

Metropolia Ammattikorkeakoulu
Mediatekniikan koulutusohjelma

Jussi Patrikainen

Tuotantotulostimen värinhallinta ja profilointi

Insinööri työ 10.4.2010

Ohjaaja: projektipäällikkö Toni Spännäri
Ohjaava opettaja: lehtori Merja Nieppola

Tekijä Otsikko	Jussi Patrikainen Tuotantotulostimen värinhallinta ja profilointi
Sivumäärä Aika	58 sivua 10.4.2010
Koulutusohjelma	mediatekniikka
Tutkinto	insinööri (AMK)
Ohjaaja Ohjaava opettaja	projektipäällikkö Toni Spännäri lehtori Merja Nieppola
<p>Insinööri­työssä selvitettiin tuotantotulostimen ja sitä ohjaavan RIP:n tapa käsitellä värejä. Työssä selvitettiin, kuinka tulostusprofiileja luodaan ProfileMaker-ohjelmistolla ja voidaanko omatekoisilla profiileilla parantaa tulostimen värinantoa verrattuna oletusprofiiliin.</p> <p>Työssä tutustuttiin profiilien luomiseen hyvin tarkasti vaihe vaiheelta. Profiilit luotiin kolmelle päällystämättömälle paperille ja yhdelle päällystetylle. Profiileja verrattiin kahteen oletusprofiiliin, jotka on tarkoitettu sekä päällystetylle että päällystämättömälle paperille. Profiileita vertailtiin neljällä eri menetelmällä, jotka olivat värintoistoalan selvittäminen, Grangerin sateenkaaren analysointi, testikuvien visuaalinen tarkastelu ja profiilien väliset ΔE-arvot.</p> <p>Omatekoisia profiilien käytöllä ei havaittu olevan merkittävää eroa oletusprofiileihin verrattuna. Värintoistoalaltaan kaikki omatekoiset profiilit olivat hieman suurempia CIELab-väri­varuuden L:n arvolla 0–50, kun taas arvoilla 50–100 oletusprofiilit tuottivat suuremman väri­varuuden. Erot väri­varuuksissa olivat kuitenkin hyvin pieniä. Grangerin sateenkaaren analyysissä päällystämättömille papereille tehdyt profiilit tuottivat hieman paremman tuloksen. Päällystetylle paperille tehty profiili tuotti hieman oletusprofiilia huonomman tuloksen. ΔE-arvojen mittaus ja testikuvien tarkastelu tukivat näitä havaintoja.</p> <p>Digipainoa, jolle työ tehtiin, ohjeistettiin käyttämään vanhaa oletusprofiilia, koska omista profiileista saatava hyöty on todella vähäistä. Omat profiilit jätettiin kuitenkin osaksi tuotantoa, sillä niillä voidaan mahdollisesti ratkaista joitakin pieniä värintoisto-ongelmia, joita Grangerin sateenkaarta analysoitaessa tuli ilmi.</p>	
Hakusanat	profilointi, profiilit, värinhallinta, työnkulku, DocuColor 5000, Spire CXP50

Author Title	Jussi Patrikainen Color management and profiling of production printer
Number of Pages Date	58 10 April 2010
Degree Programme	Media Technology
Degree	Bachelor of Engineering
Instructor Supervisor	Toni Spännäri, Project Manager Merja Nieppola, Senior Lecturer
<p>This bachelor's thesis has examined the color management methods of production printer, and RIP that controls the former. The aim was to establish how the creation of printer profiles occurs using the ProfileMaker program, and whether using custom profiles can improve the image quality of production printer compared to using the default profile.</p> <p>The work involved investigating different phases of the profile creating process in-depth, with the aim of cutting out all possible human errors. The profiles were created onto three different uncoated papers and one coated one. The profile created for the uncoated papers was compared to the default uncoated profile while the profile created for coated paper was compared to the default coated profile. The profiles were compared using four different methods including gamut comparison, Granger's rainbow analysis, visual inspection of test images, and ΔE values.</p> <p>No significant differences were found between default and custom profiles. In terms of gamut, all custom profiles were slightly larger in the CIELab lightness value range 0–50, whereas for between 50 and 100 the default profile produced a greater gamut. However, differences in gamut were insignificant. In Granger's rainbow analysis, the custom profiles made using uncoated paper produced slightly better results than the default uncoated profile. The profiles made using coated produced results slightly inferior to the default coated profile. The ΔE value measurements and inspection of test images supported these observations.</p> <p>The company the work was carried out for was recommended to use the default profile, because the benefits of using custom profiles would be minimal. Custom profiles were nevertheless left as part of production, seeing as they can potentially be used to solve some minor problems related to image quality the Granger analysis revealed.</p>	
Keywords	profiling, profiles, color management, workflow, DocuColor 5000, Spire CXP50

Sisällys

Tiivistelmä	
Abstract	
1 Johdanto	5
2 Värinhallinnan perusteet	7
2.1 Värinhallintajärjestelmä	7
2.2 Suositusväritila	7
2.3 Väriprofiilit	10
2.4 Värimuunnoslaskin	12
2.5 Värinkonvertointitavat	12
2.6 Kalibrointi	14
2.7 Menetelmien vakiointi	15
3 Värinhallittu työnkulku	17
3.1 Työnkulku yleisesti	17
3.2 RGB- ja CMYK-työnkulku	18
3.3 Työnkulun haasteet digitaalisessa painoprosessissa	18
4 Profiloitava tuotantotulostin ja profilointilaitteisto	20
4.1 Xerox DocuColor 5000 -tulostin ja Creo Spire CXP50 -väripalvelin	20
4.2 X Rite Eye-One iO -mittalaite	21
4.3 Profilemaker 5.0 -ohjelmisto	22
5 DC5000-tuotantotulostimen värinhallinta	23
5.1 DC5000:n kalibrointi	23
5.2 RIP:n väriasetukset	25
5.3 RIP:n jälkeiset toimenpiteet	29
6 DC5000-tuotantotulostimen profilointi ja profiilien analysointi	31
6.1 Profiloinnin toteutus	31
6.2 Profiilien analysointi	36
6.3 Johtopäätökset	42
7 Yhteenveto	44
Lähteet	46
Liitteet	
Liite 1: Spire CXP50 RIP:n työnkulkukaavio	48
Liite 2: IT8.7-3 CMYK i1_iO -testikartta	49
Liite 3: Photoshopin tulostusasetukset testikartalle	50
Liite 4: Värintoistoalat	51
Liite 5: Grangerin sateenkaaret MunkenPolar-paperille	53
Liite 6: Fuiji_Lady_AdobeRGB -testikuva	54
Liite 7: Test_Out-of-Gamut_colors-en -testikuva	55
Liite 8: Testing_ToneValueDifferentiation-en -testikuva	56

1 Johdanto

Kun työskentelin kesän 2009 harjoittelijana Metropolia Ammattikorkeakoulun digitaalisessa painossa Leppävaarassa, kävi ilmi, että Xerox DocuColor 5000 -tuotantotulostimen värintoisto kuvissa on hyvin huonoa. Ongelman ratkaisemiseksi tulostimelle päätettiin luoda uudet tulostusprofiilit. Profilointia yritettiin tehdä kesän aikana työn ohessa, mutta puutteellisen ajan ja etenkin tietojen vuoksi profilointi päätettiin toteuttaa insinööriyönä, jolloin asiaan oli mahdollista paneutua työn vaatimalla tavalla.

DC5000:n tulostusjälki on laadullisesti liikkunut käytetystä paperityypistä riippuen jossakin siedettävän ja huonon välimaastossa. Kuvissa helposti havaittavia ja toistuvia virheitä ovat muun muassa silikoniraidat, kehno mustan toisto ja värien välisen kontrastin puute. Silikoniraidat ovat DC5000:n fyysinen ominaisuus, jonka ratkaisu vaatisi koneinsinöörin osaamista, mutta mustan ja kontrastin osalta värintoistoon pitäisi periaatteessa olla mahdollista vaikuttaa. Huonon värintoiston syyksi epäiltiin vakioprofiilia, joka ei juuri ota kantaa käytettävään paperiin, mikä vaikuttaa kuvien huonoon laatuun.

Insinööriyön tavoitteena on ratkaista, voidaanko tulostimen värintoistoa parantaa omatekoisilla profiileilla, ja selvittää, kuinka omatekoiset profiilit eroavat tulostimen vakioprofiileista, jotka ovat nyt tuotannossa käytössä. Metropolian digipainon tuotannossa värinhallintaa on harjoitettu hieman vaihtelevasti, mutta vakiinnutettuja toimintatapoja ei ainakaan kesän 2009 aikana ollut havaittavassa. Profiloinnin lisäksi insinööriyön tavoitteina on vakiinnuttaa ja helpottaa työnkulkua, johon painokoneelle tehtävät profiilit kuuluvat olennaisena osana (mikäli niillä saavutetaan vakioprofiilia parempaa tulostusjälkeä).

Profilointi ei prosessina ole vaikea – se on itse asiassa todella yksinkertaista ja nopeaa. Sen sijaan profiloinnin ymmärtäminen on käsittämättömän hankalaa. Ymmärryksen puute taas johtaa yleensä epäonnistuneeseen lopputulokseen. Ymmärtämisen hankaluudesta kertoo jo se, ettei yli 500-sivuisissa, värinhallintaa käsittelevissä

teoksissa ole missään nimessä yhtään ylimääräistä sivua. Tähän insinööriyöhön kerätään värinhallintateoriasta se osuus, joka liittyy profilointiin kaikkein oleellisimmin. Insinööriyön lukijan ei silti kannata esitetyn teorian pohjalta luulla ymmärtävänsä värinhallintaa aukottomasti. Mikäli värinhallinta ja profilointi kiinnostavat enemmän, suositeltavinta on perehtyä Bruce Fraserin kirjoittamaan Värinhallinta-teokseen, jossa on kansakielellä kirjoitettuna kattavasti värinhallinnasta ja jossa tutustutaan profilointiin vaihe vaiheelta.

2 Värihallinnan perusteet

2.1 Värihallintajärjestelmä

Värihallintajärjestelmällä, CMS (Color Management System), tarkoitetaan suurinta osaa toiminnoista, joita tarvitaan värihallitun prosessin läpiviemiseen. AGI:n julkaisemassa teoksessa [1] CMS jaetaan neljään osatekijään, joita ovat profiilit, suositusväritila, värimuunnoslaskin ja värikonversiot. Samassa teoksessa värihallintajärjestelmälle on määritelty kaksi tehtävää:

- 1. Sen täytyy ensin laskea, mitä värejä RGB- ja CMYK-arvot edustava ja kuinka näistä arvoista saadaan sama väri laitteesta riippumatta. Tähän värihallintajärjestelmä käyttää profileja ja suositusväritiloja.*
- 2. Sen jälkeen järjestelmän täytyy pitää nämä tiedot muuttumattomina laitteesta toiseen, toisin sanoen muuttaa RGB- ja CMYK-arvoja siten, että niiden avulla saadaan sama väri laitteesta riippumatta. Tähän värihallintajärjestelmä käyttää värimuunnoslaskinta ja erilaisia värinkonvertointimetoja.*

Värihallintajärjestelmä on siis ohjelmisto tai ohjelmistokokonaisuus värihallitun prosessin läpiviemiseen, eikä se tee ilman osatekijöitä mitään. Seuraavassa käydään läpi kaikki neljä osatekijää, jotka ovat kriittisimpiä edellytyksiä värihallinnassa.

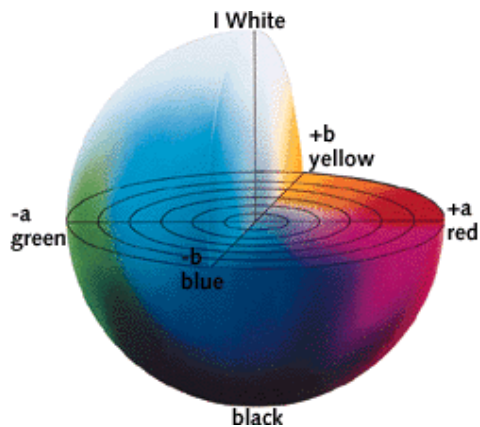
2.2 Suositusväritila

Suositusväritilat, PCS (Profile Connection Space), ovat laitteistosta riippumattomia väritiloja. Suositusväritilan yhtenä tehtävänä on helpottaa siirtymistä väritilasta toiseen esimerkiksi värilaitetta vaihdettaessa, mutta tärkeimpänä tehtävänä on värien siirto *muuttumattomana* laitteesta toiseen. Valaisualan standardeja valmistavan kansainvälisen komission CIE (commission internationale d'Eclairage) määrittelemät CIExyz, CIELab ja CIELuv ovat suositusväritilosta käytetyimmät. Kuitenkin CIExyz- ja CIELuv-

järjestelmien puutteden vuoksi toimivimmaksi ja käytetyimmäksi on noussut CIELab-väriavaruus. CIELab-väriavaruudessa havaittavia värieroja kuvataan ΔE -luvulla. [1, s. 14; 2, s. 11–12.]

CIELab

CIELab-väriavaruus on pallonmuotoinen kolmiulotteinen väriavaruus, joka koostuu kolmesta akselista: **L**, **a** ja **b**. **L** (lightness) kuvaa värin valoisuutta, **a** väriakselia punaisesta vihreään ja **b** sinisestä keltaiseen. Liikuttaessa L-akselin suunnassa vaaleus joko lisääntyy tai vähenee. A- ja b-akselilla taas valitaan värisävy, jonka luminanssi kasvaa liikuttaessa pois päin L-akselista [kuva 1]. Näiden kolmen komponentin eri arvoilla voidaan kuvata lähes kaikki ihmissilmän aistimat värit. [2, s. 11–12.]



Kuva 1. CIELab-väriavaruuden kolmiulotteinen kuvaus [3].

ΔE

ΔE eli värieroaavuus kuvaa yhdellä luvulla, kuinka paljon kaksi väriä poikkeaa toisistaan. CIELab-väriavaruudessa ilmaistuna tämä tarkoittaa kahden väriarvon geometrista etäisyyttä toisistaan. Mitä suuremman arvon ΔE saa, sitä helpommin ihmissilmä pystyy erottamaan värit toisistaan. Geometrinen etäisyys CIELab-väriavaruudessa ei kuitenkaan täysin vastaa ihmissilmän aistimaa värieroa vertailtaessa eri värisävyjä. Ihmissilmän on esimerkiksi helpompi havaita ΔE arvolla 3 tummien värien osalta kuin ΔE samalla arvolla keltaisissa värisävyissä. [1, s. 14.]

Kyky nähdä värejä on riippuvainen ihmisen silmän tarkkuudesta, joten jotkut huomaavat pienet värierot toisia helpommin. Taulukossa 1 on esitetty ihmissilmän näköhavainnot ΔE :n arvon kasvaessa.

Taulukko 1. ΔE :n muutoksen vaikutus havaitsojoihin [1, s. 14].

ΔE	Ihmisen näköhavainto
0–1	Eroa ei yleensä voi havaita.
1–2	Vain harjaantunut silmä voi havaita eron.
2–3,5	Useimmat huomaavat eron.
3,5–6	Lähes kaikki huomaavat eron.
>6	Kaikki havaitsevat eron.

