

Joonas Vesala

Värihallinta digipainossa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Mediatekniikan koulutusohjelma

Insinööriytyö

23.5.2016

Tekijä Otsikko	Joonas Vesala Värinhallinta digipainossa
Sivumäärä Aika	42 sivua + 1 liite 23.5.2016
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Mediatekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Graafinen tekniikka
Ohjaajat	Toimitusjohtaja Pasi Puhakka Lehtori Toni Spännäri
<p>Insinööriyön tarkoituksena oli kehittää helsinkiläisen digipainon värinhallintaa ja parantaa ymmärrystä värinhallinnasta painoprosessissa. Työssä luotiin uudet paperikohtaiset tulostusprofiilit kahta yritykseen hiljattain hankittua digipainokonetta varten ja tutkittiin kalibroinnin vaikutusta värintoiston vakauteen.</p> <p>Digitaaliset painomenetelmät ovat kehittyneen tekniikan myötä kasvattaneet suosiotaan huomattavasti. Digitaalinen painaminen on perinteisiä painomenetelmiä joustavampaa, ja sen avulla voidaan toteuttaa helposti töitä, joita perinteisin menetelmin ei olisi kannattavaa tehdä. Koska työt ovat painosmäärältään keskimäärin pieniä ja niitä on paljon, ei työtä kohden tulisi joutua käyttämään liikaa aikaa ylimääräiseen vedostukseen ja säätöjen tekemiseen, ja tässä toimivasta värinhallintajärjestelmästä voikin olla merkittävää hyötyä.</p> <p>Värien toistuminen oikeanlaisina on painotuotannon kannalta varsin tärkeä seikka, mutta siihen liittyy myös jonkin verran haasteita. Koska eri laitteet tulkitsevat ja tuottavat värejä eri tavoin, tarvitaan jonkinlaista järjestelmää helpottamaan värien toistumista oikein eri laitteissa ja olosuhteissa. Värinhallintajärjestelmässä laitteiden värintoistoa kuvataan väriprofiilien avulla, joita tulkitaan suhteessa ihmisen havaintokykyä vastaavaan laiteriippumattomaan yhdysväriavaruuteen. Laitteen profiloinnissa mitataan erilaisia laitteella tuotettuja värikenttiä. Mitattuja arvoja värikenttien edustamiin laiteriippumattomiin väreihin vertaamalla saadaan selville, kuinka kone tulkitsee värejä, ja näin eri profiilien esittämiä väriarvoja voidaan tulkita oikein.</p> <p>Työssä luotujen paperikohtaisten tulostusprofiilien avulla värintoisto saatiin toimimaan halutusti, ja näin työskentelyä saatiin helpotettua. Kalibroinnin todettiin olevan tärkeässä osassa koneiden ja värintoiston vakaina pitämisessä. Värinhallinta ei poista kokonaan tarvetta työntekijöiden tarkkaavaisuuteen ja ajoittaisiin lisäsäätöihin, mutta selvää helpotusta sen avulla kuitenkin saavutetaan. Värintoiston ja tulostusprofiilien toimivuutta tulee tarkkaila jatkossakin ja tarvittaessa luoda myös uusia profileja.</p>	
Avainsanat	digitaalinen painaminen, elektrofotografia, värinhallinta, väriprofiili

Author Title	Joonas Vesala Colour management in digital print house
Number of Pages Date	42 pages + 1 appendice 23 May 2016
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Media Technology
Specialisation option	Graphic Technology
Instructors	Pasi Puhakka, Chief Executive Officer Toni Spännäri, Senior Lecturer
<p>The aim of this study was to improve colour management in a digital print house and to increase understanding of colour management in a printing process. New output profiles were generated for two new digital printers the company has recently purchased and the effects of calibration on keeping printing conditions stable were examined.</p> <p>Digital printing methods have become more popular in recent years due to their improved print quality. Digital printing is more flexible than traditional printing methods and it is possible to print small runs in a much more reasonable price compared to traditional methods. As the jobs are often quantity-wise small and there are many of them, proofing and correcting colours per a job should not take too much time. For this a functioning colour management system can offer a significant aid.</p> <p>Reproducing colours in a correct way is a crucial part of print production but it also presents some challenges. Because different devices interpret and produce colours differently, some kind of a system that helps treating colours correctly is needed. In a colour managed system the colour reproduction qualities are described by a colour profile that is interpreted by comparing the values it represents to a device-independent profile connection colour space. Profiling of a device is carried out by measuring different colour patches that represent specific device-independent colours, and based on the measurements it can be determined how the device handles colours.</p> <p>In conclusion, the new output profiles created improved colour reproduction in the company considerably and consequently helped and speeded up the printing process. Calibration was noticed to be in an important role in keeping the printers and conditions stable. Even a functioning colour management system does not replace the need for workers' attention and some colour adjustments from time to time but it definitely helps the process. Stability and functioning of the profiles need to be observed in the future too and new profiles might have to be created if the old ones do not work properly anymore.</p>	
Keywords	digital printing, electrophotography, colour management, colour profile

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Työn lähtötilanne	1
2.1	Yritys	1
2.2	Työn tavoitteet	3
3	Digitaalinen painaminen	4
4	Värihallinta	8
4.1	Väriteoriaa	8
4.2	Värihallinta painoprosessissa	11
4.2.1	Värihallintajärjestelmä	12
4.2.2	Väriprofiilit ja niiden käyttö	16
5	Värihallinnan kehittäminen yrityksessä	20
5.1	Nykytilanne	20
5.1.1	Värintoiston pitäminen vakaana	22
5.1.2	Command WorkStationin väriasetukset	24
5.2	Profiilien luonti	26
5.2.1	Näyttöprofiili	26
5.2.2	Tulostusprofiilit	28
5.3	Tuloksia	33
5.4	Muut toimenpiteet	37
6	Yhteenveto	38
	Lähteet	40
	Liitteet	
	Liite 1. Värieromittauksia	

1 Johdanto

Insinööriyön tarkoituksena on parantaa helsinkiläisen digipainon värinhallintaa luomalla uusia painokoneita varten tulostusprofiilit ja samalla päivittää muutenkin työskentelytapoja ja työnkulkua värinhallinnan osalta. Lisäksi tutkitaan paperikohtaisen profiloinnin ja kalibroinnin merkitystä.

Painotuotannossa yksi olennaisimpia asioita on värien toistuminen halutulla tavalla. Värit kuitenkin käyttäytyvät eri tavoin erilaisissa laitteissa ja toisaalta samanlaisissakin laitteissa olosuhteista riippuen. Haaste piileekin siinä, kuinka voidaan varmistaa, että painettu tuote näyttää siltä, kuin sen suunnittelija on sen tarkoittanut näyttävän. Nykypäivänä aineistoa valmistettaessa ei lopullinen käyttötarkoitus tai painomenetelmä ole välttämättä edes tiedossa, ja toisaalta tuotteen suunnittelija ei välttämättä ole enää painovaiheen kanssa tekemisissä. Jotta värit saataisiin toistumaan laitteista riippumatta mahdollisimman samankaltaisina, tarvitaan jonkinlaista värinhallintaa.

Värinhallintaa on toteutettu jossain muodossa niin kauan kuin painotuotteita on tehty, mutta aikoinaan se on käytännössä tarkoittanut painajan ammattitaitoon perustuvaa värien annostelua ja muuta oikeanlaisen tuloksen saavuttamiseksi tarvittavaa tietoa ja taitoa. Nykyisin tuotanto on niin hajautettua ja laitteiden ja ohjelmistojen määrä on niin suuri, että on syntynyt tarve yhtenäiselle laiteriippumattomalle järjestelmälle, joka helpottaa värien hallintaa. (1, s. 239–241.) Painotalolle värien toistuminen oikein mahdollisimman helposti tarkoittaa ajan ja rahan säästöä, kun niitä ei tarvitse käyttää ylimääräiseen vedostukseen ja värien korjailuun. Värinhallinta on siis oleellinen osa nykyaikaista painotuotantoa.

2 Työn lähtötilanne

2.1 Yritys

Yritys, jolle insinööriyö tehdään, on pieni helsinkiläinen digipaino, joka valmistaa tavanomaisia digipainotuotteita, kuten käyntikortteja, flyereita, julisteita, esitteitä, tarroja ja lehtiä. Koska kyseessä on digipaino, painoskoot ovat perinteisiin painomenetelmiin

verrattuna pääasiassa melko pieniä, mutta suurempiakin painoksia ja erilaisia tuotteita voidaan valmistaa yhteistyökumppaneiden avustuksella. Suurin osa töistä valmistetaan asiakkaiden valmiista aineistoista, mutta tarvittaessa aineistot voi valmistaa myös yritys. Koska asiakkaisiin kuuluu esimerkiksi paljon yksityisasiakkaita, joilla ei välttämättä ole käytössään kunnollisia sisällöntuotanto-ohjelmia tai taitoa niiden käyttöön, joudutaan aineistoja usein myös korjailemaan ja mahdollisesti latomaan kokonaan uudelleen.

Asiakaskunta on laaja ja kattaa niin suuria yrityksiä kuin yksityishenkilöitäkin. Asiakkaiden vaatimukset esimerkiksi värien oikeellisuuden suhteen vaihtelevat laidasta laitaan: jotkut kelpuuttavat käytännössä mitä vain ja jotkut vaativat todella tarkkaa panostusta värien oikeellisuuteen. Monilla asiakkailla ei välttämättä ole juuri lainkaan tietoa tai taitoa värinhallinnasta, mutta se ei tarkoita, etteikö painon tulisi noudattaa mahdollisimman oikeaoppista työskentelytapaa.

Laitteisto

Työntekijöillä on käytössään iMac-työasemat, joiden lisäksi yrityksessä on muutama tietokone muun muassa laskutusta ja sähköpostiliikenteen hoitamista varten. Ohjelmistojen osalta käytössä on Adoben Creative-paketti, jonka tärkeimmät ohjelmat ovat InDesign, Photoshop, Acrobat Professional (ja lisäosa PitStop Pro) sekä hieman vähemmässä määrin Illustrator. Myös Microsoft Office -ohjelmat ovat käytössä, mutta niiden käyttö on vaihtuvan tiedon painamisessa hyödynnettävää Exceliä lukuun ottamatta vähäisempää. Lisäksi monia muita painotuotteen valmistamiseen suoranaisesti liittymättömiä ohjelmia tarvitaan esimerkiksi kommunikointia varten.

Yrityksen konekanta on hiljattain uusittu hankkimalla kaksi uutta Canon imagePRESS C800 -digipainokonetta ja juuri tätä kirjoitettaessa uusi mustesuihkutulostin, jonka käyttöönotto on vasta pääsemässä alkuun. Tällä hetkellä yrityksellä on siis painamista varten käytössään kaksi elektrofotografista digipainokonetta ja suurkuvatuloon soveltuva mustesuihkutulostin. Digipainokoneilla valmistetaan suurin osa tuotteista ja mustesuihkulla käytännössä ainoastaan suurikokoiset julisteet sekä uuden tarraleikkurin mahdollistaman muotoonleikkauksen myötä tulevaisuudessa myös erilaisia tarroja.

Jälkikäsitteilyä varten käytössä on edellä mainitun tarraleikkurin lisäksi digipainotöille soveltuva nuuttaus- ja taittokone, paperileikkuri, stiftari, laminointilaite, pora, kulman-

pyöristin, liimanidontalaite ja käyntikorttileikkuri. Molemmilla digipainokoneilla voidaan myös nitoa ja taittaa, mutta ominaisuuksia hyödynnetään lähinnä ohuille papereille painettavissa yksinkertaisissa tulostustöissä, joissa asiakkaalle riittää vaatimattomampikin laatu, kun hinta on edullisempi. Stiftari on laadukkaiden ja paksuille papereille painettavien lehtien sidontaan luotettavampi vaihtoehto. Mittalaitteiden osalta käytössä on X-Riten i1 Pro 2 -spektrofotometri.

Tässä työssä käytettäviä laitteita ovat molemmat digipainokoneet, Mac-työasema ja spektrofotometri. Lisäksi ohjelmistopuolelta työssä käytetään ainakin Fieryn Command WorkStationia painokoneiden hallintaan, X-Riten i1 Process Controlia profiilien luomiseen ja Adoben ohjelmista Acrobatia ja InDesignia testiarkkien luomiseen ja tarkasteluun.

2.2 Työn tavoitteet

Insinööriyön tavoitteena on toimivamman värinhallinnan myötä helpottaa yrityksen toimintaa vähentämällä makulatuuria ja vedostustarvetta eli käytännössä aikaa ja rahaa sekä parantaa yrityksen ymmärrystä värinhallinnasta. Samalla selvitetään paperikohtaisen profiloinnin ja kalibroinnin hyötyjä. Uusien painokoneiden myötä värinhallinnan parantamiseen on tarvetta, jotta koneilla saataisiin tuotettua mahdollisimman yhdenmukaista painojälkeä mahdollisimman vaivattomasti.

Työt ovat usein painosmääriltään pieniä, ja niitä on määrällisesti paljon, joten työtä kohden ei tulisi joutua käyttämään liikaa aikaa ylimääräiseen säätämiseen. Työt tulisi siis saada ajettua läpi mahdollisimman automaattisesti ja vaivattomasti. Samalla värien tulisi myös toistua oikein eli tiettyjä alan standardeja noudattaen.

Tällä hetkellä prosessi nojaa melko paljon painajien harkintaan ja ammattitaitoon oikeanlaisen tuloksen saavuttamisessa. Valmiiksi asennettujen tulostusprofiilien avulla päästään kohtuulliseen hyviin tuloksiin, mutta usein värejä joudutaan kuitenkin hieman säätämään. Tällä hetkellä työskentely ei ole aina johdonmukaista painajien tehdessä tarvittavia säätöjä hieman omilla tavoillaan, jolloin toistuvia töitä painettaessa voi olla hankalaa tietää, miten työtä on viimeksi käsitelty. Työskentelytapoja tulee siis myös yhdenmukaistaa ja värinhallintajärjestelmän oikeanlaista käyttöä selkeyttää.

