kohti alhaisempaa intensiteettiä, lasketaan etäisyys millimetreinä N. puuttuvaan pisteeseen (oletusarvo:20).

Havaitut puuttuvat pisteet on merkitty kuvaan, jotta tuloksia voi tarkistaa näytöltä. Voidaan mitata yhdestä viiteen heliotest -liuskaa, jotka on asetettu poikittain skanneriin. Jopa viiden heliotest -liuskan mittaus ja niiden välitön arviointi yhdellä kertaa säästää merkittävästi aikaa verrattuna manuaaliseen mittaukseen. Käytettävien testi-liuskojen pituus tulee syöttää järjestelmään. Koska kynnsarvot vaikuttavat ideaali pisteen jaotteluun, on saatavilla erilaisia kynnsarvo metodeja. Moduulia voidaan käyttää seuraaviin sovelluksiin: syväpainotuotteen laadun arviointi, paperin laadun optimointi, painatusolosuhteiden optimointi.

1.9. Leviämis- ja imeytymismoduuli (Bleeding & wicking)

Tietokoneen laitteistot ja ohjelmistot ovat nykyään niin kehitettyjä ja jalostettuja, että näyttävät teksti- ja kuvaesitykset ovat mahdollista tietokoneen ruudulla.

Jotta voitaisiin toistaa tämä informaatio tulostetussa muodossa jotakuinkin saman laatusena, asetetaan paperin pintaominaisuuksille ja mustesuihkukirjoittimille aina vain tiukempia vaatimuksia. Tämä moduuli tekee mahdolliseksi seuraavat kuva-analyysit: kuvan ääriviivojen tarkkuuden arviointi (leviäminen) ja väri-värille painatus (esim. musta valkoiselle, musta keltaiselle tai keltainen mustalle). Myös musteen leviäminen painetussa paperissa arvioidaan. Seuraavat tulokset tulevat näkyviin MS EXCEL™ -taulukkoon:

Imeytymisestä johtuva

Epätarkkuudesta johtuva

Leviämisestä johtuva.

Moduulia voidaan käyttää seuraaviin sovelluksiin: mustesuihku tulostuspaperin arviointi, paperin laadun optimointi.

1.10. Pinholes -moduuli

Moduuli mahdollistaa huokosreikien (pinholes) mittaamisen. Näytteestä on mahdollista määrittää seuraavat arvot: pinholes määrä ja kokojakauma, pinholes tiheys ja ohuet kohdat. Sovellukset: paperin laadun arviointi, tuotantoprosessin optimointi.

1.11. Pitting –moduuli (paperista ulostyöntyvät kohdat)

Pittingiksi kutsutaan alueita jotka työntyvät ulos paperin pinnalta. Pitting voi aiheutua paperin valmistuksen yhteydessä paperikoneessa (esim. voivat olla merkkejä edellisistä huopapaineista). Pittingiä ei juurikaan koskaan ole tutkittu tai edes kiinnitetty huomiota miten pinnan yleislaatu vaikuttaa painatukseen, päällystykseen, liimaukseen tai laminointiin. Pittingiä määritettäessä käytetään apuna pitting -mittauslaitetta (pitting tester). Tuloksena analyysistä saadaan pitting -indeksi, joka ilmoittaa ulostyöntyvien kohtien lukumäärän.

Käyttöalueet: painettavuuden parantaminen, viirojen ja huopien optimointi, prosessin optimointi päällystyksen, liimauksen, laminoinnin jne. aikana, painovärin kulutuksen vähentyminen painatuksen aikana.

1.12. Rypistymismoduuli

Moduuli mahdollistaa paperin laadun arvioinnin valmistuksen aikana. Analyysiin käytetään rypistymisen mittauslaitetta. Paperinäyte valaistaan poikittaissuunnassa terävässä kulmassa peilijärjestelmän avulla siten, että poimun harja ja rakenteet näkyvät vaaleina tai tummina alueina. CCD -kamera tallentaa, digitoi ja arvioi jyrkkäsävyyisen kuvan. Tuloksena saadaan rypistymisindeksi, joka ilmoittaa paperin aaltoisuus- ja rakkuloitumisasteen. Moduulin käyttöalueet: painettavuuden parantaminen, viirojen ja huopien optimointi, konvertoitavuuden parantaminen yleisesti.

1.13. DCF analysointimoduuli

Häiritsevästi värilliset kuidut (disturbing coloured fibres DCF) kierrätyskuitumassassa sisältävät ongelmallisesti laikullisia kuituja. Kuidut ovat peräisin pahvipakkauksista tai muista pakkausmateriaaleista. Edelleen monet tehtaat arvioivat RCF -massansa laskemalla värittyneet kuidut manuaalisesti suurennuslasin avulla.