CIE on kehittänyt ΔE :n laskentaan käytettäviä kaavoja vuosina 1976, 1994 ja 2000. ΔE :n laskennan suorittaa yleensä mittalaite tai ohjelmisto, joten laskukaava jää yleensä käyttäjältä huomaamatta. Vuonna 1976 kehitetty kaava havainnollistaa parhaiten ΔE :n laskemista. ΔE CIE (1976) laskentakaava:

$$\Delta E = \sqrt{(L_1 - L_2)^2 + (a_1 - a_2)^2 + (b_1 - b_2)^2}$$

L_1 = Lab arvo L värillä 1

L_2 = Lab arvo L värillä 2

a_1 = Lab arvo a värillä 1

a_2 = Lab arvo a värillä 2

b_1 = Lab arvo b värillä 1

b_2 = Lab arvo b värillä 2

[4.]

2.3 Väriprofiilit

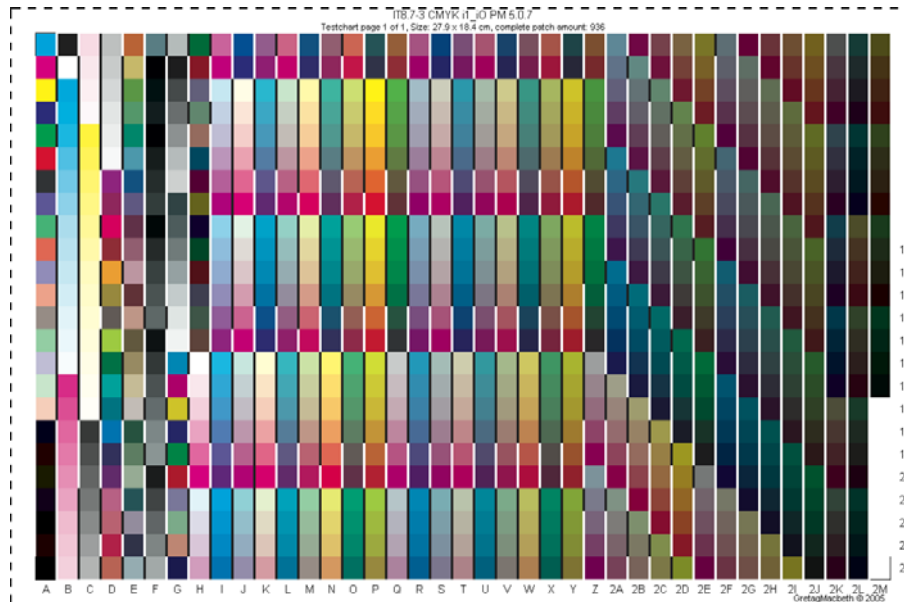
Profiilien tehtävänä on kuvata laitteen tai yksittäisen kuvan väritilaa. Profiileja tarvitaan pääasiassa silloin, kun värit halutaan siirtää muuttumattomina laitteesta toiseen, mutta niitä voidaan käyttää myös kalibroinnin korvikkeena laitteissa, joissa varsinainen kalibrointi ei ole mahdollista. Yksinkertaistetusti sanottuna profiili on taulukko, jossa on arvot RGB/CMYK-värijärjestelmästä ja niitä vastaavat arvot esimerkiksi CIELab/CIExyz-värijärjestelmästä. Profiili kertoo näin, mitkä arvot (värit) on mahdollista toistaa laitteella, jolle profiili on tehty. [5, s. 94–97.]

Profiileja tarvitaan aina kaksi, jotta värinhallintajärjestelmä tietää, mistä värit ovat tulossa ja minne ne ovat menossa. Profiileista käytetään joko nimeä *lähde* (source) tai *kohde* (destination). Jos profiilista toiseen siirtymistä ajatellaan lineaarisena prosessina, jossa tarkoituksena on viedä kuva näytöltä tulosteeseen muuttumattomana, lähdeprofiili (esimerkiksi sRGB) muunnetaan ensin CIELab-avaruuteen, minkä jälkeen se muunnetaan CIELab-avaruudesta johonkin kohdeprofiilin CMYK-väritilaan tai painokoneita varten tehtyyn profiiliin. Muunto voidaan tehdä joko painokoneen RIP:llä tai vastaavasti kuvankäsittelyohjelmassa, jolloin tulosteen värejä on mahdollista arvioida näytöltä jo ennen varsinaista painamista. [5, s. 108.]

Profiilien ominaisuuksiin kuuluu joko yksi- tai kaksisuuntaisuus. Yksisuuntaiset profiilit on rajoitettu muuntamaan vain laitteen väritilasta suositusväritilaan. Kaksisuuntaisilla profiileilla on mahdollista muuntaa myös toiseen suuntaan. Kaksisuuntaisuutta tarvitaan, jos halutaan esimerkiksi vedostaa tulostusjälkeä näytöllä tai vastaavasti toisella tulostimella. Näyttö- ja tulostusprofiilit ovat lähes aina kaksisuuntaisia. [5, s. 100–102.]

Painokoneille luodaan profiileja tulostamalla paperille testikartta. Testikartat sisältävät paljon testikenttiä, joiden arvot esimerkiksi CIELab-järjestelmässä ovat tunnettuja. Erilaisia testikarttoja on olemassa todella paljon, ja ne vaihtelevat kooltaan ja värikenttien määrältään [kuva 2]. Testikentät mitataan yleensä spektrofotometrillä, josta saatuja arvoja verrataan tiedossa oleviin. Profiloinnissa käytettävä ohjelma vertaa

mitattuja ja tunnettuja arvoja keskenään, ja vertailun perusteella se osaa muodostaa profiilin. Muodostettu profiili sisältää tiedon siitä, mitkä CMYK-värijärjestelmän värit vastaavat laitteistosta riippumattoman CIELab-värijärjestelmän arvoja. Profilointia varten tarkoitetut testikentät tulostetaan aina kalibroiduilla painokoneilla. [5, s. 104–105.]



Kuva 2. IT8.7-3 CMYK -testikartta.

Värihallitussa prosessissa myös näytöt tulee profiloida. Näyttöprofiilin luominen mahdollistaa näyttövedostuksen väritarkasti ja helpottaa tulostusprofiilien vaikutusten analysointia visuaalisesti. Useimmissa ohjelmistoissa näytöt profiloidaan kalibroinnin yhteydessä. Näytölle asetetaan anturi (spektrofotometri), joka mittaa kalibrointiohjelmiston näyttämiä tunnettuja värejä. Tästä mittadatasta muodostetaan näyttöprofiili, joka tallennetaan ja otetaan käyttöön. [5, s. 126.]

Linkkiprofiilit

Linkkiprofiilit (DeviceLink) ovat siinä mielessä poikkeuksellisia profiileja, etteivät ne kuvaa laitetta. Sen sijaan ne ovat ennemminkin kahden lähde- ja kohdeprofiilin ketju, joka muuntaa automaattisesti värit yhdestä väritilasta toiseen. Linkkiprofiilit

näyttäytyvät yhtenä profiilina, mutta todellisuudessa ne sisältävät kaksi laiteprofiilia. Linkkiprofiilit eivät käytä PCS-väriavaruutta siirryttäessä väritilasta toiseen, vaan muunnokset voivat olla suoraan esimerkiksi RGB–CMYK tai CMYK–CMYK. Linkkiprofiilit ovat aina yhdensuuntaisia. [5, s. 427.]

Linkkiprofiilit ovat automaatio-ominaisuus, joka on käytössä pääasiassa painokoneen RIP:llä. Niiden avulla ehkäistään muun muassa muutamia muunnoksia, joita PCS-muunnoksessa saattaa tapahtua. Yksi tällainen esimerkki on mustan muuttuminen nelivärimustaksi. [5, s. 427.]

2.4 Värimuunnoslaskin

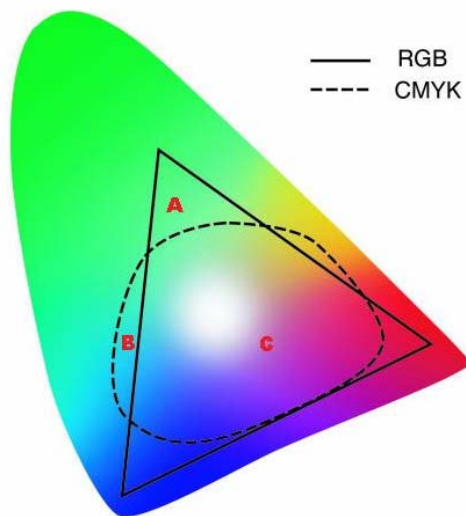
Värimuunnoslaskimen, CMM (Color Management Module), tehtävänä on vähentää profiileihin varastoitavan tiedon määrää. Profiilit sisältävät vain välttämättömän datamäärän, jonka perusteella CMM osaa laskea puuttuvat arvot. Näin profiilien koot saadaan pienennettyä, eivätkä ne muodostu rasitteeksi värihallitussa prosessissa. Värimuunnoslaskin suorittaa myös muutoksen esimerkiksi CIELab- ja CMYK/RGB-väriarvojen välillä tai toisinpäin. [5, s. 86.]

Värimuunnoslaskimen olemassaoloa on vaikea havaita, koska se toimii taustalla värien hallinnassa. CMM:n olemassaolosta tulee kuitenkin olla tietoinen, sillä laskimia on useita erilaisia ja ne voivat tuottaa toisistaan poikkeavia tuloksia. [5 s. 86.] Muutamia hyvin tunnettuja värilaskimia ovat ColorSync, Adobe CMM, LittleCMS ja ArgyllCMS [7].

2.5 Värinkonvertointitavat

Kaikilla värilaitteilla, oli kyse näytöistä, tulostimista tai painokoneista, on rajoittunut värintoistokyky. Tämä tarkoittaa sitä, että jokaisella laitteella on tietyt ääriarvot siihen, kuinka kylläistä väriä laite pystyy tuottamaan. Painokone ei esimerkiksi pysty tuottamaan yhtään kylläisempää syaania kuin silloin, kun painetaan pelkkää syaania

painokoneen salliman maksimivärikerroksen verran. Näyttö taas ei pysty tuottamaan yhtään sen mustempaa väriä kuin silloin, kun kaikki näytön lamput ovat sammutettuina. Ääriarvoja kuvataan värintoistoalalla (englanniksi color gamut), joka esittää laitteen kykyä toistaa eri värejä. RGB-värimuodostukseen perustuvissa laitteissa värintoistoalat ovat tavallisesti huomattavasti suurempia kuin CMYK-värimuodostusta käyttävissä laitteissa. Värintoistoalan ulkopuolisesta alueesta käytetään nimeä out-of-gamut. [1, s. 20.] Kuvaan 3 merkityt A- ja B-alueet havainnollistavat värintoistoalan ulkopuoleisia alueita ja C-alue on molemmilla laitteilla toistettavissa oleva.

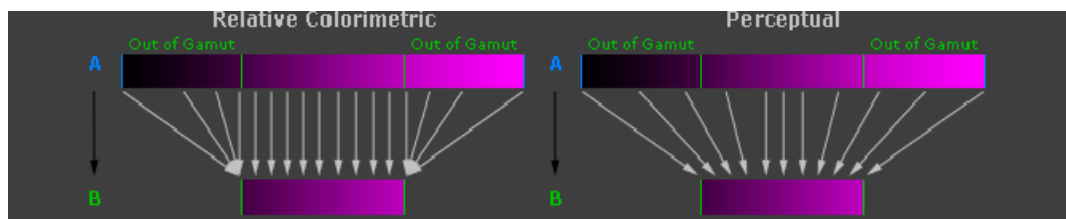


Kuva 3. CMYK- ja RGB-värimuodostuksen toistoalat.

Värintoistoalojen erojen vuoksi tiettyjä tai kaikkia värejä joudutaan muuttamaan laitteesta toiseen siirryttäessä. Esimerkiksi näytöllä näkyvä hyvin kylläinen vihreä on painokoneen värintoistoalan ulkopuolella, mikä tekee saman vihreän painamisesta mahdotonta. Tällaisessa tapauksessa värille on pakko tehdä värikonversatio, jossa näytöllä näkyvälle värille määritetään uudet väriarvot, jotka taas ovat painokoneen värintoistoalan sisällä. Väri voidaan siirtää gamutin sisälle neljällä tavalla: *absoluuttinen kolorimetrinen, suhteellinen kolorimetrinen, havainnollinen ja kylläisyys*. Konvertointitavoista yleisimmät ovat havainnollinen ja suhteellinen kolorimetrinen. Kylläinen ja absoluuttinen kolorimetrinen on tarkoitettu pääasiassa erikoistapauksiin, joten niitä ei tässä työssä käsitellä. [1, s. 21.]

Suhteellinen kolorimetrinen ja havainnollinen näköistystapa

Suhteellinen kolorimetrinen värikonvertointi käyttää väritilan *rajausperiaatetta* ja havainnollinen perustuu väritilan *supistamisperiaatteeseen*. Suhteellisessa kolorimetrisessä värikonvertoinnissa kaikki värit, joita painokone ei pysty tuottamaan, leikataan pois ja toistetaan värinä, joka on lähinnä painokoneen värintoistoalaa. Suhteellinen kolorimetrinen näköistystapa säilyttää siis kaikki toistettavissa olevat värit muuttumattomina, mutta toistaa kaikki värintoistoalan ulkopuolella olevat aivan painokoneen värintoistoalan ääripäissä. Havainnollinen näköistystapa perustuu siihen, että ihmissilmä on hyvin herkkä eri värien suhteen muutoksille. Havainnollinen siirtää kaikki lähdegamutin ulkopuoliset värit kohdegamutin sisään, mutta muuttaa myös jo kohdegamutin sisällä olevia värejä siten, että muutos säilyttää eri värien keskinäisen suhteen. Konvertointitapojen eroja havainnollistetaan kuvassa 4. [6; 8, s. 560.]



Kuva 4. Raja- ja supistamisperiaatteen erot värikonvertoinnissa [6].

Relatiivista kolorimetristä menetelmää käytetään, kun halutaan toistaa laitteen gamutin sisällä jo olevat värit mahdollisimman tarkasti. Havainnollista tapaa taas voidaan käyttää silloin, kun ei vaadita hyvin yksityiskohtaista värintoistoa, värien keskinäiset suhteet ovat merkittäviä tai toistolaitteen gamutin ulkopuolisia värejä on paljon. [1, s. 20; 6.]

2.6 Kalibrointi

Profiilien, suositusväritilan, värinmuunnoslaskimen ja värikonversioiden lisäksi värihallittu prosessi vaatii vielä yhden tärkeän osatekijän, joka on laitteiden kalibrointi. Siinä missä kaikki muut mainitut osatekijät ovat bittivirtaa, kalibrointi muuttaa

konkreettisesti painokoneen tai tulostimen värinantoa. Profiloinnin onnistumisen kannalta se onkin yksi tärkeimmistä toimenpiteistä. Kalibroinnilla pyritään saattamaan näyttö tai painokone mahdollisimman vakaaseen ja optimaaliseen tilaan. [5, s. 114.]

Tulostimen kalibrointi tehdään vähän samaan tapaan kuin profilointi, mutta samasta asiasta ei ole kyse. Ensin painetaan värikenttiä, joiden arvot ovat tiedossa. Tämän jälkeen värikentät mitataan ja tuloksia verrataan ennalta tiedettyihin arvoihin. Mikäli arvoissa on eroja, voidaan esimerkiksi painovärin määrää lisätä tai vähentää niille rasteritiheyksille, joilla eroja on havaittu. Kun testikentät tulostetaan käyttäen näin tehtyä kalibrointia, eroja tiedettyjen ja mitattujen arvojen välillä ei pitäisi olla, jolloin tulostin on saatu optimaaliseen tilaan. [5, s. 115.]