Tulostimien Ripeissä (Raster Image Processor, rasterikuvaprosessori) on valmiit tulostusprofiilit erilaisia ja -painoisia papereita varten. Nämä ovat kuitenkin tiettyjä laitevalmistajan määrittelemiä olosuhteita ja papereita varten luotuja eivätkä siten vastaa täysin yrityksen tarpeita. Vaikka valmiit profiilit tuottavatkin kohtalaisen hyvää jälkeä, voidaan olettaa, että parempiinkin tuloksiin päästään omien laite- ja paperikohtaisten tulostusprofiilien avulla. Valmiita profiileja voidaan myös muokata ja usein muokataankin, mutta kokonaan uusien luomista pidetään kuitenkin parhaana vaihtoehtona.

Tavoitteena on siis luoda uudet paperityyppikohtaiset tulostusprofiilit, joiden avulla käytetään simuloimaan yleisiä standardinmukaisia paino-olosuhteita mahdollisimman hyvin, ja näin tehdä työnkulusta ja värinhallinnasta mahdollisimman helppoa ja luotettavaa. Myös tietokoneiden näyttöprofiilit on ajankohtaista päivittää samalla. Skanneria käytetään tällä hetkellä melko vähän varsinkaan vaativiin töihin, mutta senkin profilointi on tulevaisuudessa todennäköisesti tarpeen.

Minkäänlainen värinhallinta ei kuitenkaan luultavasti poista kokonaan tarvetta vedotukseen ja värien tarkkailuun, mutta helpotusta niihin voidaan kuitenkin odottaa saavutettavan.

3 Digitaalinen painaminen

Digitaalisilla painomenetelmillä tarkoitetaan nimensä mukaan painomenetelmiä, joissa painoaihe siirretään painoalustalle digitaalisesti ilman fyysistä painolevyä tai masteria. Digitaalisessa painamisessa käytetään niin sanottuja Non Impact -tekniikoita (NIP), joissa väri siirtyy painoalustalle esimerkiksi sähkövarausten avulla ilman fyysistä kosketusta väriä siirtävään pintaan erotuksena perinteisiin painomenetelmiin, joissa väri siirtyy painolevyn tai muun väriä siirtävän pinnan ja mekaanisen puristuksen vaikutuksesta. (2, s. 92.)

Toisin kuin perinteisissä painomenetelmissä, tuotetaan digitaalisissa painomenetelmissä painoaihe uudestaan jokaista painotapahtumaa varten, jolloin tulostettavan sarjan jokainen arkki voi olla täysin erilainen. Tämä mahdollistaa niin sanotun vaihtuvan tiedon painamisen, ja esimerkiksi juoksevan numeroinnin toteuttaminen on digitaalisiin menetelmin varsin helppoa. (2, s. 92.)

Tärkeimmät digitaaliset painomenetelmät ovat elektrofotografia ja mustesuihku- eli inkjet -tulostus. Muita vähemmän käytettyjä digitaalisia painomenetelmiä ovat elektrografia, ionografia, magnetografia, termografia ja elkografia. Lisäksi offsetpainolevyjen tulostuksessa hyödynnettävä CTP-tulostus (Computer to Plate) voidaan laskea digitaalisiin painomenetelmiin. (2, s. 94.)

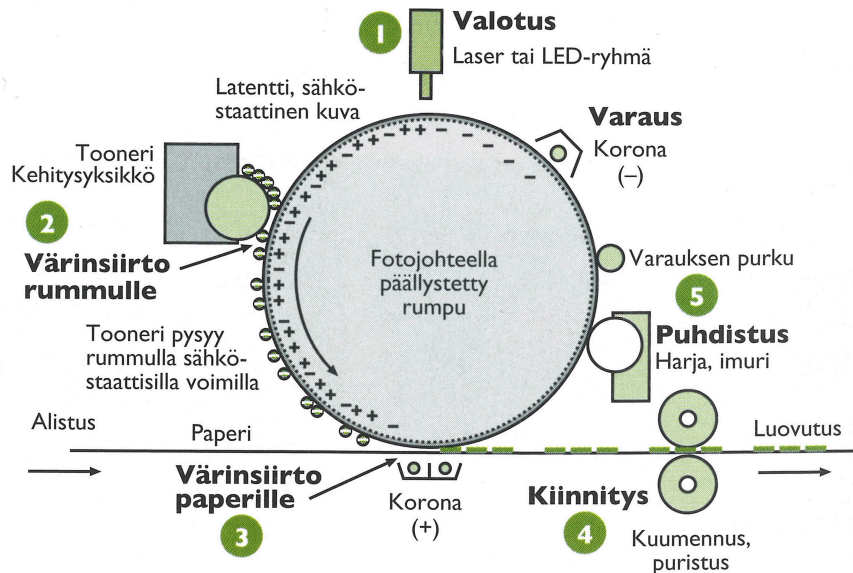
Digitaalinen painaminen on jo pitkään ollut nopeimmin kasvava painoalan sektori, ja Smithers Piran vuonna 2014 julkaiseman markkinaennusteen mukaan se myös jatkaa kasvuaan vahvana niin, että vuoteen 2024 mennessä sen markkina-arvo olisi yli kaksinkertainen vuoteen 2013 verrattuna. Elektrofotografia on yhä digitaalisista painomenetelmistä käytetyin, mutta mustesuihkutulostuksen kasvu on sitäkin nopeampaa. (3, s. 14; 4.) Digitaalinen painaminen on noussut erityisesti pienten painosten osalta merkittäväksi vaihtoehdoksi arkkioffsetmenetelmälle, ja se mahdollistaa myös nimenomaan pienten painosten osalta sellaistenkin töiden tekemisen, joita perinteisillä menetelmillä ei olisi korkeiden aloituskustannusten takia kannattavaa tehdä lainkaan (3, s. 14). Digitaaliset menetelmät ovat kehittyneet laadun suhteen merkittävästi ja kykenevät nykyään senkin puolesta kilpailemaan perinteisten menetelmien kanssa. Nykyisillä koneilla kyetään jo monesti toistamaan suurempi määrä värejä kuin nelivärioffsetpainossa. (5.) Digipaino on laajenemassa yhä enemmän pakkauspuolelle, joka on nopeimmin kasvava painotuotannon osa-alue (6).

Elektrofotografia

Elektrofotografia on mustesuihkutulostuksen ohella digitaalisista painomenetelmistä yleisin. Sitä kutsutaan myös xerografiaksi ja puhekielessä lasertulostukseksi, vaikka elektrofotografiassa voidaan valotukseen käyttää laserin sijaan myös LED-valoja. (2, s. 95.)

Elektrofotografiassa kuva muodostetaan sähkövarausten avulla. Fotojohteella päällystetty kuvarumpu varataan sähköisesti koronalangan avulla, jolloin ioneja siirtyy ilmasta fotojohteen pinnalle ja rummulle syntyy näin positiivinen varaus. Valotuksen avulla varaus poistetaan alueilta, joille väriä ei haluta siirtyvän, jolloin jäljelle jää näkymätön eli latentti kuva. Tämän jälkeen rummulle johdetaan kuva-alueen varauksen kanssa vastakkaisesti varattu nestemäinen tai kiinteä eli pulverimainen väritooneeri, jolloin väri tarttuu kuva-alueille muodostaen näkyvän kuvan. Väri siirretään painoalustalle samaan tapaan sähkövarausten avulla suoraan rummulta tai erillisen kuvahihnan välityksellä.

Lopuksi väri kiinnitetään painoalustalle lämmön tai puristuksen ja lämmön avulla. Kuvarumpu puhdistetaan jokaisen kierroksen jälkeen ja kuvanmuodostus suoritetaan uudelleen, joten painettava aihe voi olla jokaisessa peräkkäisessä arkissa erilainen. (2, s. 95–97.) Elektrofotografian toimintaperiaatetta on havainnollistettu kuvassa 1.



Kuva 1. Elektrofotografian toimintaperiaate (2, s. 95).

Elektrofotografiset painokoneet voivat olla niin arkki- kuin rainasyöttöisiäkin, ja rakenteeltaan ne voivat olla multipass- tai single pass -tyyppisiä. Nimen mukaisesti multipass-järjestelmässä värit siirretään paperille yhdeltä kuvarummulta osaväri kerrallaan, jolloin paperi kulkee yksikön läpi esimerkiksi neliväripainatuksessa neljä kertaa. Single pass -järjestelmässä sen sijaan jokaisella osavärillä on oma kuvarumpunsa, jolloin kaikki värit siirretään paperille yhden läpiajon aikana. (2, s. 97–98.) Single pass on selvästi nopeampi ja näin ollen myös selvästi suositumpi järjestelmä (7, s. 46).

Canon imagePRESS C800

Canon imagePRESS C800 (kuva 2) on arkkisyöttöinen elektrofotografinen digipainokone nelivärituotantoon. Väri siirretään painoalustalle siirtohihnan välityksellä single pass -rakennetta hyödyntäen. (8; 9.)



Kuva 2. Canon imagePress C800 -digipainokone (8).

Koneilla voidaan tulostaa noin 80 A4-kokoista neliväriarkkia minuutissa, mutta tämä koskee käytännössä ohutta kopiopaperia. Painavammilla materiaaleilla ja suuremmalla arkkikokoalla vauhtikin hidastuu. Maksimitulostusresoluutio on 2 400 dpi x 2 400 dpi. Jälkikäsittelyn osalta saatavilla on erilaisia ratkaisuja. Yrityksen molemmat imagePRESSit ovat jälkikäsittelyominaisuuksien suhteen samanlaisia, eli koneilla voidaan taittaa, nitoa ja rei'ittää, mutta leikkuria ei käytössä ole. (8; 9.)

Pienin käytettävä arkkikoko on A6 eli 105 mm x 148 mm ja suurin 13" x 19" eli noin 330 mm x 487 mm. Maksimineliömassa painettaville materiaaleille on 300 g/m², mutta painavampiakin kartonkeja pystytään todellisuudessa käyttämään. Jopa 400 g/m² painaville kartongeille on pystytty koneella painamaan, mutta vain yksi puoli kerrallaan. (8; 9.)

Molemmissa koneissa on hieman toisistaan poikkeavat EFI:n Fiery-RIPit. Laitekoonpanojen erilaisuus liittyy siihen, että toinen koneista on ollut esittelykoneena ja saatu edullisempaan hintaan valmiilla kokoonpanolla. Kyseessä ei siis niinkään ole tietoinen valinta RIP-mallien toimivuuteen perustuen. Toisessa koneista käytössä on siis ulkoinen imagePRESS Server F200 -palvelin ja toisessa koneeseen kiinnitetty imagePRESS Server G100. Molempia ohjataan Fieryn Command WorkStation -käyttöliittymän avulla. Kaikki työn asetukset määritellään Command WorkStationissa, jossa voidaan myös esimerkiksi suorittaa arkkiasemointi ja hallinnoida väriprofiileja. (8; 9.)

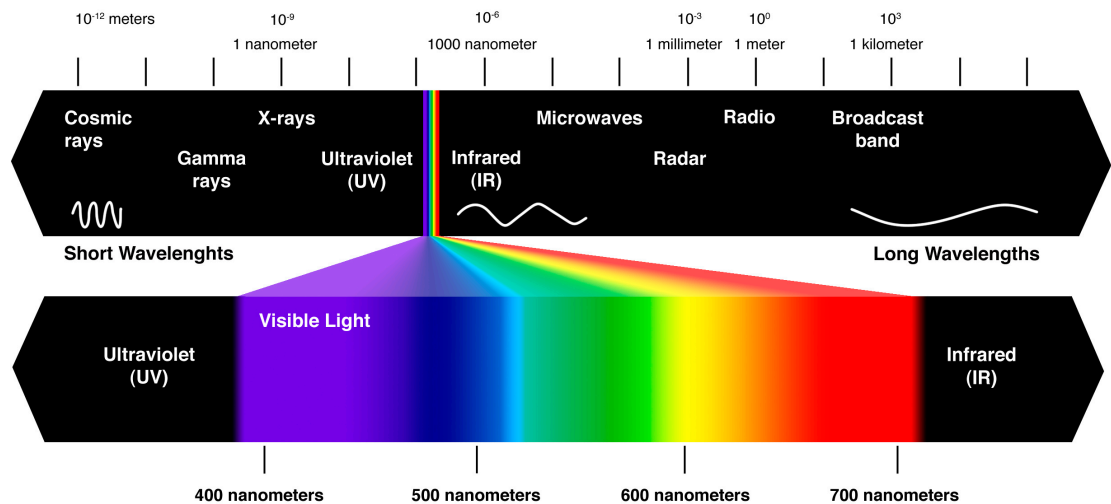
Lisäksi koneita voidaan hallita suoraan niihin liitettyjen ohjauspaneelien avulla. Tätä kautta voidaan suorittaa erilaisia säätöjä ja huoltotoimenpiteitä koneisiin sekä vaikuttaa paperiprofiilien kautta esimerkiksi kohdistukseen ja siirtojännitteisiin. Koneissa olevia skannereita hallitaan ohjauspaneelin kautta. (8; 9.)

4 Värinhallinta

4.1 Väriteoriaa

Värinhallinnan kannalta on tärkeää ymmärtää muutamia perusasioita siitä, mitä väri itse asiassa on. Tiivistettynä väri on aistihavainto, joka syntyy silmän ja aivojen tulkittessa valoa. (10, s. 9.)