Tämän moduulin avulla voidaan havaita häiritsevästi värilliset kuidut ja laskea ne (perustuu kuitujen taajuuteen ja pituuteen). Etuja: aikaasäästävä, tarkka mittaus, objektiivisuus. Moduulia voidaan käyttää seuraaviin tarkoituksiin: paperin ja massan objektiivinen laadunmittaus, seulonta- ja puhdistusysteemeiden optimointi ja mittaaminen, kemikaalisen tehokkuuden mittaus. Värilliset kuidut voidaan luokitella pituuden mukaan. Ennalta asetettu luokittelu on mahdollista. Seuraavat tulokset tulevat näkyviin MS EXCEL™ -taulukkoon:

Analysoidun alueen värillisten kuitujen kokonaismäärä sekä myös värillisten kuitujen kokonaismäärä per m².

Kuitujen keskipituus [mm]

Kuitujen kokonaispituus [mm]

Luokitteluun kuuluvien värillisten kuitujen kokonaismäärä per analysoitu alue ja per m².

1.14. Täyteaineen Z-jakaumamoduuli (Z-distribution of filler)

Lisäksi on moduuli, joka mittaa täyteainejakauman yli paperin poikkileikkauksen.

1.15. Picking -moduuli

Riippuen näytteiden laadusta, pickingin määrittämiseen voidaan käyttää erikoismetodia, joka on osa likapilkku-moduulia. Tällä metodilla voidaan mitata ”nukkautunut” alue.

2. TAPIO® PAPEYE

TAPIO® Technologies tarjoaa kuva-analyyseja paperiteollisuuden laadunhallintaan. Laadukkaan paperin tuottamiseen tarvitaan useita eri testimenettelytapoja. Ennen nämä testit tehtiin manuaalisesti työntekijöiden tutkiessa testinäytettä, tänä päivänä on mahdollista tietokonepohjainen laaduntarkkailu. Edut ovat parempi toistettavuus ja usein korkeampi suorituskyky kuin ihmisen arvioimana.

Papeye koostuu erillisistä itsenäisistä moduuleista, jotka käyttäjä voi liittää yhteen. Uuden menettelytavan lisääminen myöhemmin on mahdollista, mikä säästää asiakkaan aikaa ja rahaa. Kuvan ottamiseen käytetään normaalia tasoskanneria. Prosessi voidaan määrittää tallennettujen näyteliuskosten skannattuiden alueiden ja analyysin avulla.

Tässä on mahdollista määrätä skannatusta kuvasta yhdelle tai useammalle alueelle eri testimenettely (esim. mottling analyysi ensimmäisestä alueesta, heliotest analyysi toisesta alueesta jne.). Lisäksi käyttäjä voi tehdä myöhemmin tallennetuille näytteille lisäanalyysejä millä tahansa moduulilla.

Jokaisessa moduulissa analyysitulokset voidaan tulostaa ja myös siirtää windows ohjelmiin. Papeyten käyttö on erittäin helppoa, joten ohjelman käyttöön ei tarvita koulutusta tai aikaisempaa tietämystä. Apulainen opastaa käyttäjää askel askeleelta läpi ohjelman.

Testiohjelmat:

- Mottling: Ohjelma painojäljen epätasaisuuden analysointiin ja arviointiin.
- Heliotest: Analyysi syväpainopaperin laaduntarkkailuun, tunnetaan paperiteollisuudessa ”20 puuttuvaa pistettä” –ohjelmana.
- Leviäminen: Leviäminen tarkoittaa värin ”valumista” toiseen väriin. Tämän vaikutuksen voimakkuus on ratkaiseva laatuominaisuus esimerkiksi mustesuihkukirjoittimissa käytetyille papereille.
- Imeytyminen: Arvioidaan värin asettumista paperille, näkyy erityisesti musta/valko painatuksessa (teksti, taulukot).

Minimi vaatimukset:

Windows 95, windows NT 4.0

PC Pentium II prosessorilla, 233 Mhz

SVGA grafiikkakortti min 800×600 high color 64K

TWAIN yhteensopiva tasoskanneri (min 400dpi) TWAIN-liitännällä

Seuraavassa esitellään mottling- ja heliotest- moduulit tarkemmin.

2.1. Mottling -moduuli

Mottling -moduuli on tietokonepohjainen systeemi materiaalin pinnan analysointiin. Analyysi on mahdollista käyttämällä moderneja matemaattisia metodeja, visualisointia ja objektiivista mottling -arviointia.

Analyysitulokset saadaan yhtenä arvona, joka riittää kuvaamaan mottling voimakkuutta ja poikkeamaa standardista. Tulosten yksityiskohtaisempaa tarkastelua varten käyttäjät voivat käyttää hyväkseen analyysin eri metoodeja. Saadut tulokset voidaan esittää taulukon muodossa tai suppeana kuvaajana.