Tulostimia kalibroitaessa täytyy ottaa huomioon paperin ominaisuudet, sillä ne vaikuttavat merkittävästi mitattujen testikenttien arvoihin. Tämän vuoksi jokaiselle paperille tehdään oma kalibrointi, jota käytettäessä tulostin muuttaa annettavaa värimäärää aina tapauskohtaisesti. Muita muuttujia, joille kalibrointi täytyy tehdä, ovat muun muassa käytettävä linjatiheys ja rasterityyppi. Omat kalibroinnit tarvitaan myös kaikkien edellä mainittujen muuttujien risteytyksissä.

2.7 Menetelmien vakiointi

Värihallitun prosessin luominen aloitetaan menetelmien vakiinnuttamisesta. Digitaalisessa painoprosessissa tämä tarkoittaa pääasiassa ohjelmistojen asetusten ja työnkulun vakioimista kuvankäsittelyohjelmassa, RIP:llä ja painokoneella. Asetukset ja työnkulku eri ohjelmiin tulee valita tavalla, jota varsinaisessa tuotannossa tullaan käyttämään. Asetuksiin ja työnkulkuun liittyviä virheitä voi syntyä muun muassa seuraavissa tilanteissa:

- lähetettäessä tiedosto RIP:lle
- käytettäessä väriä kuvaprofiileita
- näköistystavan valinnassa tai konvertoimalla väärässä vaiheessa
- muokattaessa värejä RIP:n asetuksilla

- annettaessa RIP:lle väärät tiedot lähde- ja kohdeprofiileista
- käytettäessä väärää tai liian vanhaa kalibrointia.

Väärät asetukset ovat inhimillisiä virheitä, jotka voidaan helposti välttää suunnittelulla ja huolellisuudella. Tässä opinnäytetyössä käytettävä digitaalinen painotekniikka asettaa kuitenkin omat haasteensa menetelmien vakioimiseksi. Muutamia huomionarvoisia seikkoja painotekniikan näkökulmasta ovat seuraavat:

- Kylmäkäynnistyksen jälkeen värinanto on erilainen kuin tuotannon keskivaiheilla.
- Vaihtelut värinannossa voivat olla suuria varsinkin vanhemmissa koneissa.

[1.]

Painokoneen aiheuttamia vaihteluita on mahdotonta poistaa, mutta kun asia tiedostetaan ja huomioidaan värihallitun prosessin luomisessa, voidaan digitaalisen painokoneen epävakauden aiheuttama haitta minimoida. Esimerkkinä painokoneen aiheuttamasta virheestä värinhallintaan voidaan mainita tilanne, jossa profiileja varten tulostetaan testikartta heti, kun kone on käynnistetty. Värinanto poikkeaa silloin hyvin paljon siitä, mitä se on koneen lämmitettyä kunnolla. Testikentän arvot kuvaavat tässä tapauksessa ainoastaan tuotannon alkupäätä, kuten myös testikarttojen avulla luotu profiili. Kun käytetään näin luotua profiilia, se toimii ainoastaan tuotannon alkuvaiheessa, jolloin suurissa painoksissa profiilista on enemmän haittaa kuin hyötyä.

3 Värighthallittu työñkukku

3.1 Työñkukku yleisesti

Työñkululla tarkoitetaan toimenpiteiden sarjaa, joka suoritetaan värien matkalla originaalista painatukseen. Värighthallitun työñkulun tehtävänä on säilyttää värit mahdollisimman muuttumattomina koko tulostusprosessin läpi ja mahdollistaa painotuotteen värien vedostaminen jo näytöllä. Hyvin suunnitellun ja tehdyn työñkulun lopputuloksena pitäisi syntyä standardimainen prosessi, jonka tulokset ovat ennalta arvattavia. Värighthallitun työñkulun kriittisimpiä vaiheita ovat kalibroinnit, näyttö-, kuva- ja tulostusprofiilien luonti, siirtymiset suositusväritilaan ja siitä pois sekä konversiot eri väritilojen välillä. [1, s. 36.]

Työñkukkuja voi olla hyvinkin erilaisia, ja ne on yleensä suunniteltu tapauskohtaisesti. Työñkulut voivat olla hyvin joustavia tai sellaisia, jotka vaativat lähes aina samanlaiset menetelmät. AGI:n väriopas erottelee erilaiset työñkulut kahdella perusteella:

1. *missä kohden työñkukku värikonvertointi tapahtuu*
2. *kuinka väritiedot siirretään.*

Värinkonvertoinnin ajankohdan päättäminen riippuu yleensä työn tyypistä, kun taas väritietojen siirto on pitkälti ohjelmiston ominaisuus. Värinkonvertointiajan mukaan eroteltaessa painoalalla on kaksi vakiintunutta työñkulun yleiskäsitettä, jotka ovat niin sanotut RGB- ja CMYK-työñkukku. Väritietojen siirtoon perustuva työñkulun jaottelu voidaan myös tehdä kahdella perusteella: kuvaan upotetun (embedded) profiilin käyttö ja ohjelmistoon tallennettu tieto siitä, mihin väritilaan RGB- ja CMYK-materiaalit konvertoidaan. [5, s. 293.]

3.2 RGB- ja CMYK-työnkulku

Painoprosessissa nimitykset RGB- ja CMYK-työnkulku ovat hieman harhaanjohtavia, sillä luonnollisesti myös RGB-väritilan kuvat käännetään CMYK-väritilaan ennen painamista. RGB-sanan käyttö työnkulun yhteydessä tarkoittaa käytännössä sitä, missä väritilassa kuva pääasissa liikkuu läpi prosessin. Parempi kuva työnkulkujen erosta saadaan, kun käytetään nimityksiä *aikainen muunto* (CMYK-työnkulku) ja *myöhäinen muunto* (RGB-työnkulku). [5, s. 293.]

Aikaisen muunnon työnkulussa kuva muunnetaan CMYK-väritilaan hyvin aikaisessa vaiheessa. Esimerkiksi kuvankäsittelyohjelmassa voidaan ottaa käyttöön painokoneen värintoistoa kuvaava profiili, jolloin välittömästi nähdään kuva senvärisenä, kuin se on mahdollista painaa. Tällöin vältetään värien häviämistä painettaessa ja säästetään hallitsemattomilta konvertoinneilta. Heikkouksiksi voidaan lukea muun muassa kasvavat tiedostokoot (neljä kanavaa), kuvankäsittelyongelmat CMYK-väritilassa ja joustamattomuus (kuva on optimoitu vain tietylle painokoneelle). [5, s. 293.]

Myöhäisen muunnon työnkulussa kuva pidetään RGB-väritilassa mahdollisimman pitkään. Yleensä muunto tehdään vasta painokoneen RIP:llä, jolle on kerrottava, missä RGB-väritilassa kuva on ja mihin se konvertoidaan. Myöhäisen muunnon suurimmat edut ovat sen joustavuus kuvankäsittelyvaiheessa ja painokonetta valittaessa sekä väri-informaation säilyvyys. Heikkouksina taas ovat työnkulun hankaloituminen ja se, ettei näytöllä ole mahdollista arvioida painettavia värejä. [5, s. 294.]

3.3 Työnkulun haasteet digitaalisessa painoprosessissa

Digipainoilla on yleensä paljon asiakkaita, ja siksi myös erilaisten vastaanotettujen dokumenttien määrä on suuri. Dokumentit voivat esimerkiksi tulla joko RGB- tai CMYK-muotoisina ja ne saattavat olla konvertoituna johonkin standardiprofiiliin tai olla ilman profiilia. Dokumentit voivat olla tallennettuna muotoon .pdf, .doc, .ppt, .psd, .ai, .jpeg, .tiff – melkein kaikkiin kuviteltavissa oleviin tiedostomuotoihin saattaa

törmätä. Huolellinen värinhallinta kaatuu todennäköisesti jo siinä vaiheessa, kun paino saa ”huonon” tiedostomuodon. Tällaisissa tapauksissa operaattoria luultavasti kiinnostaa värinhallintaa enemmän se, kuinka tulostaminen on ylipäättään toteutettavissa. Digipainon vahvuudesta, joustavuudesta, ei mielellään tingitä.

Työnkulku on haasteista huolimatta mahdollista vakioida ainakin osittain. Tilanteissa, joissa aineisto toimitetaan joko tunnetussa RGB-profiilissa tai vastaavasti tunnetussa CMYK-profiilissa, värinhallitun työnkulun pitäisi olla kohtalaisen helposti toteutettavissa. Se, millaista työnkulkumallia sovelletaan, riippuu paljolti siitä, missä muodossa suurin osa painoon saapuvasta aineistosta on. Myös erilaisia työnkulkuja voidaan kehittää ja muokata riippuen aina dokumenttien muodosta, joten vakiotyönkulun lukkoon lyöminen ei tarkoita joustavuuden menettämistä.

Ihanteellisessa työnkulun tapauksessa asiakkaalle on lähetetty digitaalisen painokoneen profiili, jota asiakas voi käyttää vedostukseen tai CMYK-väritilana tehdessään painoaineistoa. Tällöin välttyään ongelmilta, joita painokoneen rajallinen värintoistoalue aiheuttaa. Tällainen toiminta vaatii kuitenkin asiakkaalta painoalan tuntemusta ja osaamista, eikä se sovi oikeastaan muille kuin vakioasiakkaille. Kattavan työnkulun suunnittelu on siis todellinen haaste digipainoille. Helpotusta alalle tuo kuitenkin se, etteivät asiakkaiden laatuvaatimukset ole yleensä suuria. Kokemattomille digipainon asiakkaille tärkeämpää on luultavasti konkreettinen tuote ja sen soveltuvuus käyttötarkoitukseen kuin äärimmäisen tarkka värintoisto. Painoalaan perehtyneet asiakkaat taas ovat luultavasti tietoisia digipainon rajoituksista eivätkä välttämättä odotakaan ihmeitä.

4 Profiloitava tuotantotulostin ja profilointilaitteisto

4.1 Xerox DocuColor 5000 -tulostin ja Creo Spire CXP50 -väripalvelin

Xerox DocuColor 5000 on tuotantotulostin, joka julkaistiin kesällä 2006 [kuva 5]. Se on tarkoitettu keskisuurien painosten tulostamiseen, jotka vaativat tulostimelta kehittyneitä ominaisuuksia. Suositeltaviksi tuotantomääräksi on ilmoitettu 30 000 – 150 000 sivua kuukaudessa. DocuColor 5000 perustuu elektrofotografiseen (laser) painotekniikkaan, jonka tulostustarkkuus on 2 400 x 2 400 dpi. Julkaisuhetkellä laitteen hinnaksi oli asetettu 144 000 dollaria. Vuoteen 2010 mennessä DC5000 on poistunut Xeroxin omasta myynnistä. [9; 10.]



Kuva 5. Xerox DocuColor 5000 -tuotantotulostin [11].

Värihallinnan kannalta DC5000 on yllättävästi kaikkein vähäpätöisin laite koko värihallitussa prosessissa, sillä se ei sisällä mitään värihallinta-asetuksia. Tämä ei kuitenkaan tarkoita sitä, etteikö se olisi merkittävässä osassa oikeellisten värien saavuttamisessa, vaan sitä, ettei tulostimelle itselleen voida tehdä mitään toimenpiteitä, jotka vaikuttaisivat esimerkiksi värinatoon. Tulostin oikeastaan asettaa ainoastaan konkreettiset rajoitukset värinostoalalle, eli sille, miten kylläistä väriä voidaan parhaimmillaan tuottaa.

Spire CXP50 on väripalvelin (RIP), joka suunniteltu DC5000-tulostinta varten. Se on tarkoitettu muun muassa töiden hallintaan ja varastointiin, asemointiin, DC5000:n

kalibrointiin, profiilien hallintaan, värikorjailuun, työjonojen muodostukseen ynnä muuhun sellaiseen. Kuvainnollisesti voidaan sanoa, että DC5000 on ruumis, joka suorittaa kaiken fyysisen työn. Spire CXP50 taas on aivot, joka hallitsee (lähes) kaikkia ”ruumiin” tekemiä toimenpiteitä. Värihallinnan kannalta tämä tarkoittaa, että kaikki tulostimen värihallinta-asetukset säädetään tästä yksiköstä. [12.]

4.2 X Rite Eye-One iO -mittalaite

Eye-One iO on tulostettujen testikarttojen automaattiseen mittaamiseen tarkoitettu laite, jossa on robottivarsi. Sen tarkoituksena on huomattavasti helpottaa ja nopeuttaa suurien testikenttien mittaamista (tässä työssä käytetty testikartta sisältää 928 väriä, joiden mittaaminen yksitellen olisi suhteellisen työlästä). Onnistunutta profilointia edesauttaa lisäksi se, että Eye-One vakiinnuttaa mittaustapahtuman siten, ettei inhimillisiä erehdyksiä pääse syntymään. [13.]

Eye-One koostuu kolmesta osasta: pöytä, joka voidaan varata sähköisesti pitämään paperille painettu testikenttä paikallaan, spektrofotometri, joka mittaa testikentät, ja robottivarsi, joka liikuttaa spektrofotometriä testikenttää pitkin [kuva 7]. Eye-Onen käyttö vaatii testikartalta iO-merkinnän, joka tarkoittaa käytännössä mustien tai valkoisten viivojen olemassaoloa testikartalla. Viivat mahdollistavat sen, että laite tietää, koska siirrytään väristä toiseen, ja osaa mitata värin oikealla hetkellä.



Kuva 7. X Rite Eye-One iO -mittalaite [14].

4.3 Profilemaker 5.0 -ohjelmisto

Mittalaitteen (tässä tapauksessa Eye-Onen) lähettämä data tulkitaan Profilemaker-ohjelmistolla. Ohjelmisto koostuu neljästä itsenäisestä ohjelmasta: ColorPicker, MeasureTool, ProfileMaker ja ProfileEditor. Profiilien luomisen kannalta tärkeimmät ovat kolme viimeisintä.

MeasureTool on tarkoitettu mittalaitteiden ja tulosten hallintaan. Sille kerrotaan, mitä aiotaan mitata, kerrotaan millä mitataan, ja Eye-Onen tapauksessa kerrotaan, missä testiarkkien kulmat sijaitsevat. MeasureTool-ohjelma saa mittalaitteelta datan, joka voidaan tallentaa sellaisenaan tai käsitellä. MeasureToolilla dataa voidaan käsitellä muun muassa siten, että useammasta samanlaisesta testiarkista lasketaan keskiarvo, josta myöhemmin lasketaan profiili.

ProfileMaker muodostaa varsinaisen profiilin siitä datasta, jonka MeasureTool on tallentanut. ProfileMaker-ohjelmalle kerrotaan, mitä testikarttaa tulostuksessa käytettiin, ja annetaan mittadata, josta Profilemaker osaa laskea profiilit. Jos ollaan tuottamassa esimerkiksi tulostusprofiilia, tässä vaiheessa syntyy siis profiili, joka oletettavasti kuvaa painokoneen värintoistoalaa. ProfileMaker-ohjelmalla on myös mahdollista analysoida tehtyjä profiileja.