Näkyvä valo on sähkömagneettista säteilyä, jonka aallonpituus on suunnilleen välillä 400–700 nm eli se sijoittuu sähkömagneettisessa spektrissä (kuva 3) ultravioletti- ja infrapunasäteilyn väliin. (11, s. 1–2.) Se sisältää ihmisen aistiman sävyalueen, jossa eri aallonpituudet edustavat eri värejä. Kun kaikki aallonpituudet ovat tasapuolisesti edustettuina, kuten auringon valossa, on tuloksena valkoinen valo. Valo voi myös näyttää esimerkiksi kellertävältä tai sinertävältä riippuen siitä, kuinka vahvasti eri aallonpituudet ovat edustettuina. (12, s. 18.) Eri kohteiden väri taas riippuu siitä, mitä aallonpituuksia ne imevät itseensä ja mitä ne heijastavat ihmisen nähtäväksi. Valkoinen pinta heijastaa kaikki aallonpituudet, kun taas vihreä pinta imee punaisen ja sinisen valon itseensä heijastaen vihreän valon nähtäväksi. Näin ollen eri aallonpituuksia valosta suodattamalla voidaan saada aikaan erilaisia värihavaintoja. (1, s. 2–3.)



Kuva 3. Näkyvä valo osana sähkömagneettista spektriä (13).

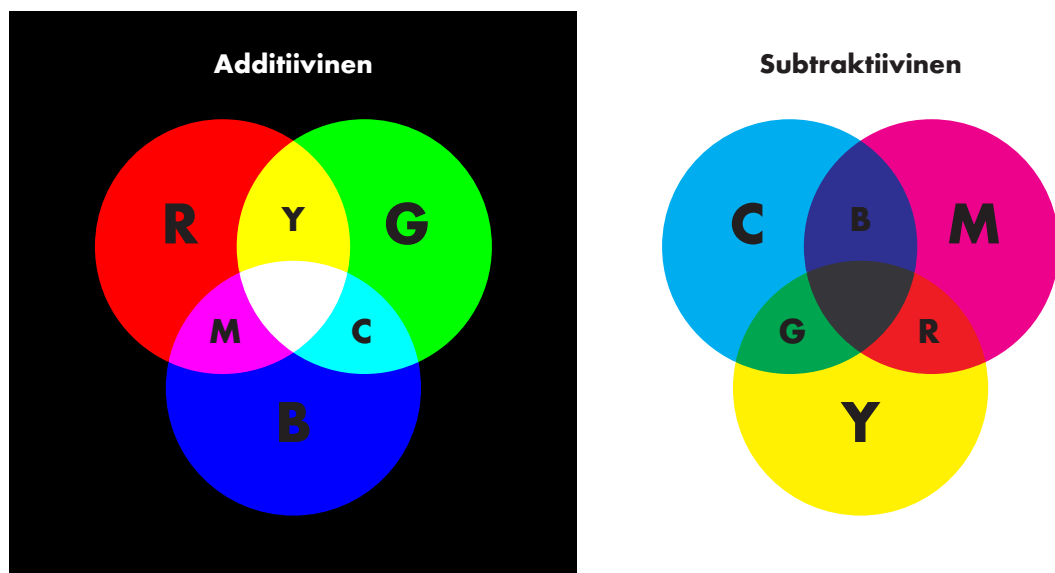
Kun valo kohtaa ihmissilmän, muuntavat verkkokalvolla sijaitsevat sauva- ja tappisolut valon aivojen näkökeskukseen kulkeviksi hermosignaaleiksi synnyttäen värihavainnon. Valolle herkäät sauvasolut vastaavat pimeänäöstä eivätkä erota värejä, joten värihavainnon kannalta olennaisempia ovat värejä erottavat tappisolut. Myös värireseptoreiksi kutsutut tappisolut voidaan jakaa kolmeen luokkaan sen mukaan, mille aallonpituuksille ne ovat herkimpä eli mitä värejä ne aistivat. Nämä kolme pääväriä ovat punainen, vihreä ja sininen, joita yhdistelemällä kaikki muut värit saadaan aikaan. (10, s. 9.)

Additiivinen eli lisäävä värinmuodostus perustuu eri väristen valojen lisäämiseen ja sekoittamiseen. Siinä eri värit siis saadaan aikaan annostelemalla punaista, vihreää ja sinistä valoa eri suhteissa. Kun näitä kolmea valoa annostellaan suurin mahdollinen määrä, on tuloksena valkoinen, kun taas ilman mitään valoa jää jäljelle vain musta. Punaisen ja vihreän sekoitus tuottaa keltaisen, vihreän ja sinisen sekoitus syaanin ja punaisen ja sinisen sekoitus magentan värin. Additiivista menetelmää käytetään esimerkiksi televisioissa ja tietokoneiden näytöissä, ja RGB-värimallit perustuvatkin additiiviseen värinmuodostustapaan, kuten päävärien englanninkielisten nimien (red, green, blue) perusteella voi arvellakin. (2, s. 24–25.)

Subtraktiivisessa eli vähentävässä värinmuodostuksessa värit taas muodostetaan valon eri aallonpituuksia vähentäen eli päinvastoin kuin additiivisessa menetelmässä. Tällöin lähtökohtana on valkoinen pinta, josta heijastuvan valon eri aallonpituuksia suodattamalla saadaan aikaan eri värejä ja kun pinnasta ei heijastu mitään valoa, on

tuloksena musta. Värien muodostaminen painotuotannossa perustuu subtraktiiviseen menetelmään painovärien toimiessa suodattimina. Kun valkoiselle paperille lisätään keltaista väriä, imeytyy sininen valo siihen, kun taas punainen ja vihreä valo heijastuvat ihmisen nähtäväksi muodostaen additiivisen värinmuodostuksen mukaisesti keltaisen värivaikutelman. Subtraktiivisen värinmuodostuksen päävärit voidaan johtaa additiivisen periaatteen kautta siten, että subtraktiiviset päävärit ovat sellaisia, jotka suodattavat punaisen, vihreän ja sinisen valon. Pääväreinä subtraktiivisessa periaatteessa ovat siis punaisen suodattava syaani, vihreän suodattava magenta ja sinisen suodattava keltainen, joita sekoittamalla muut värit saadaan aikaan. (11, s. 20.)

Painotuotannossakin värit saadaan tavallisesti aikaan syaanin, magentan ja keltaisen (Cyan, Magenta, Yellow) painovärien avulla, joiden lisäksi tosin käytetään yleensä neljäntenä osavärinä mustaa (black tai Key eli avainväri), sillä teoriasta poiketen kolmella päävärillä ei käytännössä saavuteta riittävän syvää mustaa (10, s. 13). Samaan tapaan kuin additiivisen menetelmän kahta pääväriä sekoittamalla saadaan aikaan syaani, magenta ja keltainen, saadaan subtraktiivisesti syaanin ja magentan yhdistelmällä aikaan sininen, magentan ja keltaisen yhdistelmällä punainen ja keltaisen ja syaanin yhdistelmällä vihreä väri (kuva 4). Päinvastaisesta värinmuodostustavasta huolimatta ovat periaatteet siis vahvasti toisiinsa yhteydessä. (2, s. 25.)



Kuva 4. Additiivisen ja subtraktiivisen värinmuodostuksen pää- ja sekoitevährit (2, s. 24).

4.2 Värinhallinta painoprosessissa

Painotuotteen valmistus on monivaiheinen prosessi, joka voi alkaa esimerkiksi valokuvan ottamisesta. Tie kamerasta paperille voi kuitenkin olla pitkä ja väliin voi mahtua montakin vaihetta, joissa kuvaa tarkastellaan ja käsitellään eri laitteilla ja eri henkilöiden toimesta, ennen kuin se lopulta painetaan paperille tai muulle painoalustalle. Koko tämän prosessin ajan tulisi värien toistua samanlaisina tai halutunlaisina, mikä ei ole aivan yksinkertaista. Eri laitteet, samoin kuin ihmisetkin, tulkitsevat ja toistavat värejä eri tavoin, minkä vuoksi on vaikeaa olla varma siitä, että esimerkiksi kuvankäsittelijän tarkoittama lopputulos olisi sama kuin painajan lopulta aikaansaama. Varsinkin nykypäivänä saatetaan jokainen työvaihe toteuttaa maantieteellisesti kaukana toisistaan eikä toisaalta työtä suunniteltaessa edes varmasti tiedetä lopullista käyttötarkoitusta tai haluta työtä vain yhteen tarkoitukseen rajata. Suunnittelijan tai valokuvaajan konsultointi joka vaiheessa on myös hankalaa ja aikaa vievää, ja painajan tulisikin voida luottaa siihen, että hän käsittää halutun tuloksen samoin kuin työn suunnittelijakin. Näin ollen tarvitaan jonkinlaista yhtenäistä ja laiteriippumatonta järjestelmää, jonka avulla värejä voidaan luotettavasti ja mahdollisimman automaattisesti hallita. (14, s. 57.) Koska värien tulkitseminen on varsin subjektiivista ja olosuhteista riippuvaista, tulee järjestelmän myös perustua mitattavissa oleviin arvoihin, jotta kommunikaatio eri laitteiden, henkilöiden ja työvaiheiden välillä todella toimii (7, s. 84).

Värinhallintaa on toteutettu jossain muodossa niin kauan kuin painotuotteita on valmistettu. Painajan työhön on käytännössä aina kuulunut esimerkiksi värinsyötön kontrollointia oikeanlaisen lopputuloksen saavuttamiseksi, ja painajalle on ollut tärkeää ymmärtää koneiden ja värien käyttäytymistä. Se on toisaalta ollut helpompaa kun painotyö on suunniteltu lopputuote ja prosessi tuntien. Aikanaan lehdillä oli usein oma painonsa, jolloin prosessi on tapahtunut käytännössä talon sisäisesti menetelmät tuntien ja kontrollointi on ollut verrattain helppoa. Kehittynyt tekniikka ja muutokset prosesseissa ovat kuitenkin mahdollistaneet ja toisaalta myös luoneet edellytykset yhtenäiselle värinhallintajärjestelmälle. (1, s. 239; 14, s. 59.)

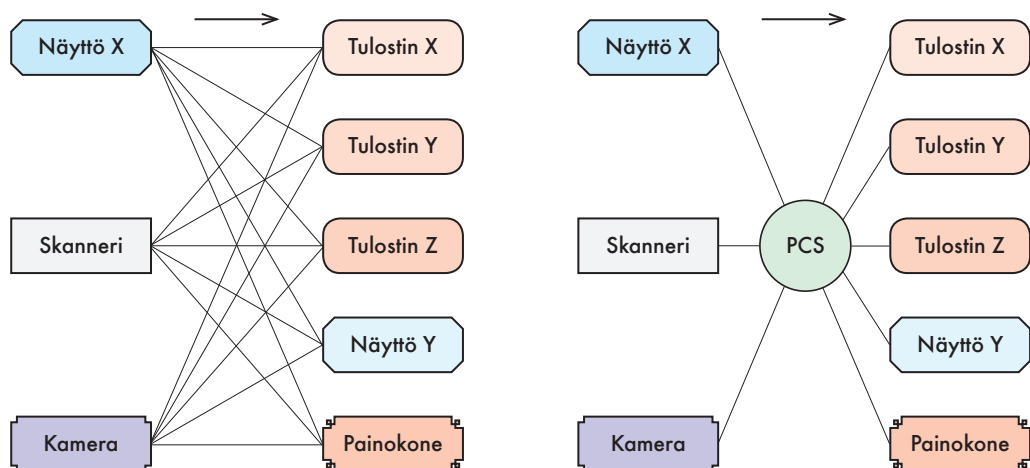
Ensimmäiset värinhallintajärjestelmät olivat lähinnä laitevalmistajien omiin tuotantoympäristöihin kehitettyjä, eikä niitä siis voitu hyödyntää yleisesti alalla. Yhtenäinen värinhallintajärjestelmä on kuitenkin kaikkien alalla toimivien etu, ja siksi alan merkittävät toimijat perustivat vuonna 1993 International Color Consortiumin (ICC) kehittääkseen yhtenäisen ja laiteriippumattoman värinhallintastandardin. Värinhallinnassa hyödynnet-

täviä väriprofileja kutsutaan ICC-profileiksi ja ne sekä nykyaikainen värinhallinta muutenkin perustuvat pitkälti ICC:n määrittelemiin normeihin. (10, s. 15; 15, s. 168.)

4.2.1 Värinhallintajärjestelmä

Nykyaikaiseen värinhallintajärjestelmään (CMS, Color Management System) sisältyvät värimuunnoslaskin (CMM, Color Management Module), yhdysavaruus (PCS, Profile Connection Space), väriprofiilit sekä värimuunnostavat (rendering intents) (10, s. 15).

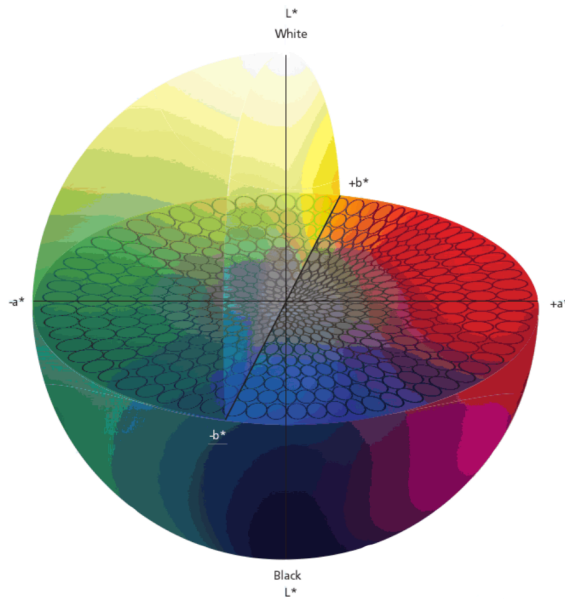
Esimerkiksi eri tulostimet toistavat värejä eri tavoin, joten pelkät CMYK- tai RGB-väriarvot eivät itsessään kerro paljoakaan siitä, miltä värin todellisuudessa tulisi näyttää. Sama CMYK-osavärien yhdistelmä ei välttämättä tuota samanlaista tulosta erimerkkisillä tulostimilla tai erityyppisille papereille tulostettuna. Tiettyjä olosuhteita kuvaavia väriarvoja tulkitaan suhteessa laiteriippumattomaan yhdysavaruuteen eli PCS:een. PCS on laiteriippumaton väriavaruus, joka kuvaa värejä mahdollisimman absoluuttisesti ja ihmisen näköhavaintoja vastaavasti. Ilman sitä laitteiden väliset värimuunnokset tulisi suorittaa yksilöllisesti, kun sen avulla ne taas voidaan suorittaa yhden yhteisen yhdysavaruuden kautta. (10, s. 16.) Tätä havainnollistetaan kuvassa 5.