Mottling -testin integroitu tietokanta tallentaa pysyvästi analyysien kuvat ja tulokset. Toimiva näytteiden luokittelu varmistaa laajojen testisarjojen vapaan käsittelyn. Moduuli luettelo joustavasti tietoa kuvasta. Skannerin ja CCD-kameran avulla voidaan yhdistää enemmän moduuleja, jotta suora käyttö tuotannossa on mahdollista.

Pääpiirteet: Pinta-analyysi mottlingin havaitsemiseen ja mittaamiseen. Mottling -arvon laskenta, joka esittää poikkeamaa standardituloksesta. Integroitu tietokanta analyysin tuloksille ja kuville. Analyysin tulokset voidaan siirtää toisten ohjelmien käyttöön (esim. Excel).

2.2. Heliotest -moduuli

Heliotest -moduuli on analyysiohjelma syväpainopaperin laadun tarkkailuun. Tämä ohjelma tekee mahdolliseksi heliotest -liuskojen tietokonepohjaisen arvioinnin. Yksinomaan tähän tarkoitukseen sovellettu ohjelma on erittäin helppo käyttää ja testi-näytteiden nopea analysointi on mahdollista käyttäen moderneja matemaattisia prosesseja. Kuva testiliuskoista otetaan normaalilla tasoskannerilla (800 dpi). Heliotest-ohjelman loistava ominaisuus on täysin automaattinen analysoitavien liuskojen painettujen alueiden tunnistus. Lisäksi ohjelma tunnistaa itsestään epäkohtien (puuttuvien pisteiden) paikan ja määrän.

Yhden testiliuskan tulos on painatusjäljen alusta kohtaan, jolloin 20 puuttuvaa pistettä on tunnistettu, millimetreinä. Saadut tulokset esitetään kuvaajina ja taulukkoina ja ne arkistoidaan automaattisesti tietokantaan. Kuvaajien siirtäminen sekä tulostaminen on mahdollista. Arvojen käytännöllinen järjestäminen ja mahdollisuus syöttää lisätietoa takaa, että jopa suuret testisarjat voidaan järjestää ja analysoida selkeästi. Itse valittavat asetusmahdollisuudet sallii käyttäjän tehdä tarvittavat muutokset mitaukseen.

3. PAPVISION -PROJEKTI

Lappeenrannan teknillisen yliopiston tutkimusryhmä on kehittänyt yhteistyössä pape-riteollisuusyritysten ja soveltajayrityksen kanssa konenäköön pohjautuvat paperin painettavuuden mittausmenetelmät.

Papvision-projektissa automatisoitiin keskeisemmät käsin tehtävät painettavuustestit. Ratkaisut perustuvat konenäkötekniikan hyödyntämiseen. Kehitetyillä menetelmillä varmistetaan aiempaa parempilaatuisen paperin ja kartongin tuotanto sekä tuotteiden jatkokehitys.

Yliopiston mukaan menetelmät kehitettiin tiiviissä yhteistyössä tehtaiden tutkimuslaboratorioiden kanssa. Tehtaan käyttölaboratorio voi nyt reagoida entistä nopeammin ja tarkemmin tuotteiden laadunvaihteluihin. Papvision-projekti on ollut tuloksiltaan yksi LTY:n menestyksekkäimmistä tutkimushankkeista. Se on tuottanut kolme automatisoitua painettavuusmenetelmää (heliotest, mottling, picking), useita kansainvälisiä tiedejulkaisuja sekä patenttihakemuksia. Hankkeesta on jo tehty yksi väitöskirja ja kahdeksan diplomityötä.

Tuotekehitys on alkanut lappeenrantalaisessa LabVision Technologies yrityksessä ja ensimmäiseen versioon on tarkoitus laittaa ainakin seuraavat mittaukset:

4. Heliotest
5. Picking
6. Mottling

Tuotteen mukana tulee kaikki tarvittava laitteisto ja ohjelmisto. Tämä on siis täysautomaattinen mittausasema mihin käyttäjä vain asettaa näytteitä mitattavaksi. Tuotekehitys on nyt siinä tilassa, että alkuvuodesta 2008 on ensimmäiset toimitukset.

4. IMAGEXAMINER

ImageXpert:n skannerilla toimiva systeemi antaa pelkistetyn ratkaisun paperin ja painatuksen laadun analysointiin. Numeeriset tulokset raportoidaan kun näyte on skannattu ja painatuksen laatu ja/tai paperin ominaisuudet näin ollen analysoitu ImageXpertin tehokkaalla ohjelmalla.

Mittaukset sisältävät:

- Painettu mottling
- Heliotest, puuttuva piste
- Pisteiden laatu
- Ääriarvojen laatu
- Resoluutio
- Tekstin laatu
- Cut sheet analysis
- Likapilkkujen määrittäminen
- Monia muita painattavuus ominaisuuksia.