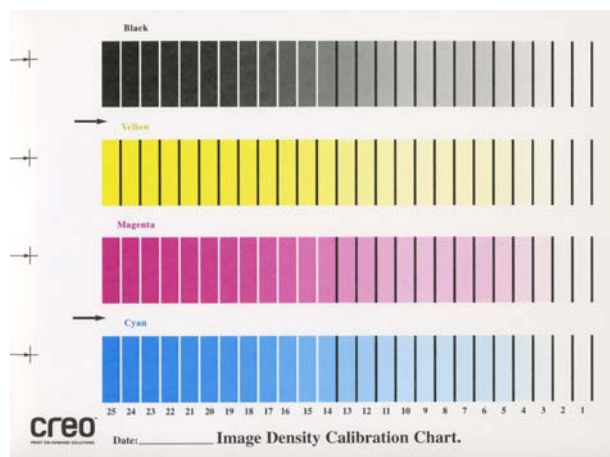
ProfileEditor on tarkoitettu profiileiden muokkaamiseen. Sillä voidaan muokata tehtyä profiilia esimerkiksi siten, että kontrasti lisääntyy automaattisesti kuvaan. Säätöjä voidaan tehdä muun muassa harmaatasapainolle, yleisesti kaikille väreille sekä valkoisen- ja mustanpisteen sijainnille. Lisäksi ProfileEditor mahdollistaa eri profiilien gamuttien vertailun 2D- tai 3D-muodossa. Kaksi eri profiilia voidaan laittaa vierekkäin CIELab-väriavaruuteen ja tarkastella, mitkä värit jäävät esimerkiksi tulosteesta pois vertailtaessa tulostus- ja näyttöprofiilia.

5 DC5000-tuotantotulostimen värinhallinta

5.1 DC5000:n kalibrointi

Ilman kunnollista kalibrointia ja tulostimen saattamista vakaaseen tilaan profilointi on yhtä tyhjän kanssa. Lisäksi tulee muistaa, että kalibroinnissa vaikutetaan konkreettisesti tulostimen värinanton, toisin kuin profiloinnissa tapahtuu. DC5000-tuotantotulostimen kalibrointi tehdään Spiren RIP:ssä kolmivaiheisena prosessina.

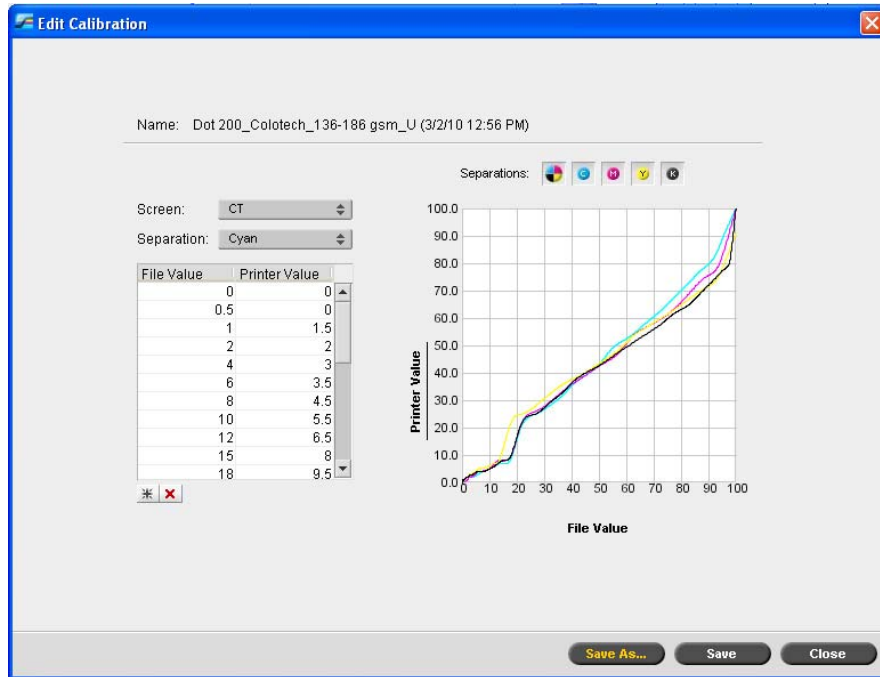
Ensimmäisessä vaiheessa valitaan käytettävä rasterityyppi (screening method), kerrotaan käytettävän paperin paksuus ja päällystys sekä montako testiarkkia tulostetaan (1–25). Testiarkkien määrän valinta on hyvin rajallinen, joten kunnan kalibrointia tehtäessä testiarkit tulostetaan vasta silloin, kun DC5000:lla on ajettu esimerkiksi parisataa neliväriyötä. Tällöin voidaan varmistua siitä, että koneen kylmäkäynnistysvirhettä ei ainakaan teoriassa pitäisi olla. Tulostettu testikartta sisältää 25 eri rasteriprosenttia käyttävää kenttää jokaiselle osavärille [kuva 8].



Kuva 8. DC5000-tuotantotulostimen testikartta kalibrointiin.

Toisessa vaiheessa koneen tulostama testikartta mitataan densitometrillä, joka lähettää automaattisesti arvot RIP:lle. RIP muodostaa kalibrointikäyrät jokaiselle osavärille, joita voidaan tarkastella ja muokata halutulla tavalla (muokkaaminen ei kuitenkaan ole

suositeltavaa muissa kuin erityistapauksissa). Kuten kuvasta 9 nähdään, jokainen väri muuttuu paikoitellen hyvin paljon.



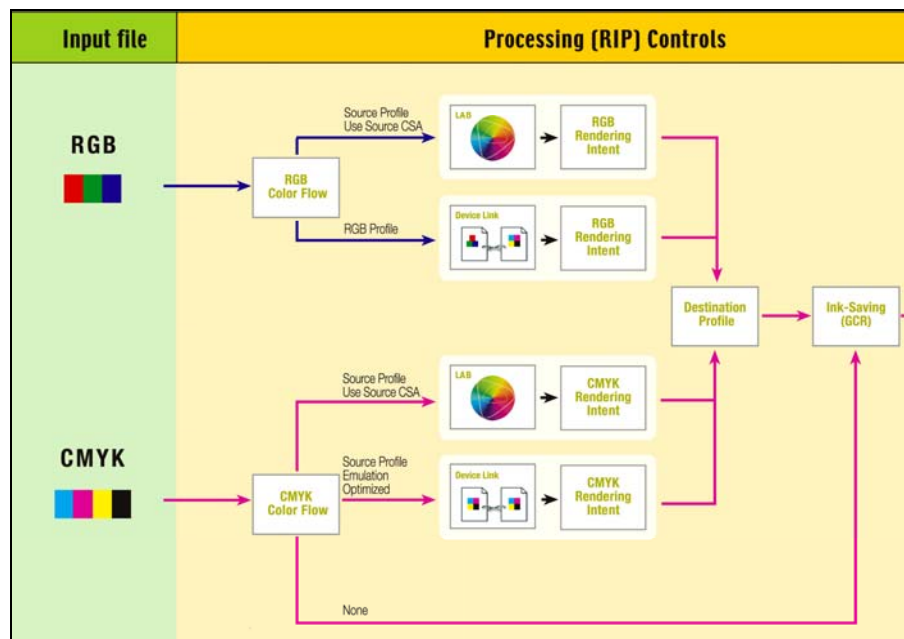
Kuva 9. Värikohtaiset kalibrointikäyrät kaikille osaväreille (oik.) ja syaanin arvojen muutokset taulukossa (vas.).

V viimeisenä vaiheena kalibrointi nimetään käytetyn paperin, paksuuden ja päällystyksen mukaan. Kalibrointi otetaan käyttöön tulostusvaiheessa RIP:ltä, jolloin luonnollisesti RIP:n asetusten tulee olla samat kuin kalibroinnissa ilmoitetut (paksuus, rasterityyppi, linjatiheys).

5.2 RIP:n väriasetukset

Spire CXP50 -väripalvelimen tapa käsitellä värejä selviää parhaiten kaaviokuvasta, joka on pdf-tiedostona RIP:llä (ks. liite 1). Kaaviossa on havainnollistettu CMYK-, RGB- ja spottiväreille tehtävät toimenpiteet matkalla RIP:n läpi. Tässä insinööriyössä ei käsitellä spottivärejä, joten kaaviota on hieman yksinkertaistettu jättämällä spottivärien kulku kokonaan pois. Kaavio on myös jaettu selkeyden vuoksi kahteen osaan, joista ensimmäinen havainnollistaa RIP:ssä tapahtuvia toimenpiteitä ja toinen RIP:n jälkeisiä toimintoja.

Oletusarvoisesti RIP:lle lähetettävä kuva tai tiedosto on RGB- tai CMYK-väritilassa. Tiedosto voi myös sisältää molemmissa väritiloissa olevia kuvia, mutta se ei vaikuta RIP:n toimintaan. Työnkulun kannalta RGB-kuvan lähettäminen RIP:lle viittaa myöhäisen muunnos työnkulkuun ja CMYK-kuvan lähettäminen taas aikaisen muunnos periaatteeseen (tämä selventää hieman aikaisemmin mainittua CMYK/RGB-työnkulun käsitettä). RIP:llä voidaan valita kaksi eri reittiä RGB-kuvalle ja kolme CMYK-kuvalle [kuva 10].

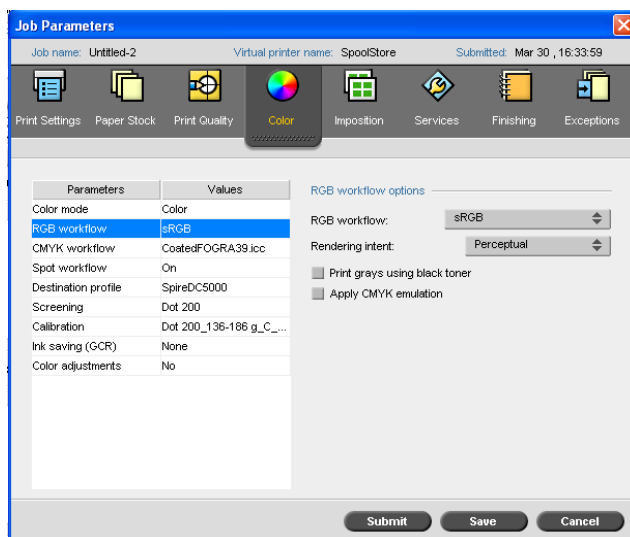


Kuva 10. Sinisellä merkityt nuolet kuvaavat värien liikkumista RGB:nä ja magentat CMYK:nä.

RIP:n RGB-työnkulku

Use Source CSA (Color Space Array) -reitti on jääne muinaisesta PostScript-värinhallinnasta, joten sen käyttämistä ei nykyaikaisessa värinhallinnassa tarvita [15]. Ainoaksi vaihtoehdoksi RGB-työnkulkuun jää siis profiilin käyttö ja CMYK-työnkulkuun joko profiilin käyttö tai suora tulostus. Suora tulostus RGB-kuvalla ei ole mahdollista, koska jossain vaiheessa kuva on muunnettava CMYK-väritilaan. Profiilien käyttö ainoana mahdollisuutena saattaa kuulostaa siltä, että profiileista pitäisi tietää tulostettaessa jotakin, mutta näin asia ei ole. RGB-lähdeprofiiliksi tarjotaan valmiiksi sRGB-profiilia (tai jotakin muuta) riippumatta siitä, onko kuva oikeasti sRGB-muodossa vai ei. Vaihtoehtona ei siis ole jättää kertomatta lähdeprofiilia, vaan Spire olettaa automaattisesti kuvalla olevan profiili.

Muunnos CMYK:iin tehdään linkkiprofiilin kautta. Tällöin kuva muunnetaan ensin linkkiprofiilin määrittämään CMYK:iin ja vasta sen jälkeen siihen CMYK-profiiliin, joka itse voidaan valita. Koko opinnäytetyön aikana ei selvinnyt, miksi näin tapahtuu ja millaisia muutoksia linkkiprofiili kuvaan tekee. Ainoana vaihtoehtona tätä reittiä on kuitenkin mentävä, vaikka pieni epäselvyys asiasta jäi. Muunnoksessa valitaan myös käytettävä näköistystapa, jolla värit muunnetaan kohdeprofiiliin [kuva 11].

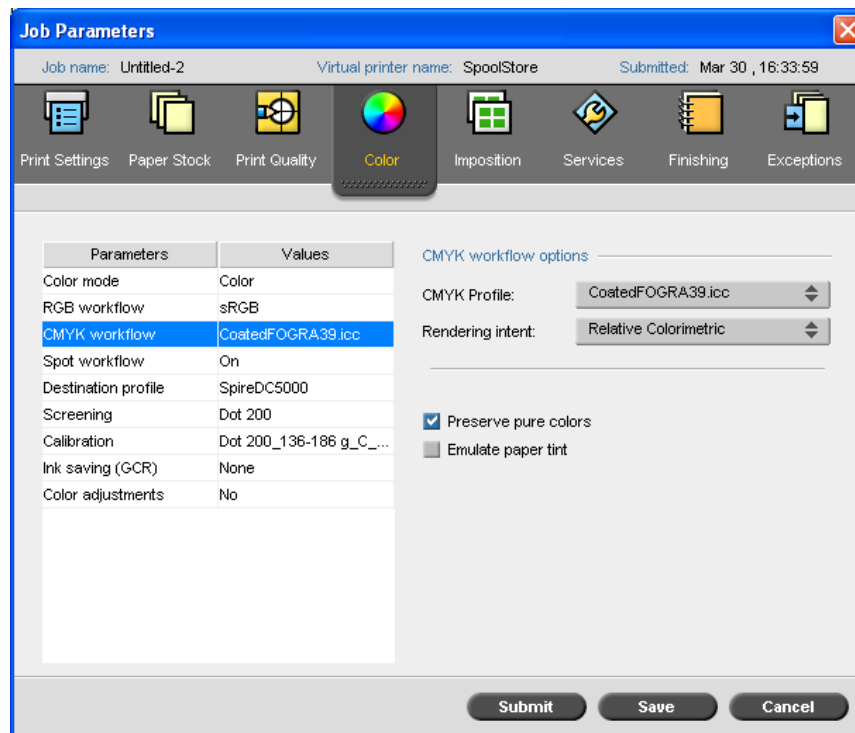


Kuva 11. RGB-työnkulun asetuksissa oletusprofiilina on sRGB ja näköistystapana havainnollinen (perceptual).

RIP:n CMYK-työnkulku

Myöskään CMYK-kuvilla Use Source CSA (Color Space Array) -reittiä ei voida sen vanhanaikaisuuden takia käyttää. Jäljelle jäävät vaihtoehdot ovat profiilien käyttö (source profile emulation optimized) ja suora tulostus (none).

CMYK-työnkulun asetukset eivät juuri poikkea RGB-työnkulun asetuksista. RIP:lle kerrotaan, missä väriavaruudessa kuva on ja millaista näköistystapaa käyttämällä kuva halutaan siirtää painokoneen profiiliin [kuva 12].



Kuva 12. Lähdeprofiilina CoatedFogra39.icc ja näköistystapana suhteellinen kolorimetrinen tapa.