Kuva 5. Laitteiden väliset värimuunnokset ilman yhdysavaruutta (vas.) ja yhdysavaruuden kanssa (oik.) (10, s. 16).

Värinhallinnassa käytetään tavallisesti CIExyz- tai CIELab-avaruutta PCS:na. CIExyz on CIE:n (Commision Internationale d'Eclairage) vuonna 1931 kehittämä kolmiulottei-

nen värimalli, joka muodostuu sini-, puna- ja viherkomponentteja edustavista x-, y- ja z- akselista. CIExyz-mallissa ei kuitenkaan huomioida värin vaaleutta eikä näköaistiin perustuvaa värieroa. Vuonna 1976 kehitettiin CIELab-järjestelmä, jossa L-akseli kuvaa vaaleutta, a-akseli värisävyjä punaisesta vihreään ja b-akseli värisävyjä sinisestä keltaiseen (kuva 6). Mittaamalla värinäyte spektrofotometrillä saadaan näytteen $L^*a^*b^*$ -arvot, jotka CIELab-malliin sijoitettuna kuvaavat kyseistä väriä. (10, s. 13–14.)

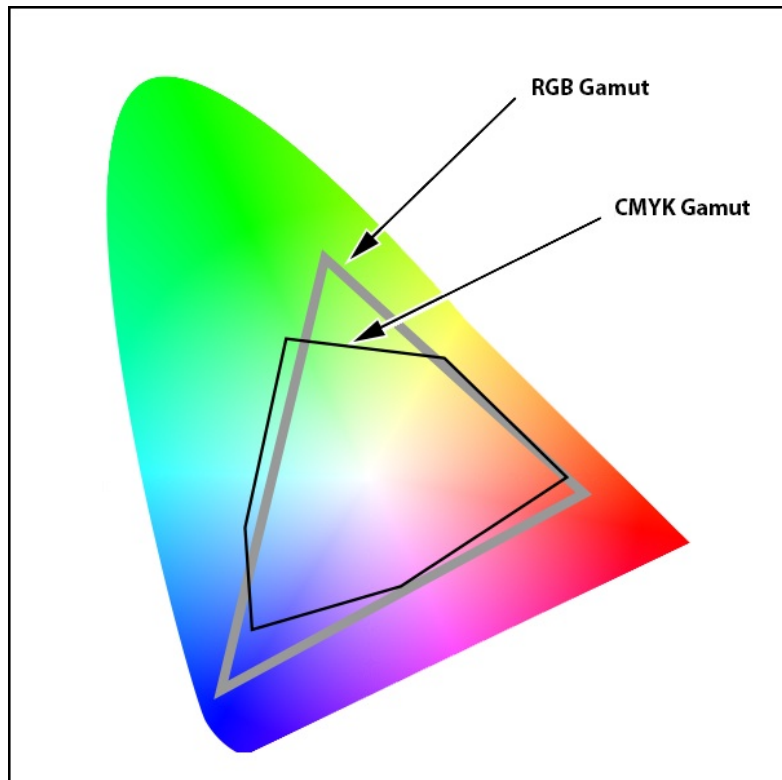


Kuva 6. Kolmiulotteisesti esitetty CIELab-väriavaruus (19).

Toiseen näytteeseen verrattaessa lasketaan värien välinen etäisyys, joka CIExyz-mallista poiketen vastaa ihmissilmän aistimaa värieroa. Tätä eroa kuvataan delta E - yksikön avulla. Kun se on alle yhden, on ero käytännössä olematon, ja kun se on yli kahden, on ero jo melko helposti havaittavissa. (10, s. 14; 16, s. 40.) Alkuperäisessä Delta E 1976 -mallissa väriero kahden värinäytteen välillä saadaan laskettua $L^*a^*b^*$ -erojen avulla siten, että toiseen potenssiin korotettujen delta $L^*:n$, delta $a^*:n$ ja delta $b^*:n$ summan neliöjuuri on yhtä kuin delta E (17). Tällä laskentatavalla saatavat värierot eivät kuitenkaan kuvaa kaikissa tapauksissa ihmisen havaitsemia värieroja kovinkaan hyvin, joten tätä varten on kehitetty uusia delta E -malleja, joista viimeisin on Delta E 2000. (10, s. 14.) Koska ihmissilmä on esimerkiksi herkempi sävy- kuin vaaleuseroille, painotetaan Delta E 2000 -mallissa värieroa laskiessa vaaleutta eli L^* -arvoa eri lailla sen voimakkuudesta riippuen (18).

Koska eri laitteet ja olosuhteet toistavat värejä eri tavoin, tarvitaan niiden värintoistokykyä kuvaamaan väriprofiilit, jotta värejä voidaan eri laitteilla tulkita oikein. Väriprofiili on eräänlainen taulukko, joka sisältää tiedot laitteen toistamista CMYK- tai RGB-väriarvoista ja niitä vastaavista CIELab- tai CIExyz-arvoista. Esimerkiksi tietyn CMYK-profiilin tietyt CMYK-arvot vastaavat tiettyjä CIELab-arvoja, jotka taas vastaavat toisia CMYK-arvoja toisessa CMYK-profiilissa. Värimuunnos profiilista toiseen tehdään PCS:n kautta niin, että lähdeprofiilin arvot muunnetaan CIELab-arvoiksi ja siitä vastaamaan kohdeprofiilin arvoja. Profiili itsessään ei siis tee mitään vaan ainoastaan kuvaa värintoistoa tietyissä olosuhteissa. Koska jokaisen mahdollisen väriyhdistelmän kuvaamiseen tarvittavan tiedoston koko olisi varsin suuri, eivät profiilit myöskään sisällä tietoa jokaisesta väristä, jota kyseisissä olosuhteissa kyetään toistamaan, vaan valikoiman oleellisia värejä, joiden perusteella CMM laskee puuttuvat värit. Ilman profiilia värit toistuvat eri laitteilla eri tavoin, kun taas profiilien avulla värinhallintajärjestelmä tietää, mitä CIELab-värejä tiedoston CMYK- tai RGB-arvot edustavat ja sovittaa ne kyseisen laitteen värintoistoa vastaaviksi. (10, s. 17.)

Laitteen toistoavaruus (gamut, kuva 7) määrittää sen, kuinka laajalla alueella laite kykenee värejä toistamaan (21, s. 263). Koska jotkut laitteet kykenevät toistamaan värejä laajemmalla alueella kuin toiset, joudutaan usein värimuunnosta suorittaessa tekemään jonkinlaisia kompromisseja. Jos lähdeprofiilin toistoavaruus on suurempi kuin kohdeprofiilin, täytyy muunnosta tehtäessä määritellä, kuinka kohdeavaruuden ulkopuolelle jääviä värejä käsitellään. Tätä varten on olemassa erilaisia värinmuunnos- eli näköistystapoja (rendering intents), joissa värimuunnos suoritetaan hieman eri tavoin. Muunnostapoja on neljä, ja niitä saatetaan ohjelmistosta riippuen kutsua hieman eri nimillä. Useimmille tutuimpia nimityksiä ovat luultavasti muun muassa Photoshopin käyttämät Perceptual (havainnollinen), Relative Colorimetric (suhteellisen kolorimetrinen), Saturation (kylläisyys) ja Absolute Colorimetric (absoluuttisen kolorimetrinen), joista Perceptual ja Relative Colorimetric ovat valokuvien kannalta käyttökelpoisimmat. (10, s. 20; 22, s. 10)



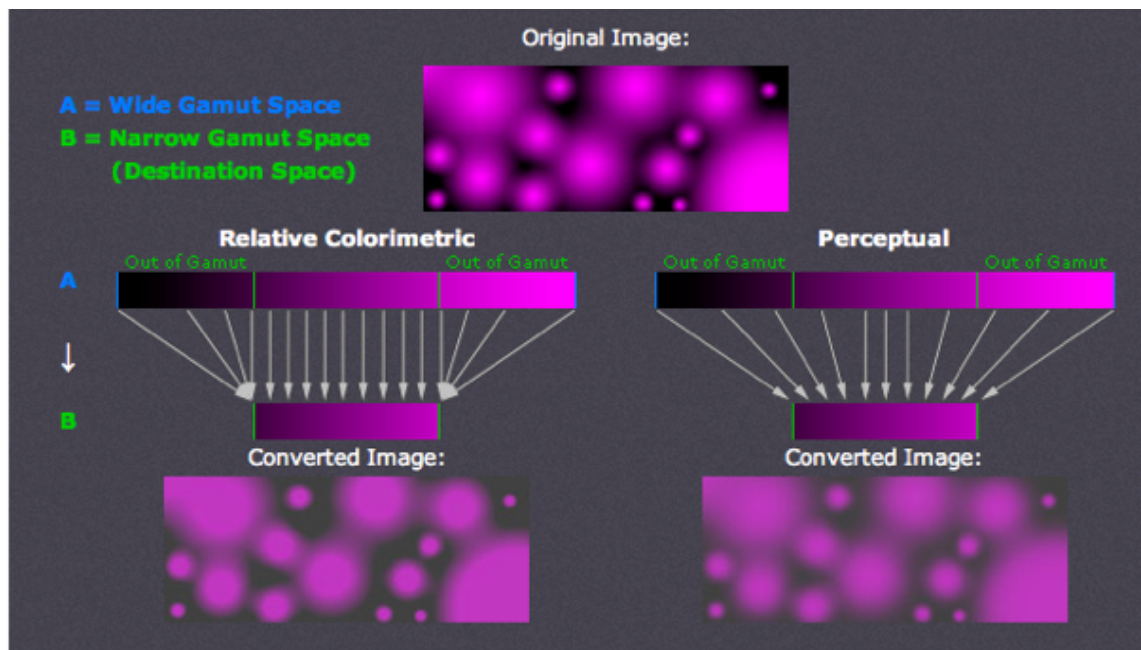
Kuva 7. Esimerkit CMYK- ja RGB-toistoavaruuksista osana ihmisen havaitsemaa väriavaruutta (värillinen alue kuvassa) (20).

Havainnollisessa tavassa pyritään säilyttämään alkuperäistä vastaava värivaikutelma supistamalla värit lähdeprofiilista kohdeprofiiliin siten, että värien väliset suhteet säilyvät samoina. Kohdetilan ulkopuolelle jäävät värit muunnetaan lähimmiksi kohdetilan sisällä oleviksi väreiksi ja muut värit suhteutetaan niihin, jolloin kuvan kokonaisvaikutelma säilyy varsin hyvin, vaikka väriarvot eivät vastaisikaan alkuperäisiä. (10, s. 20.)

Kylläisyysmuunnoksessa lähdeprofiilin kylläiset värit muunnetaan vastaamaan kohdeprofiilin kylläisiä värejä. Tapa soveltuu lähinnä esitysgrafikkaan, jossa kontrasti ja selkeät värierot ovat tärkeitä. (10, s. 20.)

Suhteellisen kolorimetrisessä muunnoksessa kaikki kohdeväritilan sisällä olevat värit muunnetaan vastaaviksi ja ulkopuolelle jäävät värit muunnetaan lähimmiksi kohdetilan sisällä oleviksi väreiksi. (10, s. 20.) Näin suuri osa alkuperäisen kuvan väreistä toistuu oikein, mutta yksityiskohtia saatetaan menettää kuvan tummassa päässä, mihin tosin auttaa Black Point Compensation -asetuksen käyttö (22, s. 10). Kuvassa 8 esitetään esimerkki värimuunnoksesta havainnollisen ja suhteellisen kolorimetrisen muunnostavan mukaan.

Absoluuttisen kolorimetrinen tapa eroaa suhteellisesta siten, että lähde- ja kohdetilojen valkopisteen tulee olla sama, eli jos lähdekuvan valkoinen piste vivahtaa punaiseen ja kohdeprofiilin valkoinen piste on keltaisempi, lisätään kohteen valkoiseen punaista vaikutelman ylläpitämiseksi. Suhteellisessa tavassa valkoista taas ei muuteta vastaamaan kohdetilaa vaan painamaton alue eli painoalustan väri vastaa kuvan valkoista. (10, s. 20.)



Kuva 8. Toistovaruuden ulkopuolelle jäävien värien käsittely suhteellisen kolorimetrinen (Relative Colorimetric, vas.) ja havainnollisen (Perceptual, oik.) näköistystavan mukaan (23).

CMM:n tehtävä on suorittaa värimuunnos kahden väritilan välillä yhdysvaruuden kautta. Lähdeprofiilin arvot muunnetaan vastaaviin yhdysvaruuden arvoihin, joista ne muunnetaan vastaamaan kohdeprofiilin arvoja. Värihallintajärjestelmän tulee siis kyetä tulkitsemaan väriprofiileja ja yhdysvaruutta sekä tekemään muunnoksiin tarvittavat laskelmat eri konvertointitavoilla. Koska väriprofiilit eivät sisällä tietoa jokaisesta mahdollisesta väriyhdistelmästä, tulee CMM:n myös laskea puuttuvat CMYK- tai RGB-arvot tiedossa olevien väriarvojen perusteella. (10, s. 17.)