Tämä ohjelma voi toimia myös picking –testiin. Tämä on mahdollista testata lähettämällä Picking –näytteitä ImageXpertille. He lähettävät tuloksista pienen raportin, josta näkyy miten ohjelma soveltuu pintalujuuden mittaukseen.

5. STFI - KUVA-ANALYYSI

5.1. STFI Mottling

Mottling on epäilemättä yksi tärkeimmistä tekijöistä koskien painatuksen laadun visuaalista vaikutelmaa. On yhä yleistä että mottling määritetään visuaalisesti arvioimalla. STFI Mottling -ohjelmistoa käyttämällä säästetään aikaa ja saadaan tuloksia, joita on helppo verrata muihin arviointeihin.

Tutkimuksilla on todettu, että ohjelmistolla saadut mottling –tulokset vastaavat hyvin ihmisenäkemyksiä, molemmissa painetuissa ja painamattomissa näytteissä.

Kuvantaminen tapahtuu tasoskanneria käyttämällä. Peni- ja suuriskaalaiset vaihtelut poistetaan käyttämällä taajuusanalyysiä. Vain vaihtelut alueelta 1-8 mm mitataan, koska tämän tiedetään olevan häiritsevin alue visuaalisissa arvioinneissa. Ohjelmisto on todella joustava ja sillä mahdollista mitata alueita 2,2×2,2 cm:stä 20×20 cm:iin. Yleensä arvioidaan 4-8 aluetta, jotta saadaan tarkempi tulos. Tulokset saadaan Excel –tiedostoon kuvaajana, sekä alueelta 1-8 mm yksittäinen mottling arvo.

Tarvittavat laitteistot:

Standardi PC, Win 98/2000/XP, tasoskanneri, STFI Mottling ohjelmisto.

5.2. STFI Formaatio

Betasäteilymetoodi on suoraan riippuvainen materiaalin massasta kun sitä vastoin optinen formaatio riippuu materiaalin valonsironta ja –absorptio ominaisuuksista. Analyysi antaa täydellisen formaatiospektrin, eikä pelkästään yhden formaatioluvun: saadaan tietoa erikokoisten flokkien esiintymästä ja jaksottaiset häiriöt ovat myös helppoa havaita (esim. viiran jälki). Nämä näkyvät spektrissä piikkeinä. Betaformaatio soveltuu näytteille, joiden maksimi grammapaino on noin 90 g/m². Maksimi analyysialue on 145×86 mm. Skannaus resoluutio on 300 dpi (0,08 mm/pikseli).

Röntgenkuva kehitetään altistamalla näyte beta-lähteelle (C-14) ja tallennetaan näytteen läpi kuljetettu säteily röntgenfilmille. Kehittynyt filmi skannataan tasoskannerilla, ja kuvan harmaatasot muutetaan todellisiksi gramma-arvoiksi kalibroinnin avulla. Tuloksena saadaan normalisoidut formaatioluvut aallonpituuksissa sekä formaatiospektri. Nämä raportoidaan myös Word-tiedostoon.

5.3. STFI OptiTopo

STFI OptiTopo kertoo yhteyden pinnanmuodostuksen ja painatuslaadun välillä ainutlaatuisella tavalla. Esimerkiksi seuraaviin kysymyksiin voidaan vastata käyttämällä tätä metodia:

miten eri kalanterointi, päällystys tai pohjapaperi vaikuttaa pinnanmuodostukseen, tai onko pinnanmuodostusvaihteluilla ja painatusongelmilla yhteys toisiinsa.

Kuvantaminen tapahtuu käyttämällä matalakulma valaistusta. Korkeuskartta laskeetaan käyttämällä ”photometric stereo” tekniikkaa. Painatuksen laatua ennustettaessa sovelletaan taajuusanalyysiä korkeuskarttaan, jotta erotetaan pieni-, keski- ja suuri-skaalaiset muutokset sekä näiden kunkin osuuden kartalla. Alueet 6,5×6,5 mm:stä 30×30 mm:iin ovat mahdollista mitata. Analyysi soveltuu sekä painettuun että painamattomaan näytteeseen.

Pinnanmuodostuksen vaihtelut jaotellaan aallonpituusluokkiin. Tämä tallennetaan Excel-tiedostoon. Kuvat näytteistä tallennetaan Word-tiedostoon.

OptiTopo laitetta käytetään topografiseen kuvantamiseen, mm. valittua kynnyksarvoa syvempien ”kuoppien” lasku. Joten saattaisi olla mahdollista, että tämä antaisi myös tietoa pintalujuusmittauksessa mitattavasta paperin pinnan vahingoittumisesta. Tämä olisi mahdollista testata lähettämällä näytteitä analysoitavaksi STFI Packforsk:lle.