Samasta pudostusvalikosta, josta valitaan lähdeprofiili, löytyy vaihtoehto *direct*. Tämä valinta avaa toisen mahdollisen reitin, joka on suora tulostus. Tällöin kuvaa ei konvertoida mihinkään kohdeprofiiliin, vaan värinhallinnan oletetaan jo tapahtuneen. Suoraa tulostusta voidaan käyttää esimerkiksi siten, että kuva käännetään Photoshopissa painokoneelle tehtyyn profiiliin, minkä jälkeen se tulostetaan suoraan ilman turhaa

konversiota. Teoriassa tuloksen pitäisi olla sama suoritettiinpa muutos Photoshopissa tai RIP:llä.

Kohdeprofiilin valinta ja aliväriinpoisto

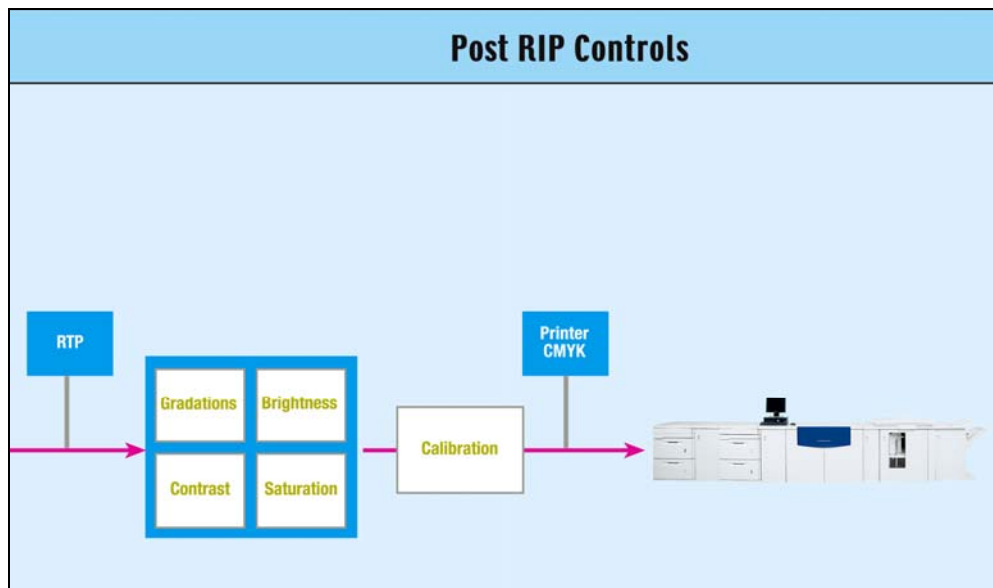
Sekä RGB- että CMYK-työnkululle valitaan yhteinen kohdeprofiili. Kohdeprofiili on painokoneen tapauksessa juuri se, joka kuvaa painokoneen värintoistokykyä, eikä niitä tästä syystä voi olla useampia. Kohdeprofiili valitaan samaan tapaan pudotusvalikosta kuin lähdeprofiilitkin. Jos omia profileja ei ole tehty tai tallennettu, voidaan valita joko SpireDC5000 tai Linked.

SpireDC5000 on oletuskohdeprofiili, joka herättää ainakin yhden kysymyksen tarkkaa värinhallintaa ajatellen: Mille paperille SpireDC5000 on tarkoitettu? SpireDC5000-profiilin alkuperää on mahdotonta selvittää, mutta luultavimmin se on jonkinlainen keskiarvoprofiili Xeroxin käytetyimmistä papereista. Karkeasti ilmaisten profiili on sellainen, joka toimii jotenkin jokaisella paperilla. Mikäli arvaus keskiarvoprofiilista osuu oikeaan, oman (yhdele paperilaadulle tehdyn) profiilin pitäisi toimia tätä paremmin. Linked-valinnalla profiilin käyttöönotto voidaan automatisoida. Tämä tehdään siten, että profiilin ja paperin välille muodostetaan linkki, jolloin paperin valinta ottaa automaattisesti käyttöön paperille määritellyn profiilin.

RIP:n toimenpiteistä viimeinen on aliväriinpoistomenetelmän valinta. RIP käyttää vain GCR-menetelmää (Grey Component Replacement), josta valittavaksi jää aliväriinpoiston voimakkuus. Valittavina vaihtoehtoina ovat none (ei aliväriinpoistoa), medium ja high. Opinnäytetyötä tehtäessä aliväriinpoisto oli aina ”none”-asetuksella, sillä sitä ei koskaan käytetä varsinaisessa tuotannossa.

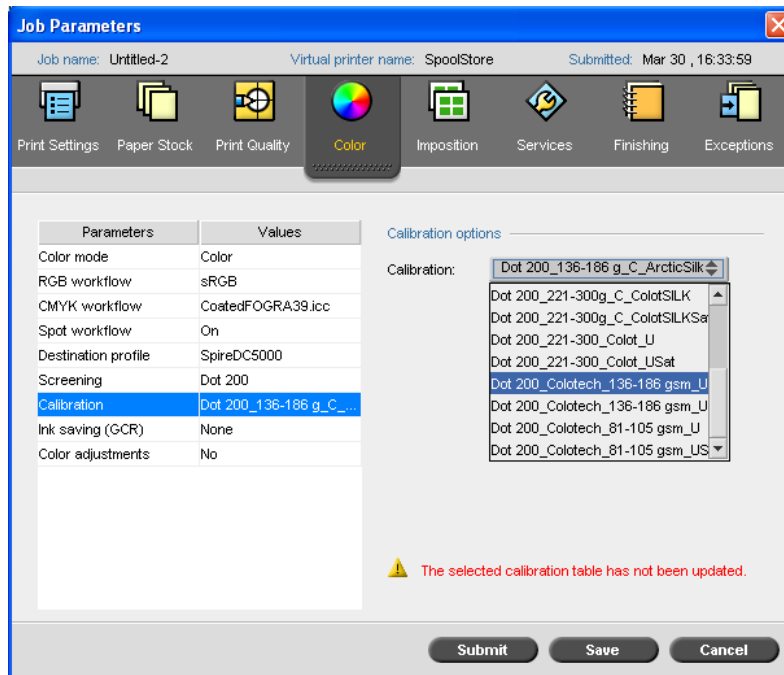
5.3 RIP:n jälkeiset toimenpiteet

RIP:n jälkeisiksi toimenpiteiksi nimettyjä (hallinta tapahtuu RIP:ltä) toimenpiteitä on kaksi: väreille tehtävät säädöt eli color adjustments (gradations, brightness, contrast, saturation) ja kalibrointi [kuva 13]. Värien säätäminen RIP:ltä ei kuulu värihallittuun työnkulkuun, vaan se on tarkoitettu poikkeuksellisiin tapauksiin. Esimerkiksi kontrastia voidaan nopeasti säätää tämän valinnan kautta, mutta lopputulosta voidaan arvioida vasta varsinaisesta tulosteesta.



Kuva 13. Väreille tehtävät RIP:n jälkeiset toimenpiteet.

Tärkeimpänä RIP:n jälkeisenä toimenpiteenä on kalibroinnin käyttöönotto. Kuten kuvasta 13 nähdään, kalibrointiasetukset tulevat voimaan vasta juuri ennen painokonetta. Kalibrointi otetaan käyttöön RIP:ltä samalta välilehdeltä, jossa kaikki aikaisemmat värinasetukset tehtiin. Kuvassa 14 nähdään useita eri kalibrointeja, joiden joukosta oikea pitää valita. Näkyvät kalibroinnit eivät ole kovin johdonmukaisesti nimettyjä, mutta kaikista niistä löytyy rasterointitapa (Dot200), paperin paksuus ja päällystys (C/U). Lisäksi paperin merkki on nimetty (Colotech). Harmillisesti paperimerkin sijoittaminen ei ole onnistunut kalibroijalta johdonmukaisesti, vaan se on onnistuttu ujuttamaan melkein jokaiseen mahdolliseen väliin.



Kuva 14. Kalibrointitiedoston valinta väriasetuksissa.

6 DC5000-tuotantotulostimen profilointi ja profiilien analysointi

6.1 Profiloinnin toteutus

Paperien valinnat

Metropolian digipainon paperivarastosta kartoitettiin määrältään suurimmat ja käytetyimmät paperit. Lisäksi henkilöstön kanssa keskusteltiin siitä, millaisia suunnitelmia tulevaisuudelle on eli mitä paperilaatuja mahdollisesti tullaan hankkimaan. Kartoituksessa päädyttiin siihen, että profilointi suoritetaan neljälle, tuotannon kannalta kriittisimmälle, paperilaadulle. Valitut paperit näkyvät taulukossa 2.

Taulukko 2. Profilointiin valitut paperilaadut.

Nimi	Päällystys	Neliömassa, g/m ²	Kalibrointi, g/m ²
Arctic Silk	päällystetty	100, 170	170
Colotech+	päällystämätön	100, 160, 200, 240, 300	160
Munken Polar	päällystämätön	100, 240	100
Amber	päällystämätön	90	90

Jokaisesta paperilaadusta valittiin yksi neliömassa, jolle suoritettiin kalibrointi. Teoriassa jokaiselle neliömassalle pitäisi tehdä oma kalibrointi, mutta käytännössä paperin ominaisuuksien muutos paksuuden kasvaessa on hyvin pientä. Ainoaksi ongelmaksi voidaan laskea opasiteetin väheneminen ohuemmillä paperilaaduilla. Riittävän suuren neliömassa valinnalla varmistettiin, ettei opasiteetti aiheuta ongelmia. Menetelmällä saatiin pienennettyä ja selkeytettyä kalibrointilistaa, koska turhista kalibrointitiedoista päästiin eroon.

Testikartan valinta, avaaminen ja lähettäminen RIP:lle

Profilointiin käytettäväksi testikartaksi valittiin IT8.7-3 CMYK i1_iO, joka sisältää 928 testikenttää ja Eye-Onen vaatiman iO merkinnän, joka tarkoittaa mustien ja valkoisten viivojen sisällymistä testikenttien väliin (ks. liite 2). Valitun testikentän katsottiin

olevan riittävän kattava hyvän profiilin tuottamiseen. Testikartan vaihtoehtona oli IT8.7-4 CMYK i1_iO (kaksisivuinen, 1 617 testikenttää). Ploumidis Dimitrioksen tekemän tutkimuksen mukaan [16] testikenttien määrän kaksinkertaistaminen ei paranna syntyvää profiilia, joten vaivan säästämiseksi päädyttiin pienempään testikenttien määrään.

Testikuvio lähetettiin RIP:lle Photoshopista siten, ettei kuvaan sisällytetty profiilia eikä Photoshopin annettu muokata värejä avatessa tiedostoa tai lähetettäessä sitä RIP:lle (print-valikossa). Tätä tapaa suositeltiin Bruce Fraserin Värinhallinta-kirjassa [5, s. 181], josta muutamia poimintoja:

”Profilontitestikuviot ovat mahdollisesti ainoa tapaus, jolloin meitä ei kiinnosta lainkaan värien ilmiasu – kaikki millä on väliä ovat luvut testitiedostossa. Sen tähden on ehdottoman olennaista, ettei testikuviotiedostojen lukuja muuteta millään tavalla.”

”Meillä on tapana olla koskaan, milloinkaan määrittämättä tai sisällyttämättä profiilia profiloititestikuvioon, koska ne ovat yksinkertaisesti käyttökelvottomia ja toiseksi, koska jokin automaattinen muunnos käynnistyy aivan liian helposti, kun mukana on lähdeprofiili.”

”Me tulostamme lähes aina kaikki testikuviot Photoshopista, koska Photoshopissa on hyvin täsmällisesti ilmaistut värinhallintasäätimet läpi koko prosessin.”

Liitteessä 3 esitetään käytetyt tulostusasetukset. Kuten kuvan oikeasta reunasta nähdään, profiilina on Untagged CMYK, mikä tarkoittaa, ettei mitään tunnettua profiilia ole käytössä. Color Handling -kohtaan on valittu No Color Management, joka poistaa kaikki mahdolliset muut valinnat. Samalla tämä tarkoittaa, että Photoshop lähettää raan CMYK-datan valitulle tulostimelle, mikä on juuri haluttu toimenpide.

RIP:n tulostusasetukset

Ennen konkreettista tulostusta väriasetukset asetetaan kohdalleen myös RIP:ltä, ettei se muokkaa kuvaa tai liitä siihen profiilia. Kun kuva on lähetetty muuttumattomana RIP:lle, asetetaan RIP:n väriasetukset taulukossa 3 esitettyyn muotoon, jolloin testikartta saadaan niin ikään muuttumattomana tulosteeseen.

Taulukko 3. RIP:n color-valikon asetukset.

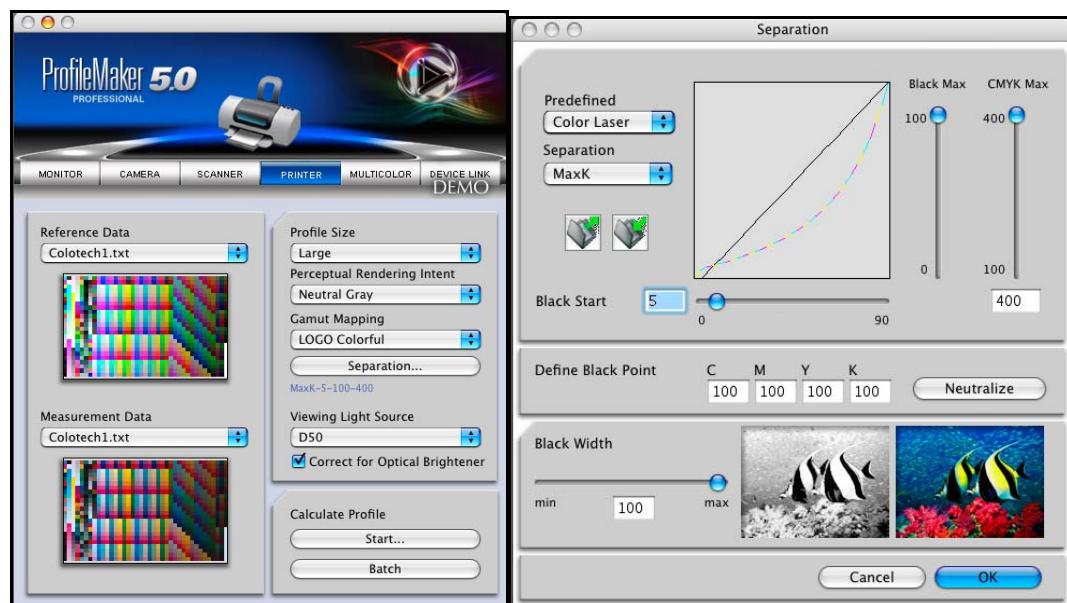
Parametri	Arvo	Huomioita
Color Mode	Color	Värikuvan tulostus valittuna.
RGB workflow	SpireRGB_2.1	Arvo voi olla mikä tahansa, sillä kuva on CMYK:inä, eikä RGB-työnkulkua käytetä.
CMYK workflow	Direct	Ohittaa profiilien käytön.
Spot workflow	Off	Kuva ei sisällä spottivärejä, mutta varmuudeksi pois päältä.
Destination profile	SpireDC5000	Valinnalla ei väliä directin takia.
Screening	Dot 200	Digipainon vakio rasterointitapa ja samalla ainoa, jolle profilointi tehdään.
Calibration	Dot 200_ArcticSilk_136- 170 gsm_C	Tässä tapauksessa ArcticSilkille tehty kalibrointitiedosto.
Ink saving (GCR)	None	-
Color adjustments	No	-

Mitattavia testikarttoja tulostettaessa konetta lämmitettiin painamalla tuotantotöitä noin 300–500 kappaletta. Itse testikarttoja tulostettiin 25 kappaletta samalle paperille, millä myös pyrittiin minimoimaan käynnistysvirhettä. Mitattavaksi valittiin viisi testiarkkia tulostussarjan loppupäästä.