4.2.2 Väriprofiilit ja niiden käyttö

Laitteen profilointi tarkoittaa laitteen värintoistokyvyn määrittämistä, jonka pohjalta voidaan muodostaa kyseisiä olosuhteita kuvaava väriprofiili (ICC-profiili) (12, s. 54, 64).

Käytännössä profilointi suoritetaan erilaisia värikenttiä mittaamalla. Esimerkiksi tulostinta profiloitaessa tulostetaan laajan valikoiman erilaisia värikenttiä sisältävä testiarkki ja mitataan se spektrofotometrillä tai muulla tarkoitukseen soveltuvalla mittarilla. Mittausten pohjalta luodaan tiedosto, joka sisältää tiedot kenttien CMYK-arvoista ja mitatuista Lab-arvoista. Tätä tietoa kutsutaan luonnehdintatiedoksi (characterization data), ja sen pohjalta voidaan luoda varsinainen väriprofiili, joka sisältää tiedot myös esimerkiksi kokonaisvärimäärästä ja muista värierotteluasetuksista. (10, s. 32; 12, s. 64.)

Väriprofiilit voidaan jakaa syöttö-, näyttö- ja tulostusprofiileihin (input, screen ja monitor profiles). Syöttöprofiilit kuvaavat skannereita ja digitaalikameroita eli nimensä mukaisesti syöttölaitteita, näyttöprofiilit taas kuvaavat näyttöjä sekä videotykkejä ja tulostusprofiilit painokoneita ja tulostimia. Syöttö- ja näyttöprofiilit kuvaavat RGB-väritiloja ja tulostusprofiilit CMYK-väritiloja. (10, s. 15–17.)

Lisäksi voidaan tehdä jako lähde- ja kohdeprofiileihin (source ja destination profiles). Syöttöprofiilit toimivat ainoastaan lähdeprofiileina, mutta näyttö- ja tulostusprofiilit voivat olla niin lähde- kuin kohdeprofiilejakin. Esimerkiksi CMYK-tulostusprofiilissa olevaa tiedostoa tietokoneen näytöllä tarkastellessa muunnetaan värit tulostusprofiilista näyttöprofiiliin, mutta vastaavaa tarvetta ei näyttö- tai tulostusprofiilista syöttöprofiiliin muuntamiseen juuri koskaan ole. (10, s. 16–17; 22, s. 7.)

Tavanomaiseen värimuunnokseen kahden profiilin välillä liittyy kuitenkin myös joitain ongelmia esimerkiksi mustan osavärin puhtaana säilymisen suhteen. Jos pelkästä mustasta osaväristä koostuvaa tekstiä käsitellään värimuunnoksessa samoin kuin muitakin värejä ja elementtejä, voi teksti muuttua neliväriseksi, mikä taas johtaa lähes poikkeuksetta huonompaan lopputulokseen. (16, s. 53.) Tätä varten on mahdollista luoda niin kutsuttuja DeviceLink-profiileja, jotka yhdistävät kaksi väriprofiilia yhdeksi optimoiduksi linkkiprofiiliksi. DeviceLink-profiilin avulla muunnos kahden ennalta määritellyn profiilin välillä voidaan suorittaa huomattavasti tarkemmin ja räätälöidymmin kuin tavallisessa värimuunnoksessa. Lähde- ja kohdeväriarvot voidaan määrittää vastaamaan suoraan toisiaan, jolloin värejä ei enää muunneta yhdysavaruuden kautta ja esimerkiksi musta osaväri voidaan määrittää säilymään ennallaan. DeviceLink-profiilit ovatkin varsin hyödyllisiä muunnettaessa värejä CMYK-profiilista toiseen. (12, s. 157.)

Väriprofiilit voivat olla matriisi- tai taulukkopohjaisia, joista matriisipohjaiset (matrix) soveltuvat kuvaamaan yksinkertaisempia ja taulukkopohjaiset (Look-Up Table, LUT)

monimutkaisempia olosuhteita. Matriisipohjaiset profiilit käyttävät suositusväritilana CIExyz:ä ja ne perustuvat yhdeksän parametrin matriisiin (3 * 3), jonka avulla R-, G- ja B-arvoja vastaavat x-, y- ja z-arvot saadaan selville. Ne sopivat hyvin kahden kolmi-kanavaisen väritilan välisiin muunnoksiin, jollaisia tarvitaan esimerkiksi näyttöprofiileissa. CIELabia suositusväritilanaan käyttävät taulukkopohjaiset profiilit taas pohjautuvat taulukkoon, joka sisältää tiedot eri lähde- ja kohdeväriarvoista eli RGB- tai CMYK-arvoista ja niitä vastaavista Lab-arvoista. Väriarvojen määrä riippuu mitattujen värinäytteiden määrästä, ja näin ollen taulukkopohjaiset profiilit voivatkin olla tiedostokooltaan huomattavasti matriisipohjaisia suurempia. Taulukkopohjaiset profiilit myös tukevat matriisipohjaisista poiketen kaikkia neljää värinmuunnostapaa. Siitä, onko profiili matriisi- vai taulukkopohjainen, ei suoraan voida päätellä, millainen profiili on kyseessä, mutta esimerkiksi tulostusprofiilit ovat käytännössä aina taulukkopohjaisia. (10, s. 17.)

ICC on rekisteröinyt erilaisia ISO:n (International Organization for Standardization) standardeihin perustuvia väriprofiileja määrittelemään yleisiä paino-olosuhteita. Esimerkiksi ISO 12647 -standardiin perustuva ja FOGRA39-luonnehdintatiedon pohjalta luotu Coated FOGRA39 -profiili kuvaa tyypillisen offsetpainon olosuhteita päällystetylle paperille painettaessa. (24; 25) Digitaaliseen painamiseen vastaavia standardeja ei ole, joten siinä pyritään usein simuloimaan yleisimpiä paino-olosuhteiden standardeja, kuten tässä työssä tavoitteena oleva Coated FOGRA39. Tarkoitus on siis saada kone toistamaan värit samoin kuin esimerkiksi tietyissä offsetpaino-olosuhteissa. Näin ollen värit muunnetaan tulostimen RIPissä standardiprofiilista käytössä olevaa olosuhdetta kuvaavaan tulostusprofiiliin, jolloin tulos vastaa mahdollisimman hyvin simuloitavaa painostandardia. (16, s. 88) Periaate on siis sama kuin värejä tietokoneen näytölle sovitettaessa. Molemmissa tapauksissa värit muunnetaan lähdeprofiilista PCS:n kautta näyttö- tai tulostuslaitteen kohdeprofiiliin. (12, s. 68–69.)

Väriprofiilien käyttö on periaatteessa varsin yksinkertaista. Esimerkiksi digitaaliseen valokuvaan sisällytetty profiili kertoo, miten kuvaa on tarkoitus tarkastella, kun taas ilman profiilia on mahdotonta tietää tarkalleen, kuinka kuvan värejä tulisi tulkita. (10, s. 16–17.) Näin ollen kuvaa tai tiedostoa käsitellessä on mahdollisia seuraavia työvaiheita varten tärkeää ilmaista, mitä käytetyt väriarvot itse asiassa tarkoittavat.

Jotta väriprofiileja voidaan kunnolla hyödyntää tiedostojen käsittelyssä, tarvitaan värinhallintaa tukeva ohjelma, kuten Photoshop tai InDesign (7, s. 88–89). Värinhallinnan kannalta on tärkeää tarkistaa ohjelmien väriasetukset, jotka Adoben Bridge-ohjelmassa

voidaan määrittää koskemaan kaikkia Adobe'n ohjelmia, jolloin värejä kohdellaan ohjelmien välillä yhdenmukaisesti (26). Väriasetuksissa määritetään värimuunnostavan lisäksi se, missä tilassa tiedostoja tulkitaan eli mitä väriprofiilia käytetään oletustyötalana, sekä se, kuinka tiedostoja kohdellaan avatessa tai millaisia vaihtoehtoja niiden kohteluun tarjotaan. Jos kuva avataan esimerkiksi Photoshopissa, voidaan kuvaa käsitellä joko sen sisältämän profiilin mukaisessa tilassa, kääntää (convert) se hallitusti toiseen profiiliin tai määrittää (assign) sille jokin profiili. Vaikka värejä tulkitaankin aina jonkin profiilin kautta, ei kuvaan toki ole pakko määrittää mitään profiilia, mutta tällöin mahdollinen seuraava kuvan kanssa tekemisissä oleva henkilö ei välttämättä tiedä, kuinka tulkita värejä. Tiedostoa tallennettaessa on kuitenkin tehtävä valinta, sisällytetäänkö profiili tiedostoon vai ei. Jos kuvia käsittelevä henkilö vie kuvat seuraavaksi taitto-ohjelmaan, jossa määritetään lopullinen käyttötarkoitus taittotiedoston väriprofiilin mukaan, ei profiilin sisällyttämisellä välttämättä ole merkitystä henkilön itse tietäessä, kuinka kuvia kohdella, mutta jos kuvia tullaan esimerkiksi käsittelemään jonkun muun toimesta, kannattaa väriprofiili kuvaan sisällyttää. (22, s. 70–73; 26.) Painotalojen ohjeistus ja toiveet profiilien käytön suhteen voivat kuitenkin vaihdella, joten painotiedostoa tehtäessä kannattaa varmistaa esimerkiksi, mitä profileja suositellaan käytettävän, sisällytetäänkö profiilit tiedostoon vai ei ja mikä PDF-versio valita. Monet painot myös tarjoavat käyttämänsä tulostusprofiilit asiakkaiden käyttöön ladattaviksi.

Kaikissa ohjelmissa käytetään jotain profiilia, vaikka käyttäjä ei siihen pääsisi vaikuttamaan. Esimerkiksi Windows-käyttöjärjestelmässä käytetään oletuksena sRGB-tilaa ohjelmissa, joissa värinhallintavalintoja ei pääse itse tekemään. Myös Office-ohjelmat käyttävät sRGB:tä, joten värinhallinnan kannalta esimerkiksi Wordilla tehtyjä tiedostoja onkin turvallisinta kohdella kyseisen profiilin mukaisina. (22, s. 8.)

Väriprofiilien tiedostopääte voi hieman ohjelmistosta riippuen olla icc tai icm. Profiilien sijainti käyttöjärjestelmässä voi myös vaihdella, mutta Mac-käyttöjärjestelmässä niiden tavallinen tallennuspaikka on MacHD/Library/Colorsync/Profiles. Tätä kautta värinhallintaa tukevat ohjelmat hakevat profiilit käyttöönsä, joten uudet profiilit otetaan käyttöön yksinkertaisesti sijoittamalla profiilitiedostot kyseiseen kansioon. (22, s. 7–9.)

5 Värihallinnan kehittäminen yrityksessä

5.1 Nykytilanne

Tällä hetkellä värihallintaa sovelletaan insinööriyön tilaajayrityksessä töiden vaihtelevan luonteen ja laadun takia hieman tilanteen mukaan. Asiakkaat ohjeistetaan käyttämään CMYK-profiilina Coated FOGRA39:ää riippumatta siitä, mille paperille työ lopulta painetaan. Kääntämällä värit RIPissä käytössä olevalle paperille sopivaan tulostusprofiiliin voidaan FOGRA39:ää jäljitellä niin päällystetyille kuin päällystämättömällekin paperille. Toistaiseksi tämä ei tosin onnistu niin hyvin kuin papereille luotujen omien tulostusprofiilien kanssa voidaan olettaa sujuvan. Muutkin profiilit käyvät, kunhan käytetty profiili ilmoitetaan tai sisällytetään tiedostoon. Myös RGB-aineistot kelpaavat, ja monissa tapauksissa tiedostot säilytetäänkin RGB-muodossa niin pitkälle kuin mahdollista eli käänös CMYK-väreihin tapahtuu vasta RIPissä. RGB-lähdeprofiiliksi RIPissä on tällä hetkellä määrätty sRGB, mutta Adobe RGB voisi myös olla harkinnanarvoinen vaihtoehto.

Asiakkaiden ohjeistuksessa voisi joka tapauksessa olla kehitettävää, jotta tiedostojen käsittely oikein helpottuisi. Toistaiseksi asiakkaita on opastettu PDF:n tekemisessä joko sanallisesti tai valintaikkunoista otettujen ruutukaappausten avulla. Valmiit työasetukset (joboptions-tiedosto) voidaan myös tarjota asiakkaalle. Tarkoitus on kuitenkin ryhtyä hyödyntämään PDF/X-standardia, jonka avulla värihallintaa ja työnkulkua muutenkin voidaan helpottaa ja automatisoida.

Yritys käyttää Adobe-ohjelmissa yhteisinä esiasetuksina Euroopan oletusstandardia, jonka mukaisesti CMYK-työtilana on Coated FOGRA39 ja RGB-työtilana AdobeRGB. Oletuksena tiedostoja kohdellaan siis FOGRA39-profiilin omaavina, jos toisin ei ole ilmoitettu. Tiedostot avataan yleensä Acrobat Pro -ohjelmaan tarkasteltaviksi, jossa voidaan suorittaa preflight-esitarkistus mahdollisten ongelmien varalta sekä muutenkin tutkia tiedostoa. Tässä vaiheessa myös havaitaan, onko tiedostoon sisällytetty joitakin muita profiileja, jolloin tiedostoa myös voidaan tarkastella oikeassa profiilissa ja näin nähdä tiedosto näytöllä sellaisena, kuin sen on tarkoitus olla. Acrobatin Output preview -esikatselussa voidaan valita väriprofiili, jonka kautta värejä tulkitaan, ja oletuksena se on muidenkin ohjelmien tapaan Coated FOGRA39. PDF/X-standardilla tehtyyn PDF:ään sisällytetään Output intent -nimellä kulkeva tieto tarkoitettusta tulostuskohteesta.

ta eli käytännössä halutusta tulostusprofiilista (28). Jos tiedostoon on määritetty Output intent, valitsee Output preview oikean profiilin automaattisesti.

Käytännössä tilanne on kuitenkin monesti se, ettei asiakkaalla ole riittävästi tietoa värinhallinnasta tai painotuotannosta muutenkaan oikeanlaisen tiedoston luomiseksi. Monella graafisella alalla työskentelevälläkään ei välttämättä ole paljoakaan tietoa värinhallinnasta tai väriprofiilien käytöstä. Varsin yleistä on, että esimerkiksi graafikolla on mielessään yrityksen graafista ilmettä varten tarkat CMYK-arvot, joiden hän olettaa tarkoittavan samaa painomenetelmästä tai olosuhteista riippumatta. Jos tiedostoon ei ole sisällytetty mitään profileja tai sen Output intentiä ei ole määritelty, on tarkkaa haluttua tulosta kuitenkin mahdotonta tietää varsinkaan, jos asiakas itsekään ei ole varma, miten on työskennelty. Jos tiedostoa kohdellaan Coated FOGRA39 -profiilin omaavana, mutta asiakas onkin luonut aineiston esimerkiksi Uncoated FOGRA29 -tilassa, eivät värit tule toistumaan täysin sellaisina kuin olisi tarkoitus. Lisätietojen kysyminen asiakkaalta ei välttämättä tällaisissa tapauksissa selvennä asiaa, joten painajan tulee käyttää harkintaansa mahdollisimman oikeanlaisen tuloksen aikaansaamiseksi. Asiakkaalla ei välttämättä ole muutenkaan esimerkiksi kalibroituja näyttöä käytössään, jolloin työnkulku on värinhallinnan suhteen jo lähtökohtaisesti epäonnistunut. Tuttujen asiakkaiden osalta usein kuitenkin tiedetään, kuinka kohdella tiedostoja, vaikkei niihin olisi profileja määriteltykään.

Töistä tulostetaan yleensä yksi tai useampia arkkeja ennen koko painoksen tulostusta esimerkiksi kohdistusta varten samalla työn oikeellisuutta muutenkin tarkastellen. Värejä vertaillaan silmämääräisesti näytöllä näkyvään tai aiemmin toimitettuun fyysiseen värimalliin. Tarkempien asiakkaiden kohdalla voidaan työstä myös tehdä vedos asiakkaan hyväksyttäväksi, jolloin värien oikeellisuus tarkistetaan vedokseen vertaamalla. Töistä säästetään Kansallisarkistoon menevien vapaakappaleiden lisäksi usein mallikappaleet, joten toistuvissa töissä väriä voidaan verrata aiempaan ja tehdä vertailun pohjalta tarvittavat värisäädöt.

Monia töitä on tehty useiden vuosien ajan, ja alkuperäiset mallit on voitu tuottaa aivan eri laitteistolla tai menetelmällä, eivätkä nykyiset koneet aina tuota läheskään samanlaista tulosta, vaikka työnkulku olisi teoriassa oikeanlainen. Alkuperäinen malli on voitu tehdä väärin, mutta asiakas on ollut siihen tyytyväinen, joten työ on toistuessaankin tehty samalla tavalla. Tästä syystä monia töitä varten on luotu omat tulostusprofiilit Fie-ryn valmiita profileja muokkaamalla tai luotu esimerkiksi käyntikortteja varten uudet

pohjatiedostot, joissa väriarvoja on muutettu niin, että ne tuottavat aiempaa vastaavan tuloksen uusilla koneilla tavanomaisesti tulostettaessa.

Valaistus on värien tarkkailussa myös oleellinen seikka, koska sama painotuote voi näyttää hyvinkin erilaiselta erilaisissa valaistuksissa. Painotuotannossa standardivalaistukseksi on määritelty D50 (5000 K), joka vastaa päivänvaloa, ja painotuotteen värien oikeellisuutta tuleekin siis arvioida tässä valaistuksessa. Toisaalta mahdollisuuksien mukaan on hyvä huomioida myös se, millaisessa valaistuksessa valmista tuotetta on tarkoitus katsella, ja tähdätä siihen, että värit näyttävät oikeilta kyseisessä ympäristössä. (16, s. 29.) Yrityksessä ei ole tällä hetkellä varsinaista valokaappia, mutta tiloissa, joissa värejä pääasiassa arvioidaan, on käytössä päivänvalolamput ja ulkoa tulevan valon pääsy tiloihin on estetty, jolloin värejä voidaan katsella vakaisissa ja oikeanlaisissa olosuhteissa. Uuden valokaapin hankinta on kuitenkin suunnitelmassa.

Muunnos varsinaiseen tulostusprofiiliin tehdään vasta RIPissä, ja siihen asti tiedosto pidetään useimmiten alkuperäisessä tilassaan. Tiedostot saattavat sisältää niin RGB- kuin CMYK-elementtejä, ja muunnettaessa tiedostoja CMYK-profiilista toiseen saattaa esimerkiksi musta teksti muuttua neljästä osaväristä koostuvaksi, kun taas RIP kykenee tulkitsemaan niin RGB- kuin CMYK-mustaa niin, että ne tulostetaan pelkällä mustalla osavärillä, joten värimuunnosta ei kannata turhaan tehdä etukäteen. Device link -profiilin avulla olisi mahdollista suorittaa muunnos etukäteen niin, että musta tai tarvittaessa muutkin osavärit vektorielementeissä säilyvät ennallaan, mutta tavanomainen värimuunnos profiilista toiseen esimerkiksi Acrobatissa aiheuttaa usein myös epätoivottuja muutoksia. (16, s. 53). Painamiseen käytettävä kone ei ole useimmiten tiedossa juurikaan etukäteen, joten tiedosto kannattaa säilyttää mahdollisimman pitkään molemmille koneille sopivana.

5.1.1 Värintoiston pitäminen vakaana

Jotta värihallinta todella toimii, tulee olosuhteiden olla mahdollisimman vakaat ja laitteiston asianmukaisesti huollettu ja kalibroitu. Kalibroinnin avulla laitteet asetetaan optimitilaan, jolloin värit toistuvat mahdollisimman luotettavasti ja oikein tehdyt profiilit kuvaavat vallitsevia olosuhteita. (10, s. 22, 31; 29, s. 2.) Esimerkiksi tulostimen kalibroinnissa testiarkilta mitattuja lukemia verrataan tavoitearvoihin ja sen perusteella värintoistoa muutetaan tarvittaessa vastaamaan tavoiteltua. Kalibrointi siis vaikuttaa konkreettisesti laitteen käyttäytymiseen, kun taas profilointi vain kuvaa sitä. (12, s. 54.)

Canon imagePress voidaan kalibroida yleispätevästi tai paperikohtaisesti. Tavallisesti yleispätevä kalibrointi riittää, mutta tarvittaessa voidaan suorittaa tarkempi kalibrointi eri paperityypeille. Automaattinen sävynsäätö (Automatic Gradation Adjustment) -nimisellä toiminnolla voidaan kalibrointi määrittää koskemaan joko kaikkia tai vain tiettyjä pape-reita. Tämän yrityksen tapauksessa säätö on valittu vaikuttamaan kaikkiin papereihin ja se suoritetaan tulostamalla kolme mitta-arkkia, jotka mitataan vuorotellen koneen skannerin avulla. Paperina käytetään Canonin suosittamaa päällystämätöntä paperia, ja mittaustulosten pohjalta kone laskee tarvittavat muutokset värinsyöttöön kaikkien papereiden osalta. Automaattinen sävynsäätö tehdään yleensä päivittäin tai lähes päivittäin. Säätöväli riippuu pitkälti siitä, havaitaanko värintoistossa muutoksia tai korjaus-tarvetta. Lisäksi sävynsäädön perään voidaan suorittaa Auto Correct Color -toimenpide, jos tavallinen kalibrointi ei vaikuta riittävältä. Yleensä tätä ei kuitenkaan tarvitse tehdä edes viikoittain. (29, s. 33.)

Vielä tarkempaan tulokseen päästään paperikohtaisella kalibroinnilla, jossa kalibrointi siis suoritetaan kullekin paperityypille erikseen. Toisin kuin suoraan painokoneeseen tehtävä automaattinen sävynsäätö, tämä kalibrointi suoritetaan Command WorkStatio-nin kautta palvelimelle. Tällöin tulostettavassa työssä otetaan huomioon värimuunnok-sen jälkeen vielä kalibroinnin perusteella luotu korjauskäyrä. Kalibrointia varten tuloste-taan mitta-arkki, joka mitataan käsin spektrofotometrillä tai skannataan painokoneen lasilta. Käsin mittaamisessa on suurempi mahdollisuus inhimillisiin mittavirheisiin esi-merkiksi käden epätasaisen liikkeen takia, mutta spektrofotometri on kuitenkin mitta-ustarkkuudeltaan skanneria parempi, joten yleensä mittaus suoritetaan käsin (10, s. 30). Koska kalibrointi tehdään kullekin paperityypille (plain, heavy thick, coated, heavy coated) erikseen, vie paperikohtainen kalibrointi jonkin verran aikaa ja paperia. Ohut päällystämätön paperi eroaa kuitenkin sen verran paljon paksusta päällystetystä kar-tongista, että mahdollisimman tarkkaa värintoistoa tavoiteltaessa on järkevää kalibroida ne erikseen. (29, s. 24.)

Poikkisuunnassa epätasaista väripintaa voidaan korjata Shading correction -toimenpiteellä, jossa tulostettavalta mitta-arkilta mitataan arkin reunasta reunaan kul-kevat samasta sävystä koostuvat värinauhut.

Toimenpiteet aloitetaan yleensä sävynsäädöstä, jonka jälkeen tehdään tarvittaessa epätasaisuuden korjaus ja lopuksi paperikohtainen kalibrointi. Ennen kalibrointia ko-noon on hyvä antaa lämmitä jonkin aikaa ja mielellään tulostaa sillä jotain. Esimerkiksi

mustavalkotyöt tai vähemmän tarkkuutta värien suhteen vaativat työt soveltuvat hyvin koneen lämmittelyyn.

Erilaisten painojäljessä esiintyvien häiriöiden korjaamiseen on lisäksi käytettävissä muutamia automaattisia säätötoimenpiteitä, kuten kiinnityshihnan tuorestus, koneen sisäpuolen puhdistus ja koronalankojen puhdistus. Puhdistustoimenpiteitä voidaan tehdä myös manuaalisesti, mutta tietyin turvallisuuteen ja takuuseen liittyvin rajoituksin. Monessa tapauksessa huolto tulee siis jättää valtuutetun huoltomiehen tehtäväksi. Säännölliset huollot ja esimerkiksi kehitysyksiköiden tai kuvarumpujen vaihdot laitevalmistajan puolesta liittyvät myös oleellisesti koneiden vakaaseen toimintaan.

Silmämääräisen arvioinnin ohella värintoiston oikeellisuutta voidaan mitata spektrofotometrin avulla. Tällä hetkellä yrityksessä ei säännöllisesti käytetä mitään tiettyä mittaus- tai testiarkkia, mutta tämän työn myötä sekin muuttuu.

Olosuhteiden tulee olla muutenkin vakaat, sillä esimerkiksi ilmankosteus vaikuttaa koneiden toimintaan ja papereiden käyttäytymiseen (10, s. 31). Yrityksessä on käytössä ilmankostutin, mutta kosteuden pitäminen aina vakaana on haastavaa, sillä tilat ovat verrattain pienet eikä koneita saada täysin eristettyä ulkoilman vaikutuksilta. Tähänkin on tarkoitus tulevaisuudessa paneutua enemmän.

5.1.2 Command WorkStationin väriasetukset

Väriasetukset määritetään Command WorkStation -käyttöliittymässä työkohtaisesti. Valmiit oletusasetukset ovat kuitenkin voimassa jokaisessa työssä, jos niihin ei kosketa. Koska työt saattavat olla keskenään hyvinkin erilaisia, tehdään asetuksiin usein joitain muutoksia. Yrityksessä oletusarvot on määritetty siten, että RGB-lähdeprofiilina on sRGB ja CMYK-lähdeprofiilina Coated FOGRA39. Asetuksissa on kuitenkin valittu myös, että sisällytettyjä profiileja käytetään näiden sijaan, jos sellaisia tiedostossa on. FOGRA39:n ja sRGB:n lisäksi valittavissa on muutamia muita yleisiä lähdeprofiileja, ja niitä voidaan tarvittaessa lisätä kiintolevyllä. Toisen koneen yhteydessä olevan ulkoisen RIPin asetuksissa on lisäksi valittavissa myös PDF/X-tyyppisen tiedoston Output intentin huomioiminen, jolloin Output intentiksi määritetty profiili korvaa sisällytetyn profiilin tapaan oletuslähdeprofiilin.

Command WorkStationiin on asennettu valmiit tulostusprofiilit viidelle eri paperityypille, joita ovat plain (ohut päällystämätön), thick ("keskiverto" päällystämätön), heavy thick (paksu päällystämätön), coated (päällystetty) ja heavy coated (paksu päällystetty). Tulostusprofiili määräytyy oletuksena käytetyn paperin neliömassan mukaan sekä sen, onko paperi päällystetty vai päällystämätön. Tarvittaessa tulostusprofiili vaihdetaan kyseistä työtä varten aiemmin muokattuun profiiliin tai käytössä olevaa profiilia muokataan tarpeen mukaan.

Värimuunnoksessa käytetään kohdeprofiilin värierottelua ja mustan laskentaa (Full Output GCR), jolloin värivaikutelma säilyy mahdollisimman samanlaisena. Joissain tapauksissa saatetaan kuitenkin haluta säilyttää esimerkiksi pelkästä magentasta muodostuva värikenttä puhtaana, jolloin voidaan valita käyttöön Pure primaries, joka säilyttää vektorielementtien päävärit sellaisinaan eikä siis lisää joukkoon värivaikutelman säilyttämiseksi esimerkiksi muutamaa prosenttia syaania. Black point compensation (BPC) on myös käytössä, jolloin lähdeprofiilin musta piste sovitetaan kohdeprofiilin mustaksi. Tämän avulla voidaan välttää tumman pään menemistä tukkoon tilanteissa, joissa lähdeprofiilin toistoala on suurempi kuin tulostusprofiilin. (30, s. 129.)