Testikenttien mittaaminen ja profiilien luonti

Testiarkkien mittaaminen MeasureToolilla on hyvin yksinkertainen prosessi, jota käsiteltiin jo opinnäytetyön luvussa 4.2. Käytännössä valitaan vain mittalaite, kerrotaan käytetty testikartta ja ilmoitetaan testiarkin kulmien sijainti mittapöydällä. Eye-One mittaa automaattisesti kaikki testiarkit, ja mittadata tallentuu automaattisesti tekstitiedostoon. Tekstitiedostoista voidaan laskea keskiarvo, jolloin useasta mitatusta testiarkista saadaan yksi keskiarvoa kuvaava tekstitiedosto.

Profiileja luotaessa ProfileMaker-ohjelmalle kerrotaan käytetty testikartta ja MeasureToolin luoman tekstitiedoston sijainti. Lisäksi syötetään muutamia arvoja, jotka ohjaavat profiilin luomista. Kuvassa 15 nähdään profiilia tehtäessä käytetyt asetukset ja *separation*-alavalikon asetukset.



Kuva 15. ProfileMakerin asetukset tulostusprofiilia tehtäessä.

Näillä tiedoilla ProfileMaker tuottaa tulostusprofiilin, joka voidaan siirtää painokoneen RIP:lle ja/tai käyttää kohdeprofiilina. Vastaavasti se voidaan siirtää tietokoneelle ja

vedostaa tulostusjälkeä näytöllä. Opinnäytetyössä jokaiselle paperille tehtiin oma profiili, ja ne nimettiin yksinkertaisesti paperin mukaan. Syntyneet profiilit olivat Amber.icc, Colotech.iss, MunkenPolar.icc ja ArcticSilk.icc. Joukon ainoa päällystetylle paperille tehty profiili on ArcticSilk.icc, mikä huomioitiin profiileja analysoitaessa.

6.2 Profiilien analysointi

Kun verrattiin omatekoisia profiileja, huomattiin, että SpireDC5000-profiilista on olemassa kaksi versiota: SpireDC5000_C (päälystetty) ja SpireDC5000_U (päälystämätön). Molemmat eivät jostakin syystä näy kohdassa, jossa kohdeprofiili valitaan, vaan valittavana on ainoastaan SpireDC5000 ilman lisämäärytyksiä. Ilmeisesti kyse on jonkinlaisesta automatisoinnista, jolloin RIP valitsee oikean profiilin paperivalikon parametrien arvon mukaan (päälystetty/päälystämätön). Omatekoisia profiileja tehtiin kolmelle päälystämättömälle paperille, jota verrattiin SpireDC5000_U-profiiliin. ActricSilk-profiilia, joka oli joukon ainoa päälystetylle paperille tehty profiili, verrattiin SpireDC5000_C-profiiliin. Kaikissa konversioissa käytettiin absoluuttista kolorimetristä näköistystapaa.

Analysointimenetelmiksi valittiin värintoistoalan vertailu, Grangerin sateenkaari-tulosteet, kuvatulosteiden visuaalinen tarkastelu ja ΔE -lukujen vertailu. Tarkoituksena oli siis selvittää, paraneeko tulostusjälki neljälle eri paperilaadulle käytettäessä omia profiileja verrattuna SpireDC5000:een.

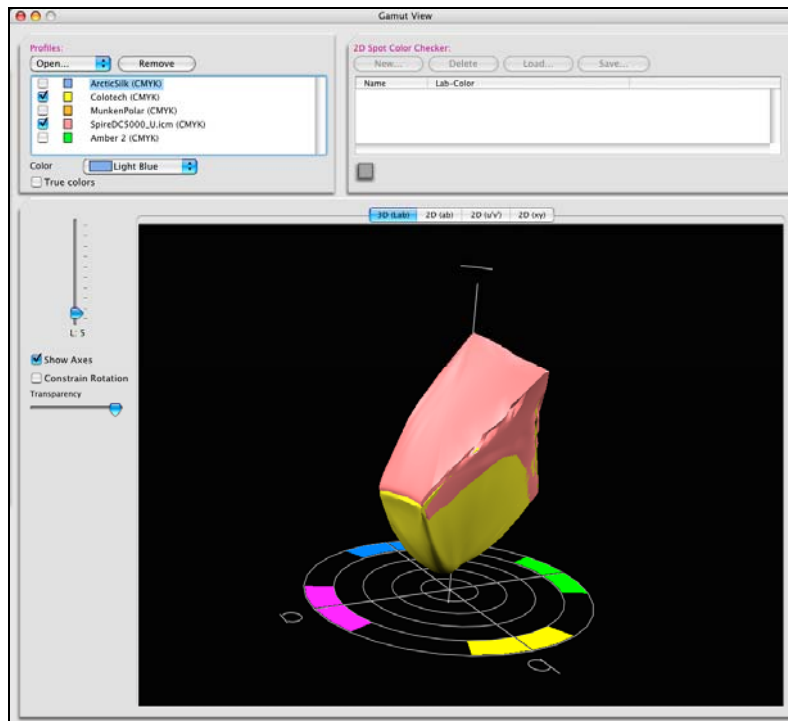
Värintoistoala

Värintoistoalat laskettiin ProfileEditor-ohjelmalla, jolla ne voidaan visuaalisesti piirtää joko kaksi- tai kolmiulotteisesti. Värintoistoaloja vertailtiin ainoastaan CIELab-väriavaruudessa.

Värintoistoalan laajuus ei suoraan kerro profiilin paremmuudesta, sillä profiilin värintoistoala voidaan tehdä painokonetta suuremmaksi esimerkiksi muokkaamalla profiilia. Tällöin profiili antaa painokoneen tulostuskyvystä vääristyneen kuvan näyttämällä myös ne värit, joita ei voida toistaa. Liian pienen värintoistoalan ongelmana taas on, että värit, jotka ovat painokoneen värintoistoalan sisällä, eivät tulostu.

Kaikkien paperilaatujen värintoistoalat ja niiden vertailu SpireDC5000:een kolmiulotteisessa muodossa esitetään liitteessä 4. Jokaisen omatekoisen profiilin

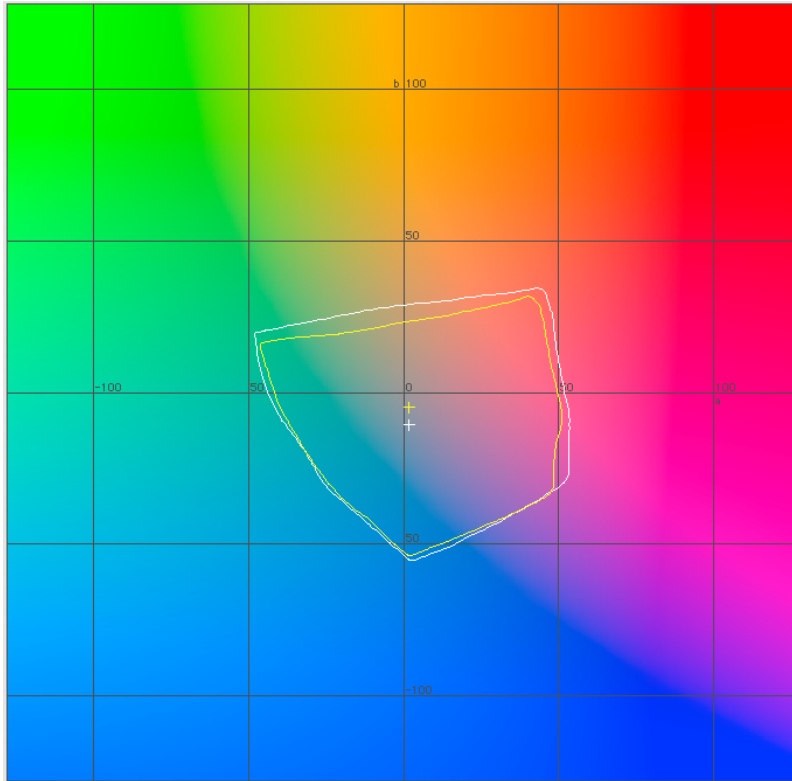
gamutit muistuttavat hyvin paljon toisiaan, joten paperi vaikuttaa hyvin vähän lopulliseen väriin. Gamutien muodot ovat myös hyvin paljon SpireDC5000:n kaltaisia, mutta pieniä eroja on havaittavissa. Tätä havainnollistaa parhaiten Colotech-paperille tehty profiili [kuva 16].



Kuva 16. Värintoistoalojen suuruudet verrattaessa Colotechia (keltaisella) ja SpireDC5000:ta (vaaleanpunaisella).

Jokaisessa profiilissa toistuu sama kaava. Tummassa päässä oma profiili antaa hieman suuremman värialan, mutta mentäessä kohti vaaleampia värejä, SpireDC5000:n värinanto ylittää omatekoiset profiilit. Erot ovat kuitenkin todella pieniä molemmissa päissä, joten värintoistoalan perusteella on vaikeaa tehdä pitkälle vietyjä johtopäätöksiä. Gamutien perusteella voidaan kuitenkin tehdä johtopäätöksiä profiloinnin onnistumisesta sekä opinnäytetyössä että Xeroxilla (mikäli molemmat eivät ole tehneet samalla tavalla väärin).

Tarkasteltaessa värintoistoalaa kaksiulotteisesti omien profiileiden muoto on hieman SpireDC5000:tta parempi. Oma profiili on läpi kaikkien L:n arvojen pyöreämpi. Parhaiten tämä nähdään Colotech-profiililla L:n arvolla 30 [kuva 17].



Kuva 17. Värintoistoalat kaksiuotteisesti: Colotech (valkoinen), SpireDC500 (keltainen).

Gamutin pyöreys vaikuttaa siihen, ettei kuvaan tule suuria ”portaita” siirryttäessä väristä toiseen [17]. Omatekoinen profiili on siis hieman parempi muodoltaan, mutta värintoistoalan suuruuden tapaan erot ovat hyvin pieniä.

Grangerin sateenkaari

Grangerin sateenkaari on Ed Grangerin kehittämä testikuvio, joka muodostetaan hyvin helposti Photoshopissa. Grangerin sateenkaari koostuu yhdestä poikkisuuntaisesta sateenkaariliukuväristä, jonka päälle on pystysuuntaan tehty liukuväri valkoisesta mustaan. Testikuva sisältää todella paljon värejä ja siirtymiä, joita tulostuslaitteella on mahdotonta toistaa. Tulosteesta nähdään hyvin nopeasti profiilin tai tulostuslaitteen ongelmakohdat puuttuvina väreinä tai portaittain siirtyminä väreistä toisiin. [5, s. 234.]

Tutkittaessa Grangerin sateenkaarta jokaiselle paperille tulostettiin testikuvio sekä omatekoisella että SpireDC5000-profiililla ja vertailtiin, onko siirtymissä havaittavissa portaita tai puuttuvia värejä. Tulostettaessa käytettiin RGB-työnkulkua, jossa tiedosto muunnettiin CMYK:ksi vasta RIP:llä. Tulosten esittäminen Grangerin sateenkaaren osalta on hyvin haastavaa, sillä opinnäytetyö lopullisessa muodossaan on tuloste. Grangeria ei alkuperäisessä muodossa voida esittää tulosteessa, vaan se on nähtävä näytöltä RGB-muodossa (osoitteesta <http://correctcolor.org/cccommentary/?p=25> voi käydä lataamassa todella suuren Grangerin sateenkaaren).

Portaita ja puuttuvia värejä löytyi luonnollisesti kaikilla papereilla ja profiileilla, mutta omissa profiileissa portaita oli paikoitellen vähemmän (ks. liite 5). Kaikille päällystämättömille papereille tulostetut testikuviot olivat SpireDC5000:ta parempia. Ainoastaan ArcticSilk-profiili tuotti hieman enemmän portaita kuin SpireDC5000 (huom. käytössä oli mahdollisesti SpireDC5000_C). Ero tämän profiilin tapauksessa oli kuitenkin pienempi kuin havaittu ero päällystämättömillä papereilla.

Visuaalinen arviointi testikuvalla

Visuaalisen arvioinnin testikuvaksi valittiin klassinen Fuji_Lady_AdobeRGB (ks. liite 6), Test_Out-of-Gamut_colors-en (ks. liite 7) ja Testing_ToneValueDifferentiation-en (ks. liite 8). Grangerin tapaan kuva tulostettiin RGB-työnkulkua käyttäen jokaiselle paperille kaikilla profiileilla. Kuvia analysoitiin digipainon koko henkilöstön kanssa tarkastelupöydällä 5000 kelvinin valossa (D50).

Kuvia jouduttiin katsomaan todella tarkkaan pienien erojen huomaamiseksi. Pitkään kestänyt tarkastelu on yleensä merkinä siitä, ettei kuvissa ole havaittavissa merkittäviä eroja. Selviä eroja, kuten sellaisia, joita havaittiin Grangerin sateenkaareissa, ei kuvissa esiintynyt paperista riippumatta. Tämä tukee havaintoja profiilien samankaltaisuudesta, joita tehtiin värintoistoaloja tutkittaessa.

ΔE -arvot

ΔE :tä tutkittiin tulostamalla värikartta, jossa on 20 värikenttää. Tällä kertaa tulostettiin vain Colotech-paperille sekä Colotech- että SpireDC5000-profiililla. Mittauksia ei katsottu tarpeelliseksi tehdä jokaiselle paperilaadulle, sillä jo tässä vaiheessa oli selvää, ettei omilla profiileilla voida vaikuttaa kuvien huonoon laatuun. Mittauksella pyrittiinkin varmentamaan profiilien samankaltaisuus. Testikentät mitattiin spektrofotometrillä ja laskettiin ΔE -arvo kahden eri profiililla tulostetun kentän väliltä CIELab-väriavaruudessa. Taulukossa 4 esitetään näiden mittausten tulokset.

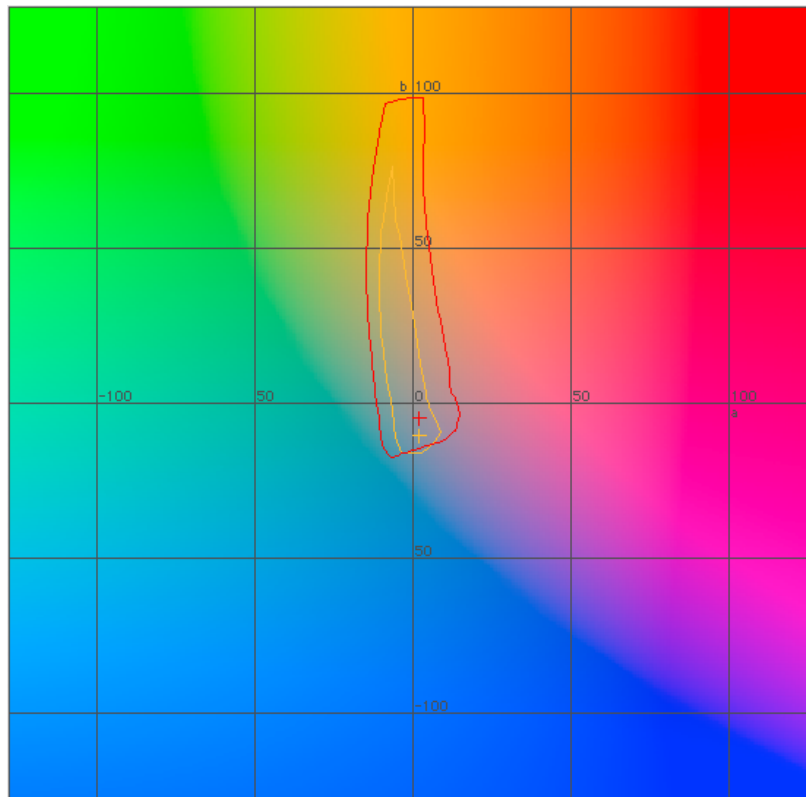
Taulukko 4. ΔE -mittauksen tulokset.