Teksti- ja vektorielementeissä musta osaväri säilytetään oletuksena sellaisenaan, jotta vältetään esimerkiksi mustan tekstin muuttumisesta nelivärimustaksi. Musta teksti ja grafiikka on määritetty päällepainaviksi ja muiden osavärien osalta päällepainatus (overprinting) on oletuksena voimassa siten, kuin se tiedostoon on määritelty. Värimuunnostapa (rendering intent) RGB:stä CMYK:ksi on oletuksena Photographic, joka vastaa ICC-määriteltyä Perceptual-tapaa. Tätä voidaan tarpeen mukaan muuttaa aiheeseen sopivammaksi, ja monesti Relative colorimetric onkin vartenotettava vaihtoehto. Lisäksi spottivärien sovitus CMYK:ksi (Spot color matching) on käytössä, joskin Pantone-värien käyttöä digipainossa tulisi jo lähtökohtaisesti välttää, sillä suurta osaa niistä ei sellaisinaan kyetä toistamaan. Jos asiakas on niitä kuitenkin käyttänyt, voi RIPin suorittamaa värimuunnosta parempi vaihtoehto olla muuttaa ne CMYK-muotoon jo esimerkiksi Acrobatissa. (16, s. 139.)

Jo työkohtainen paperivalinta vaikuttaa käytettävästä tulostusprofiilista tai muista asetuksista huolimatta välillisesti myös väreihin, sillä paperikohtaisesti määritetty neliömassa vaikuttaa esimerkiksi kiinnitysyksikön lämpötilaan ja sitä kautta värintoistoon. Paperikohtaisesti voidaan tehdä erilaisia myös väreihin vaikuttavia valintoja esimerkiksi

siirtojännitteen suhteen. Näin ollen paperin tulee myös olla oikein määritelty, jotta tuloksen voidaan odottaa olevan oikeanlainen. (29, s. 80.)

Jos värit näyttävät oletusasetuksilla tulostettuina paperilla vääriltä, voidaan asetusten muuttamisen lisäksi tulostusprofiiliin värintoistokäyriä muokata tarpeen mukaan. Profiiliin muokkausikkunassa on esimerkiksi Photoshopin Curves-toimintoa muistuttava näkymä, jossa osavärien toistokäyriä voidaan muokata haluttuun suuntaan. Muutosten pohjalta tallennetaan uusi profiili, joka valitaan käyttöön työn asetuksissa. Magentan ja keltaisen osavärien on todettu toistuvan varsinkin vaaleissa sävyissä valmiilla profiileilla liian voimakkaina, joten valmiita profiileja muokkaamalla on luotu vaihtoehtoiset profiilit, jotka soveltuvat käyttöön keskimäärin valmiita profiileja paremmin.

Bypass Conversion -valinnalla sen sijaan käännöstä tulostusprofiiliin ei RIPissä enää suoriteta, vaan CMYK-arvot toistetaan sellaisinaan. Kalibrointi kuitenkin huomioidaan. Tätä vaihtoehtoa voidaan käyttää, jos tiedosto on jo valmiiksi oikeassa tulostusprofiilissa. Koska tulostukseen käytettävää painokonetta ei kuitenkaan välttämättä tiedetä juurikaan ennen varsinaista tulostamista, on kätevintä suorittaa käänнос vasta RIPissä, jolloin tiedosto on mahdollisimman pitkään yhtä sopiva kummallekin koneelle.

Koneilla voidaan tulostaa myös kokonaan ilman värinhallintaa. ColorWise Off -valinnalla värinhallinta on kokonaan poissa käytöstä ja CMYK-arvot toistetaan sellaisinaan eikä profiileja tai kalibrointia huomioida. Tälläkin tavalla voidaan saada aikaan melko hyvää jälkeä, eikä kovin suuria värieroja profiilit huomioiden tulostettuun edes välttämättä esiinny, mutta yhtä lailla tulos voi olla varsin kaukana toivotusta, joten ColorWise Off -vaihtoehto on värinhallinnan hylätessään varsin epäluotettava valinta. Profiileiden huomioimatta jättäminen tekee profiileja oikein käyttäneen graafikon työn monilta osin turhaksi.

5.2 Profiilien luonti

5.2.1 Näyttöprofiili

Jotta painetun tuotteen värien oikeellisuutta voidaan luotettavasti verrata tietokoneen näytöllä näkyviin väreihin, tulee näytön olla profiloitu ja kalibroitu. Käsitteet saattavat helposti sekoittua, sillä esimerkiksi Mac OS X -käyttöjärjestelmän omassa sovellukses-

sa kalibrointi ja profilointi tehdään käytännössä samanaikaisesti niin, että varsinaisen kalibroinnin pohjalta luodaan itse profiili. Tässä käyttöjärjestelmän sovelluksessa kalibrointi perustuu silmämääräiseen arviointiin, eikä se sen vuoksi ole yhtä luotettava vaihtoehto kuin spektrofotometrillä suoritettava mittaust. (10, s. 21–23.) Näin ollen kalibrointiin ja profilointiin käytetään tässä tapauksessa X-Riten i1 Pro 2 -spektrofotometriä.

Ennen profiilin luontia tulee näytön olla kalibroitu. Tässäkin työssä käytettävässä i1 Display Control -sovelluksessa tehdään sekä kalibrointi että profilointi samassa yhteydessä, eli varsinaista kalibrointia ei tarvitse erikseen suorittaa. Ennen kuin itse kalibrointi aloitetaan, tulee näyttö puhdistaa pyyhkimällä sormenjäljistä, pölystä ja muusta mahdollisesta liasta. Näytön tulee myös antaa lämmitä mielellään ainakin puoli tuntia eli suoraan koneen käynnistyksen jälkeen ei kalibrointia tule aloittaa. Valaistuksen on hyvä olla hieman hämärä, tai ainakaan kovin kirkkaita valoja ei tulisi kalibroidessa näyttöön päin suunnata. (22, s. 42.) Valaistuksen tulisi muutenkin näyttöä käytettäessä olla vakaa, ja yrityksessä onkin ulkopuolisen valon pääsy estetty tilaan, jossa tietokoneita käytetään eikä näyttöihin kohdistu kirkkaita valoja. (15, s. 182–183.)

Varsinainen prosessi alkaa spektrofotometrin kalibroinnilla ja tiettyjen lähtöarvojen määrittelyllä. Määritettävät arvot ovat näyttötyypin lisäksi värilämpötila, valkoisen pisteen tavoitekirkkaus (luminanssi) ja gamma. Kyseessä oleva näyttö on nestekide- eli LCD-näyttö, joten tyypiksi valitaan LCD. Värilämpötilaksi valittiin 5500 K, koska vaikka 5000 K vastaa graafisen alan suosituksia, koettiin 5500 K:n tuottavan neutraalimman tuloksen. Tavoitekirkkaudeksi asetettiin 120 cd/m^2 . Gamma-arvoksi valittiin 2.2, joka on nykyaikaisilla näytöillä melko luotettava valinta. (22, s. 55.) Se on myös AdobeRGB- ja sRGB-tilojen käyttämä gamma-arvo (12, s. 132–133). Tämän jälkeen voidaan vielä valita, säädetäänkö RGB-säädöt, kirkkaus ja kontrasti itse manuaalisesti, vai annetaanko sovelluksen tehdä ne. Tähän vaikuttaa jo se, millaisia säätömahdollisuuksia näyttöön ylipäättään on, ja koska kyseisessä Macin näytössä ei ulkoisia säätimiä ole kuin kirkkaudelle, valittiin manuaalisesti ainoastaan sen säätäminen. Tavoitekirkkaus voitaisiin myös määrittää mittamaalla huoneen valaistuksen kirkkaus, mutta sitä ei tässä tapauksessa tehty.

Tämän jälkeen suoritetaan varsinainen profilointi, jossa spektrofotometri asetetaan näytölle eriväristen valokenttien mittaamista varten. Yksinkertaisimmillaan tämän jälkeen ei tarvitse kuin odottaa spektrofotometrin mitatessa näytölle tulevia valoja. Jos aiemmin mainitut säädöt on valittu manuaalisesti tehtäviksi, ne tehdään ohjeiden mu-

kaisesti vuoroillaan. Tässä tapauksessa kirkkaus säädettiin käsin, jolloin näytöllä näkyy mittapalkki, jolle sillä kulkeva osoitin tulee keskittää kirkkaussäätöjä tarpeen mukaan muuttamalla.

Mittaustulosten pohjalta ohjelma laskee näyttöprofiiliin, joka valmistuttuaan otetaan ole- tuksena automaattisesti käyttöön. Profiiliin voi käydä vaihtamassa OS X:ssä järjestel- mäasetuksien kautta Näytöt-välilehdellä. Uutta profiilia voidaan vertailla vanhempaan valitsemalla vuorotellen eri profiili käyttöön ja silmämääräisesti arvioida tulosta. Tässä tapauksessa tulos näytti hyvältä ja oikeanlaiselta, ja uusi profiili otettiin käyttöön.

LCD-näytön kalibrointi olisi hyvä suorittaa jopa viikoittain, mutta käytännössä hieman harvemmallakin tahdilla pärjätään. Tässä tapauksessa käytettävä näyttö kalibroidaan suunnilleen kerran kuukaudessa. Jos kuitenkin havaitaan muutoksia tai esimerkiksi näytönohjain vaihdetaan, tulee kalibrointi suorittaa uudestaan. (22, s. 41.)

5.2.2 Tulostusprofiilit

Mikään tulostusprofiili ei kuvaa koko painokonetta vaan tiettyjä olosuhteita, eli esimer- kiksi käytettävä paperi ja rasterityyppi vaikuttavat tulokseen. Kaikkia käytössä olevia papereita varten tulisi siis luoda omat profiilinsa, mutta koska yrityksessä käytetään varsin monenlaisia papereita, keskitytään tässä vaiheessa luomaan profiilit vain ylei- simpiä papereita varten. Näitä profiileja voidaan kuitenkin hyödyntää muidenkin paperi- en kohdalla tietyin varauksin, ja ajan ja tarpeen myötä voidaan erikoisemmille papereil- le luoda omat profiilinsa. (7, s. 92.)

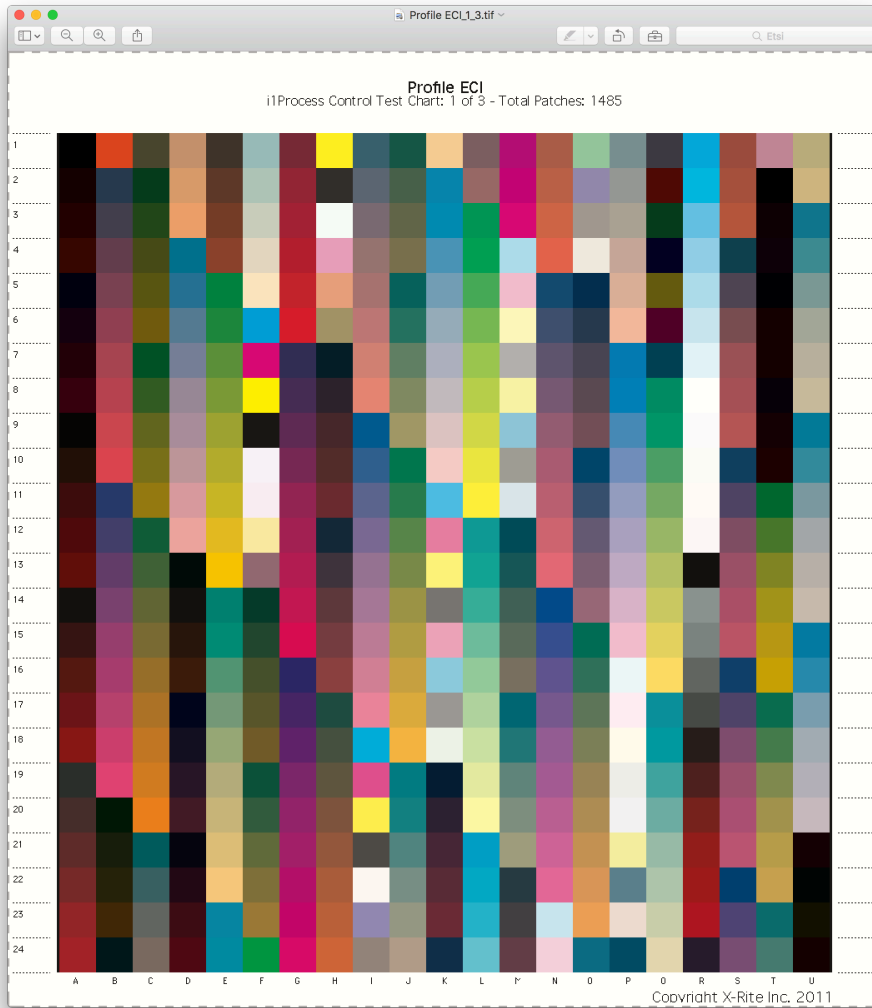
Painokoneille luodaan siis tulostusprofiilit lähtökohtaisesti neljälle eri paperityypille, joita ovat ohut päällystämätön, paksu päällystämätön, ohut päällystetty ja paksu päällystet- ty. Ohut ja paksu ovat tosin sanoina hieman harhaanjohtavia, sillä tosiasiaassa jako teh- dään paperin neliömassan perusteella, joka yleensä kertoo jotain myös paperin pak- suudesta. Ohut tarkoittaa tässä tapauksessa papereita, joiden neliömassa on pienempi tai yhtä suuri kuin 200 g/m^2 , ja paksu sitä painavampia. Profiloitavat paperit ovat pääl- lystettyjen osalta LumiSilk 170 g/m^2 ja 300 g/m^2 ja päällystämättömien osalta Edixion Offset 120 g/m^2 ja 300 g/m^2 . Yrityksessä käytössä olevien papereiden neliömassat sijoittuvat välille 60 g/m^2 – 350 g/m^2 . Monenlaisia erikoispapereita ja olosuhteita varten useammillekin profiileille voi ilmetä tarvetta, mutta tärkeysjärjestyksessä ensimmäisinä ovat hieman yleispätevämmät profiilit yleisemmin käytetyille paperilaaduille. Selkeyden

ja käytännöllisyyden kannalta profiilien määrä pyritään pitämään mahdollisimman vähäisenä tai ainakaan jokaista paperia varten ei lähdetä heti luomaan omaa profiilia. Rasterointimenetelmänä käytetään perinteistä eli amplitudimoduloitua (AM) pisterasteria linjatiheydellä 210 lpi (linjaa/tuuma).