CMYK-arvo	ΔE	CMYK-arvo	ΔE
C100	1,11	Y100	4,24
C70	0,65	Y70	3,73
C50	1,09	Y50	3,44
C30	1,74	Y30	2,78
M100	1,46	K100	0,93
M70	2,04	K70	1,23
M50	0,62	K50	1,5
M30	0,87	K30	1,39
C100Y100	1,34		
M100Y100	2,48		
C100M100	3,44		
C30M24Y24	2,88		

Tuloksissa huomio kiinnitty ensimmäisenä kohtalaisen korkeisiin ΔE -arvoihin keltaisen osavärin kohdalla. ΔE :n arvot kaikilla keltaisen osavärin rasteriprosenteilla ovat sellaisia, jotka useimpien ihmisten pitäisi havaita. Keltaisen kohdalla kynns aistia

värieroa on kuitenkin hiukan korkeammalla kuin muilla väreillä, joten profiilien välinen ero on tästäkin huolimatta hyvin pieni. Keltaisen korkeaa ΔE :tä päätettiin kuitenkin tutkia, ja sen syy selvisi palatessa takaisin värintoistoalojen tarkasteluun.

Värintoistoaloja tutkittaessa kävi ilmi, että SpireDC5000-profiilin gamut on suurempi vaaleuden lisääntyessä, mutta samalla myös suurempi Lab-avaruudessa b-akselin suuntaan, jossa keltainen väri sijaitsee [kuva 18].



Kuva 18. Värintoistoalat eroavat toisistaan vaaleuden ollessa 85.

6.3 Johtopäätökset

Kaikissa vaiheissa, jossa profiileja analysointiin, kävi selväksi omatekoisten profiilien samankaltaisuus SpireDC5000:een verrattuna. Tämä oli positiivinen asia siinä mielessä, että tuotannossa tähän asti käytössä ollut profiili on tehnyt tehtävänsä parhaalla mahdollisella tavalla. Lisäksi saatiin viitteitä siitä, että oma profilointi on onnistunut. Pettymystä aiheutti se, ettei DC5000:n kehoa värintoistoa voida juurikaan parantaa profiileilla. Tämä ei tullut yllätyksenä, koska koneen tekniikka alkaa olla jo aikansa elänyttä. Yllätyksenä sen sijaan tuli se, kuinka tarkka ja tasainen DC5000:n oma profiili on. Paperilaadusta riippumatta SpireDC5000-profiili pystyi tuottamaan samaa laatua paperikohtaisiin profiileihin verrattuna, mitä ei insinööriyön alkuvaiheessa osattu odottaa.

Ohjeistuksena Metropolian digipainolle annettiin, että varsinaisessa tuotannossa voidaan hyvin käyttää SpireDC5000:ta. Omat profiilit jätettiin kuitenkin RIP:lle, sillä mahdollisesti tuotannossa törmätään ongelmallisiin kuviin, joiden toistoa voidaan kokeilla omatekoisilla profiileilla, koska Grangerin sateenkaari -analyysissä huomattiin pientä paranemista omilla profiileilla.

Työnkulun osaprosessien kannalta merkittävimmät parannukset saatiin kalibroinnin käytössä ja lähdeprofiilin käyttämisen korostuneessa merkityksessä. Kalibroitiedostojen määrä saatiin vähennettyä neljään, mikä yksinkertaistaa vanhaa kolmenkymmenen kalibroinnin listaa. Pienempi lista edesauttaa sitä, että käytetty kalibroitiedosto on ajan tasalla, mikä taas on tärkein edellytys edes sille laadulle, jota DC5000 parhaimmillaan kykenee toistamaan. Lähdeprofiilin merkitys värintoistoon tuli testeissä ja selvitystyössä hyvin esille. Mikäli lähdeprofiilia ei kerrota (tai kerrotaan väärä), lopputulos on täysin hallitsematon. Tämä ei siis tarkoita sitä, ettei lopputulos voisi näyttää ihan hyvältä, mutta värikonversiot ja muut toimenpiteet eivät tällöin tapahdu hallitusti ja tarkoituksenmukaisesti.

Värintoiston parantamisen suhteen ei kuitenkaan luovutettu, sillä opinnäytetyössä tutkittiin vain yhtä rasterityyppiä (Dot 200), joten jatkotutkimuskohteeksi valittiin stokastisen rasteroinnin käyttö ja sen profilointi eri paperilaaduille. Lisäksi päätettiin, että opinnäytetyössä käytetyillä menetelmillä kokeillaan profilointia myös digipainon toiselle tuotantotulostimelle (DC6060). Kenties laatua voidaan siinä parantaa omilla profiileilla. Vastassa valitettavasti on jälleen Spiren oma profiili.

7 Yhteenveto

Insinööriyössä tutustuttiin värinhallinnan teoriasta niihin osioihin, mitkä liittyvät profilointiin kaikkein oleellisimmin. Teorian tarkoituksena oli antaa lukijalle pohjatiedot, joiden avulla insinööriyön seuraaminen on helppoa. Teoriassa käsiteltiin muun muassa värinkonvertointia, profiileja, työnkulkua ja niin edelleen.

Varsinaisessa työssä tutustuttiin digitaalisen painokoneen profilointiin ja työnkulkuun vaihe vaiheelta. Prosessina profilointi on hyvin helposti ja nopeasti toteutettavissa pitkälle automatisoitujen ohjelmistojen ja laitteiden ansiosta. Myös tulostusprofiilien käyttö oikealla tavalla työnkulussa onnistuu helposti Spire CXP50 RIP:llä, mikäli lähdeprofiili on tiedossa. Valitettavan usein tuotannossa törmää kuitenkin tilanteisiin, jossa lähdeprofiilia ei tiedetä, mikä tekee värihallitusta tulostuksesta mahdotonta. RIP:n yhtenä ongelmana voidaan pitää sitä, ettei se osaa tarkistaa kuvan profiilia. Tämä mahdollistaisi automaattisen lähdeprofiilin selvittämisen, mikä tekisi värinhallinnasta helpompaa.

Insinööriyössä opittiin hyvin paljon DC5000:n ja sitä ohjaavan RIP:n tavasta käsitellä värejä ja todettiin kokeellisesti värien matkaa kuvaavan kaavion olevan tarkka. Pientä epäselvyyttä jäi kuitenkin linkkiprofiilin tekemistä muokkauksista kuvaan. Linkkiprofiilien ohittaminen oli mahdotonta profiilien käytön yhteydessä, mutta olisi ollut mielenkiintoista selvittää, miten linkkiprofiili muokkaa kuvaa. Erityisen vaikeaksi osoittautui profiilien analysointi. Digipainoille ei vielä ole olemassa standardiprofiilia, joka antaisi yhden näkemyksen siihen, miltä digipainojäljen tulisi näyttää. Nyt jouduttiin vertailemaan ainoastaan vakioprofiilia ja omatekoisia profiileja, eikä saatu viitteitä siitä, millainen tulostusjälki olisi yleiseen standardiin verrattuna. Insinööriyötä tehtäessä löytyi kuitenkin profiilien toimivuuden selvittämiseksi todella hyviä menetelmiä, jotka soveltuvat hyvin samankaltaisten profiilin vertailuun.

Valitettavasti profiileilla ei voitu parantaa tulostusjälkeä, vaan Metropolian digipainossa joudutaan toistaiseksi tyytymään samaan totuttuun laatuun. Omatekoisia profiileita

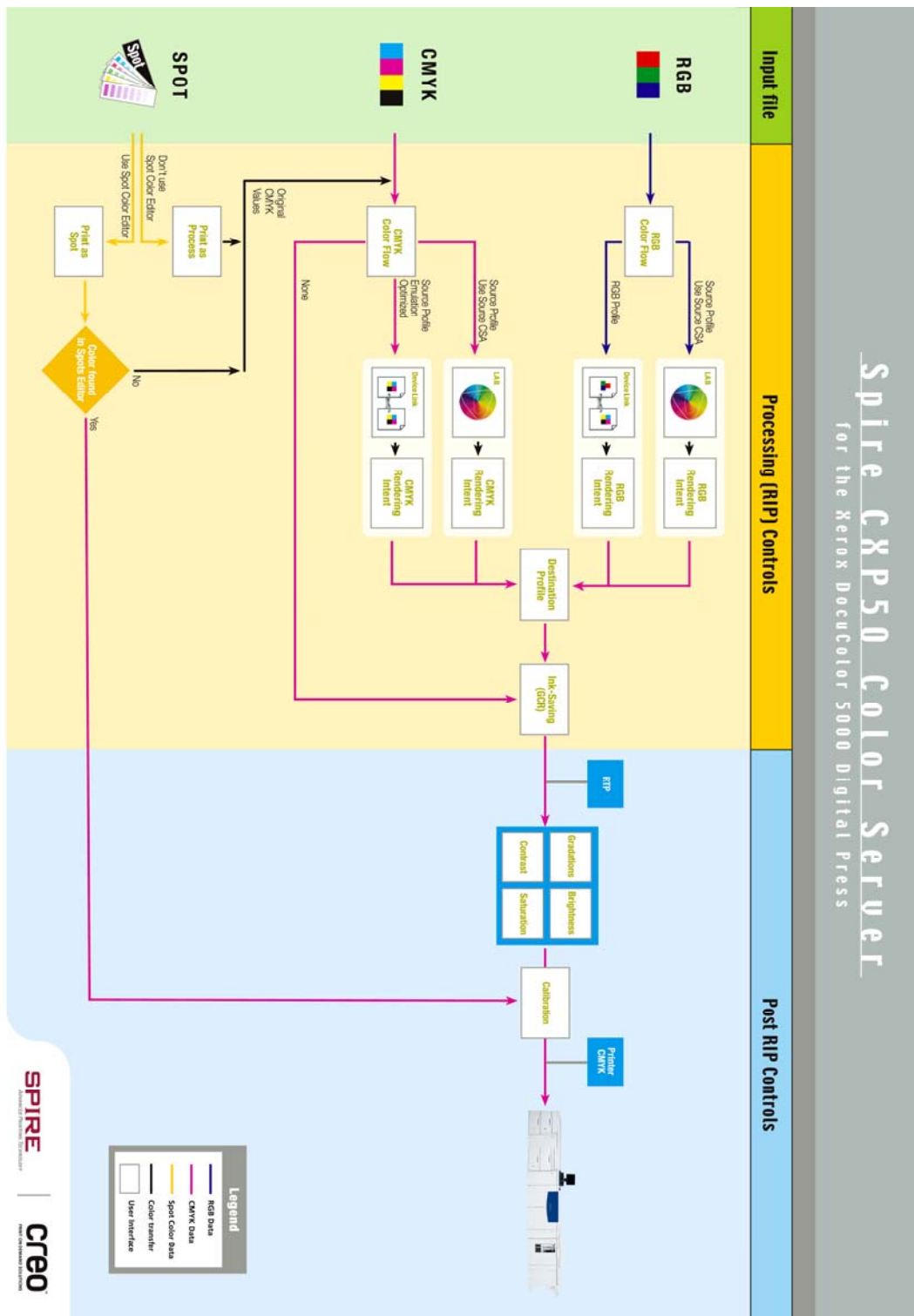
testataan kuinkin jatkossa, ja niillä voidaan mahdollisesti korjata joitakin pieniä värintoisto-ongelmia. Insinööriyö antoi kuitenkin hyvät lähtökohdat profiloinnin jatkamiseen erilaisille rasterityypeille, jolla laatua voidaan mahdollisesti parantaa.

Lähteet

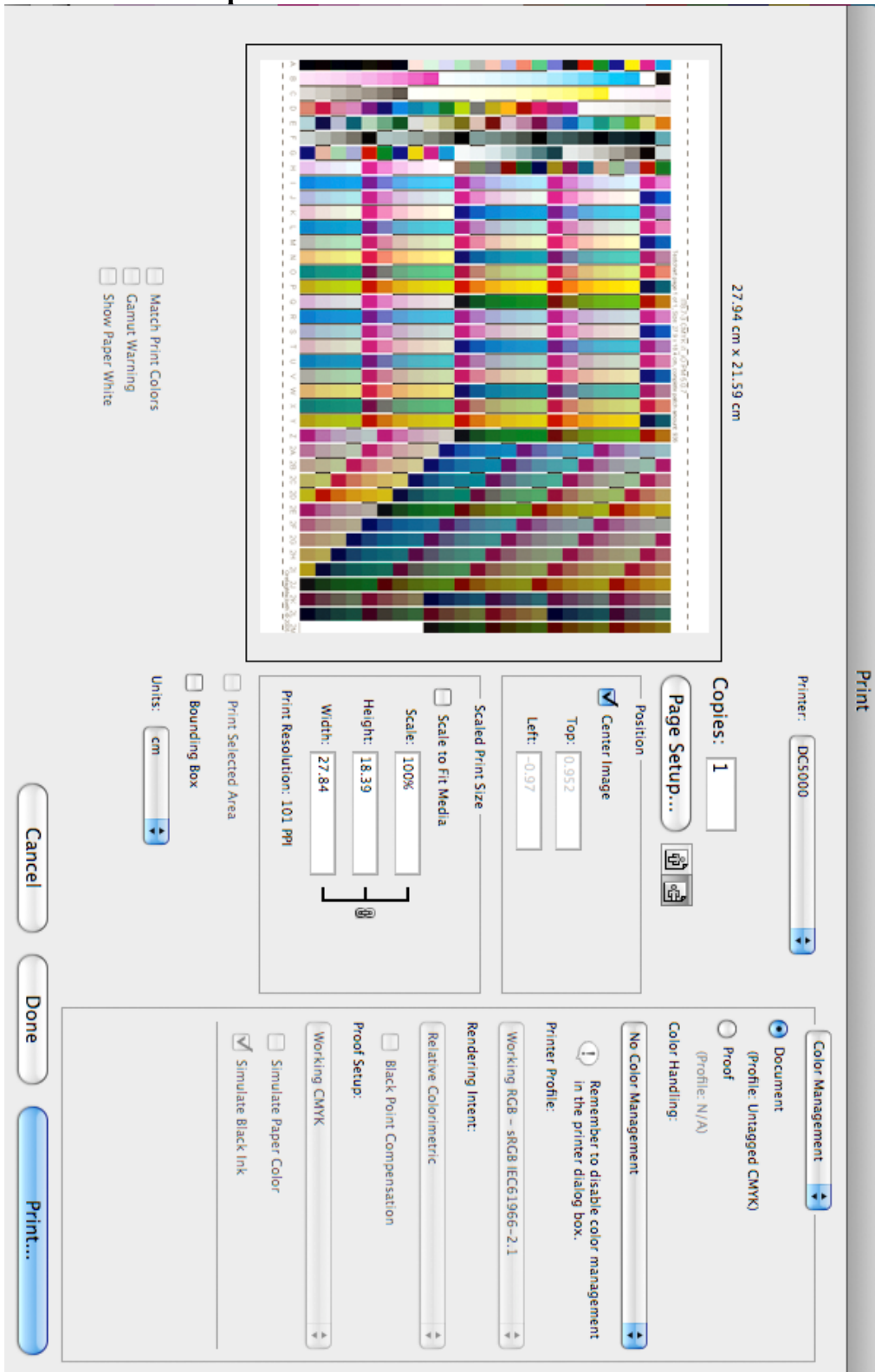
- 1 Foss, K., Strand, J., Bråten, T. & Sivesind, A. Väriopas. Malmö: Bokförlaget Arena, 2006.
- 2 Jaakkola, Janne. Mittausepävarmuuden määrittäminen mobiilinäyttöjen mittausprosessissa. Diplomityö. Teknillinen korkeakoulu, 2007.
- 3 Cielab 3d. (WWW-dokumentti.) Techfak. <http://www.techfak.uni-bielefeld.de/~walter/lehre/dm2/vis/cielab_3d.gif>. Luettu 20.3.2010.
- 4 Lindbloom, Bruce. Delta E (CIE 1976). (WWW-dokumentti.) <http://brucelindbloom.com/index.html?Eqn_DeltaE_CIE76.html> 2003. Luettu 21.3.2010.
- 5 Fraser, B., Murphy, C. & Bunting, F. Värihallinta. Helsinki: IT Press, 2004.
- 6 Color management: Color space conversion. (WWW-dokumentti.) Cambridge in colour. <<http://www.cambridgeincolour.com/tutorials/color-space-conversion.htm>>. Luettu 20.3.2010.
- 7 Color management. (WWW-dokumentti.) Wikipedia. <http://en.wikipedia.org/wiki/Color_management>. Luettu 21.3.2010.
- 8 Kipphan, Helmut. Handbook of Print Media. New York: Springer, 2001.
- 9 Xerox Launches 50-ppm DocuColor 5000 Digital Press at ON DEMAND. (WWW-dokumentti.) InfoTrends. <<http://www.capv.com/content/News/InfoTrends/2006/05/16/051606.1>> 2006. Luettu 30.3.2010.
- 10 Docucolor 5000 digitaalinen painokone. (WWW-dokumentti.) Xerox. <<http://www.xerox.com/digital-printing/printers/digital-press/docucolor-5000/fifi.html>>. Luettu 30.3.2010.
- 11 DOCU5000. (WWW-dokumentti.) Aplhagraphics. <<http://webupdate.alphagraphics.com/assets/us371/DOCU5000.jpg>>. Luettu 12.4.2010.

- 12 Spire CXP50. (WWW-dokumentti.) Creo.
<<http://www.creo.com/data/Products/Digital%20Color%20Servers/xerox/SPIRECXP50.aspx>>. Luettu 30.3.2010.
- 13 X Rite Eye-One iO Automated Scanning Table. (WWW-dokumentti.) RPimaging. <<http://www.rpimaging.com/store/PID609>>. Luettu 30.3.2010.
- 14 Eye-One. (WWW-dokumentti.) Gwc. <<http://www.gwc.fi/shop/images/eye-one%20io.jpg>>. Luettu 12.4.2010.
- 15 Prestia, Lou. Successful Color Management in PDF Workflows. (WWW-dokumentti.) <<http://www.pnwc mug.com/pages/workflow.html>>. Luettu 6.4.2010.
- 16 Dimitrios, Ploumidis. The number of patches in ICC profilin targets. (WWW-dokumentti.) Printcolor. <<http://printcolor.blogspot.com/2006/02/number-of-patches-in-icc-profiling.html>> 2006. Luettu 7.4.2010.
- 17 Evaluating ICC Profiles. (WWW-dokumentti.) Correctcolor. <<http://correctcolor.org/cccommentary/?p=25>> 2010. Luettu 9.4.2010.

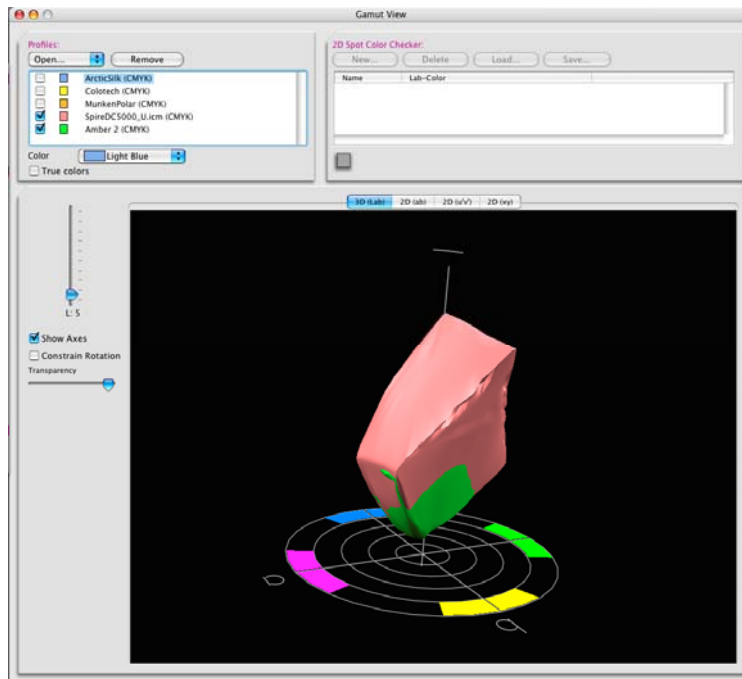
Liite 1: Spire CXP50 RIP:n työnkulkukaavio



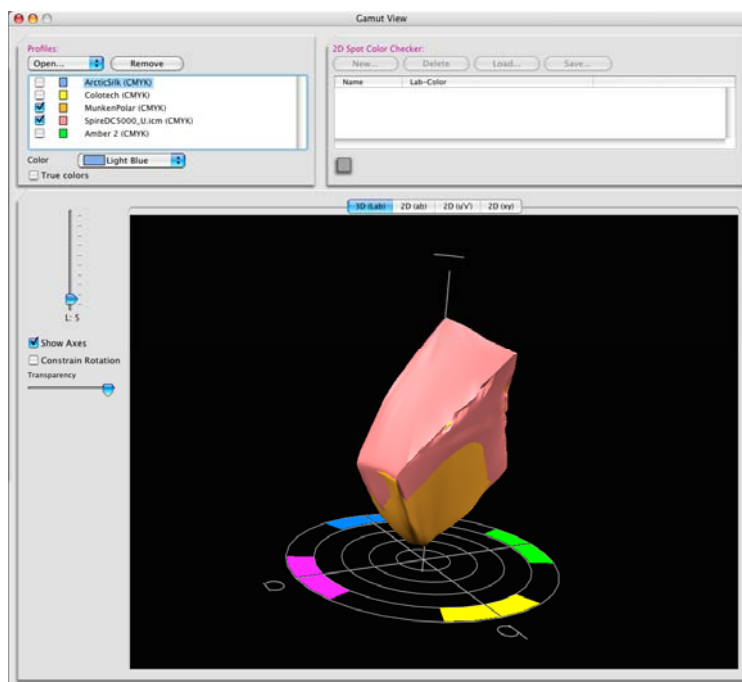
Liite 3: Photoshopin tulostusasetukset testikartalle



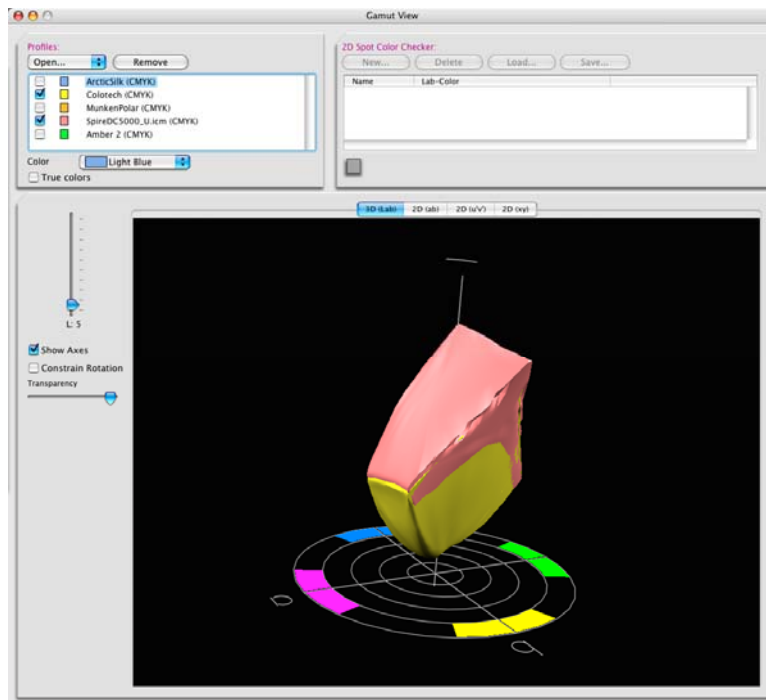
Liite 4: Värintoistoalat



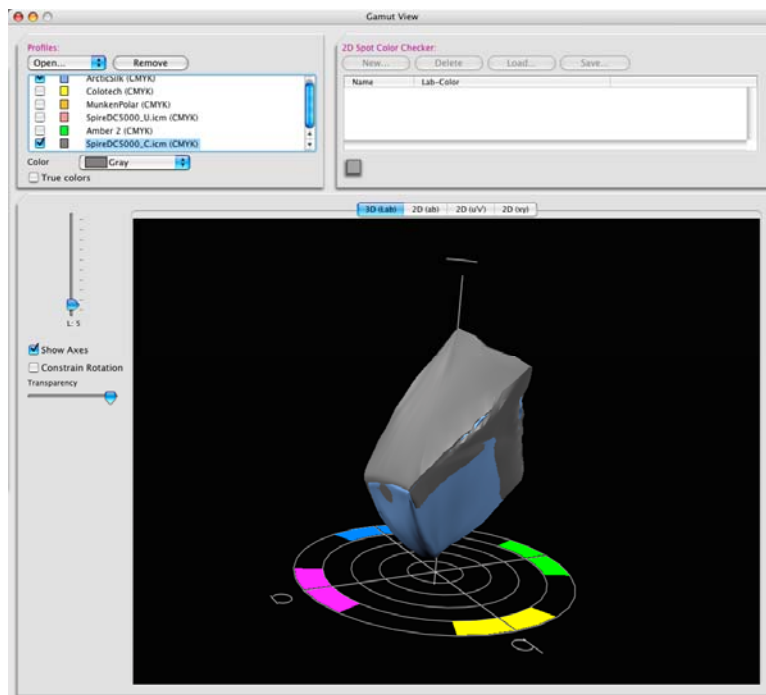
Amber (vihreä).



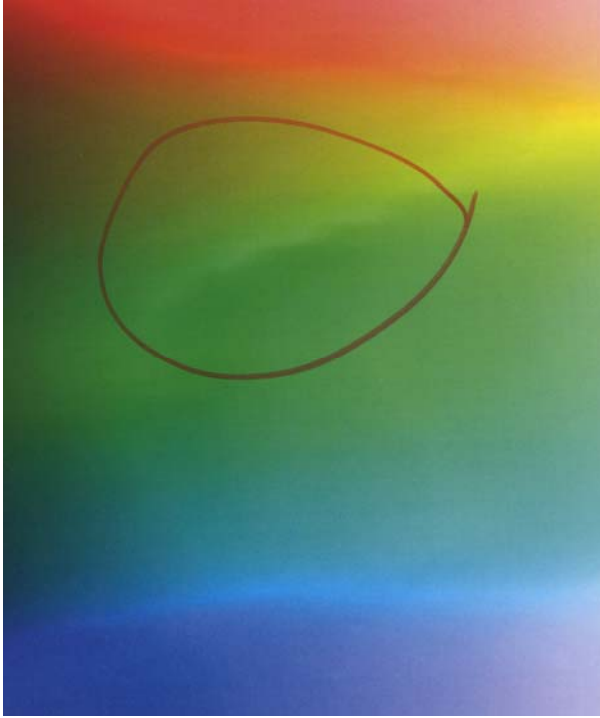
MunkenPolar (ruskea).



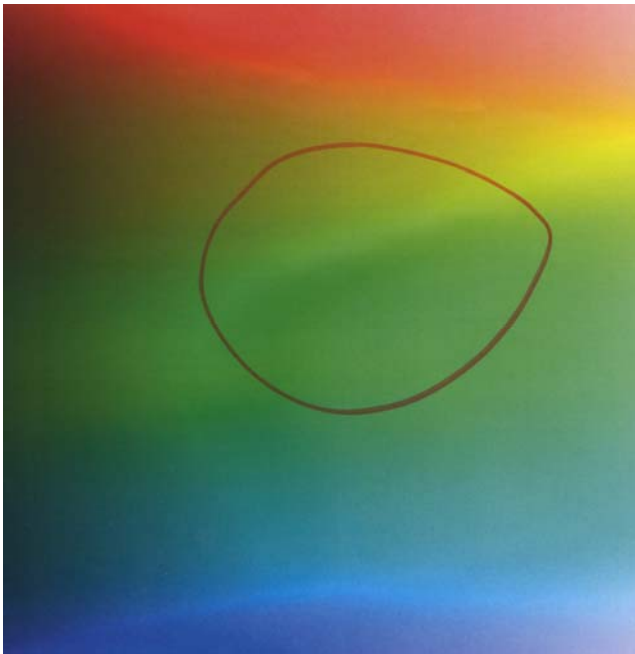
Colotech (keltainen).



ArcticSilk (sininen).

Liite 5: Grangerin sateenkaaret MunkenPolar-paperille

SpireDC5000-profiililla tulostettu Grangerin sateenkaari.



MunkenPolar-profiililla tulostettu Grangerin sateenkaari.

Liite 6: Fujii_Lady_AdobeRGB -testikuva



Liite 7: Test_Out-of-Gamut_colors-en -testikuva


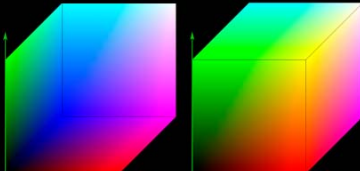



Photo © 2006 DIPAG.COM

basicColor

Out-of-gamut colors

Test image yellow-blue

Both large areas in the cap/shirt and the blue areas in the background are out-of-gamut colors in a standardised offset print.

The test image is a simple JPG file in the Adobe-RGB (1998) working space. This image already shows the typical JPG or rather 8-bit quantisation effect. Especially difficult to reproduce in CMYK are the areas in the cap and the unsharp logo on the right side in the background. (see also the enlarged section)

Convert this test image with the perceptual RI to your printer profile.

Pay attention to tone value bandings and color drifts. Very helpful for a visual evaluation of the OOG mapping issue are the outer surfaces of the RGB cube.

© Markus Hitzler, Color Solutions
www.colormanagement.org

Liite 8: Testing_ToneValueDifferentiation-en -testikuva