Profiilin luonti alkaa testikarttojen tulostamisesta. Tätä ennen tulee koneelle suorittaa tietyt säätötoimenpiteet, joita tässä tapauksessa olivat automaattinen sävytyksen säätö, automaattinen värisävyn korjaus ja shading correction eli epätasaisuuden korjaus sekä paperikohtainen kalibrointi. Näin ollen koneen tulee myös ensin antaa lämmitä ja vakiintua. Hyvä tapa on tulostaa vähintään joitakin kymmeniä arkkeja profiloitavaa paperia mahdollisimman suurella ja monipuolisella väripinnalla. Lisäksi voi olla suositeltavaa vaihtaa lähes tyhjät väripatruunat uusiin, sillä värin vähäinen määrä voi vaikuttaa myös värinsyöttöön. Näin profiili kuvaa koneen toimintaa vakaassa tilassa mahdollisimman luotettavasti.

Uutta profiilia varten voidaan luoda uusi kalibroitiryhmä tai vaihtoehtoisesti uusi profiili voidaan määrittää käyttämään olemassa olevaa kalibrointia. Tätä työtä varten profiileille päätettiin luoda uudet kalibroitiryhmät, jotka voidaan luoda jo olemassa olevien pohjalta, mutta ne määritetään koskemaan profiloinnin kohteena olevia papereita. (29, s. 36–37.)

Kun edellä mainitut toimenpiteet on tehty, voidaan tulostaa testikartat. Profiilinluontiohjelmassa on valittavana kolme erilaista testikarttaa (Patch Charts, kuva 9). Tässä työssä käytettiin Profile ECI -nimistä vaihtoehtoa, joka koostuu 1 485 värikentästä. Valinta tehtiin lähinnä värikenttien lukumäärän perusteella, joka Profile ECI:ssä oli vaihtoehtoista suurin, ja jonka näin ollen päätettiin tuottavan kattavimman kuvauksen laitteen värintoistokyvystä. Toisaalta virhemittausten mahdollisuus kasvaa värikenttien myötä, mutta erot kenttien määrissä testiarkkien välillä eivät kuitenkaan olleet erityisen suuria, joten suurinta määrää pidettiin sopivana. Mittausarkki koostuu kolmesta suunnilleen A3-kokoisesta pienten värikenttien täyttämästä TIFF-kuvatiedostosta. Värikenttien mittauksen perusteella ohjelma määrittää koneen värintoistokyvyn kyseisissä olosuhteissa ja luo tietojen pohjalta olosuhteita kuvaavan profiilin.



Kuva 9. Yksi kolmesta profiloitua varten tulostettavasta testikartasta.

Mittausarkit tulostetaan profiloitavalle paperille ilman värinhallintaa, eli väriarvoihin ei tässä tapauksessa haluta mitään muutoksia. Command WorkStationin väriasetuksissa otetaan siis käyttöön Bypass conversion -vaihtoehto, jolloin väriarvoja ei muuteta, mutta kalibrointi kuitenkin huomioidaan. (29, s. 36.)

Tämän jälkeen arkit mitataan spektrofotometrillä värikenttärivi tai yksittäinen värikenttä kerrallaan. Tällä kertaa mittaukset suoritettiin rivi kerrallaan, sillä käsikäyttöisellä spektrofotometrillä 1 485 kentän mittaaminen yksitellen veisi yksinkertaisesti huomattavasti enemmän aikaa ja vaivaa. Parhaan mahdollisen tuloksen saavuttamiseksi kukin arkki olisi hyvä tulostaa ja mitata useampaan kertaan ja näiden mittausten pohjalta laskea keskiarvo, jolloin vähennetään mittausvirheistä syntyviä häiriöitä profiilissa. Jos profiloi-

tavaa konetta on tapana kalibroida selvästi harvemmin kuin päivittäin, kannattaa arkkeja tulostaa muutama hieman eri aikoina eli heti kalibroinnin jälkeen ja myöhemmin eri aikoina, jolloin niistä laskettava keskiarvo kuvaa laitteen keskimääräistä värintoistoa. Jos kalibrointi kuitenkin suoritetaan useammin, kuten tässäkin tapauksessa, voidaan mittausarkitkin tulostaa vain kalibroinnin jälkeen, sillä tällöin kone on tavallisestikin optimitilassa. (10, s. 31–32.)

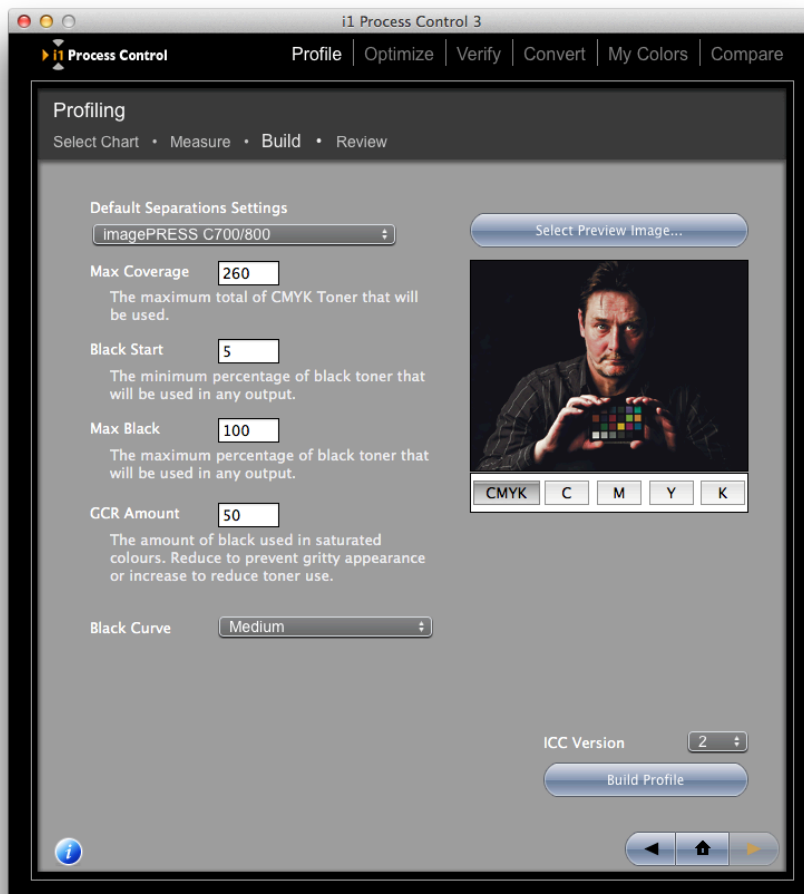
Arkkien mittauksen jälkeen profiiliin määritetään kokonaisvärimäärä, pienin ja suurin mustan prosenttiarvo, GCR:n eli akromaattisen värierottelun määrä sekä mustan voimakkuus. Lisäksi voidaan valita, käytetäänkö ICC-versiota 2 vai 4. 4-versio on kehittyneempi, mutta sen muisteltiin käyttäytyneen jossain tapauksessa Command WorkStationissa 2-versiosta poikkeavalla tavalla, joten varmuuden vuoksi päädyttiin käyttämään 2-versiota.

Väriprofiilin kokonaisvärimäärä, kuten moni muukin seikka profiiliin suhteen, riippuu esimerkiksi painoväreistä, painomenetelmästä ja paperista. Se siis tarkoittaa suurinta prosentuaalista värimäärää, joka paperille päällekkäin painetaan. Teoriassa se on neliväripainatuksessa 400 %, jolloin kaikkia osavärejä painetaan kompaktipinta päällekkäin, mutta käytännössä värimäärää yleensä rajoitetaan menetelmästä ja olosuhteista riippuen. Esimerkiksi offsetpainamisessa liian suuri värimäärä voi aiheuttaa ongelmia kuivumisen suhteen, ja toisaalta yli 300 %:n värimäärällä ei yleensä saavuteta enää parannusta kuvanlaatuun vaan lähinnä heikennetään sitä tumman pään tukkeutumisen avulla. Elektrofotografiassa samanlaista ongelmaa kuivumisen suhteen ei ole, mutta liian suuret värimäärät aiheuttavat kuitenkin turhaa värinkulutusta. (31.)

Canon imagePress C800 myös tiettävästi rajoittaa jo lähtökohtaisesti värimäärää profiilista ja asetuksista riippumatta, eli sillä ei periaatteessa edes voida painaa 400 %:n peittoa, joskaan varmaa tietoa sen tuottamasta maksimivärimäärästä ei ole saatavilla (10, s. 32). Command WorkStationin ImageViewer-lisäosan avulla voidaan kuitenkin tarkastella lopullisia tulostettavia väriarvoja, ja sen avulla suoritettuna testailun perusteella voidaan vetää ainakin joitakin johtopäätöksiä. Testaus suoritettiin tulostamalla niin sanotusta rekisterimustasta (C: 100 %, M: 100 %, Y: 100 %, K: 100 %) koostuva värikenttä ilman värinhallintaa ja sen jälkeen katsomalla ImageViewerin näyttämiä lukemia. Lukemien (C: 55 %, M: 57 %, Y: 67 %, K: 99 %) perusteella näyttäisi siltä, että koneen tuottama maksimipeitto on 280 %. Näin ollen profiiliin voi periaatteessa määrittää maksimipeitoksi vaikka 400 %. Haittaa tästä voi kuitenkin olla siinä vaiheessa, kun tiedosto-

ja tarkastellaan tietokoneen näytöllä kyseisen profiilin kautta, jolloin tummat alueet voivat näyttää vääristyneiltä, kun profiilin määritelmät eivät vastaa todellisuutta. (31.)

Mustan pienin ja suurin arvo kuvaavat pienintä mustan osaväriin prosenttiosuutta, jolla muita osavärejä korvataan harmaasävyissä, ja suurinta mustan osuutta neliväripinnossa. Akromaattinen värierottelu eli GCR (Grey Component Replacement) taas määrittää sen, kuinka paljon mustaa osaväriä käytetään korvaamaan muita osavärejä neutraaleissa sävyissä. Mitä pienempi GCR:n määrä on, sitä enemmän muita osavärejä käytetään sävyjen aikaansaamiseksi. GCR:n avulla voidaan vähentää muiden osavärien turhaa kulutusta, mutta samalla voidaan menettää sävyjä ja niiden kylläisyyttä. (10, s. 32; 16, s. 49) GCR:a kuvaavat asetuksissa kohdat GCR Amount ja Black curve, joista GCR Amount liittyy siihen, paljonko mustaa käytetään kylläisissä väreissä, ja Black curve siihen, kuinka paljon mustaa käytetään neutraaleissa sävyissä. (32, s. 12.)



Kuva 10. i1 Process Control -ohjelman valintaikkuna väriprofiilin määrittämiseksi.

Ohjelma tarjoaa valittavaksi oletusarvot myös imagePress C800:lle, ja näiden arvojen oletettiin soveltuvan käytettäväksi sellaisinaan. Kuten edellä todettiin, on kuitenkin hyvä luoda samalla muutama profiili hieman erilaisin arvoin, ja näin meneteltiin. Oletusarvoina maksimipeitto on 260 %, mustan pienin arvo 5 % ja suurin 100 %, GCR Amountin arvo 50 ja Black curven keskivertovoimakkuus. ICC-versio on oletuksena tässä 2. Arvoja muuteltiin vaihtoehtoisia profiileja varten lähinnä mustan pienimmän ja suurimman arvon sekä GCR:n osalta.

Tämän jälkeen ohjelma luo mittaustulosten ja muiden määritelmien perusteella väriprofiilin. Valintoihin pääsee tämänkin jälkeen tekemään muutoksia ja muutosten pohjalta luomaan uusia profiileja, joten samojen mittausten pohjalta voidaan saman tien luoda useampi profiili hieman erilaisilla arvoilla ja kokeilla, mikä niistä soveltuu parhaiten käyttöön. Eri vaihtoehdoista voi olla hyötyä myös erilaisten papereiden tai töiden kohdalla, joten joka tapauksessa voi olla järkevää luoda kerralla monta hieman erilaista profiilivaihtoehtoa. Valmista profiilia ja sen toistoalaa voidaan vielä verrata tiettyihin ISO-standardeihin ja tutkia mittaustuloksia muutenkin.

Ohjelma tallentaa luodun profiilin Macissa oletuksena käyttäjän kirjastoon, ja se saadaan otettua käyttöön Command WorkStationin profiiliosiossa. Profiili voidaan sitä kautta määrittää lähdeprofiiliksi tai tulostusprofiiliksi. Esimerkiksi Acrobat osaa hakea väriprofiilit käyttöönsä myös käyttäjän kirjastosta, joka Macissa on koneen kirjastosta poiketen oletuksena piilotettu. Piilotetut kohteet voidaan määrittää näkymään, jolloin profiilit voidaan siirtää käyttäjän kirjastosta myös muualle.

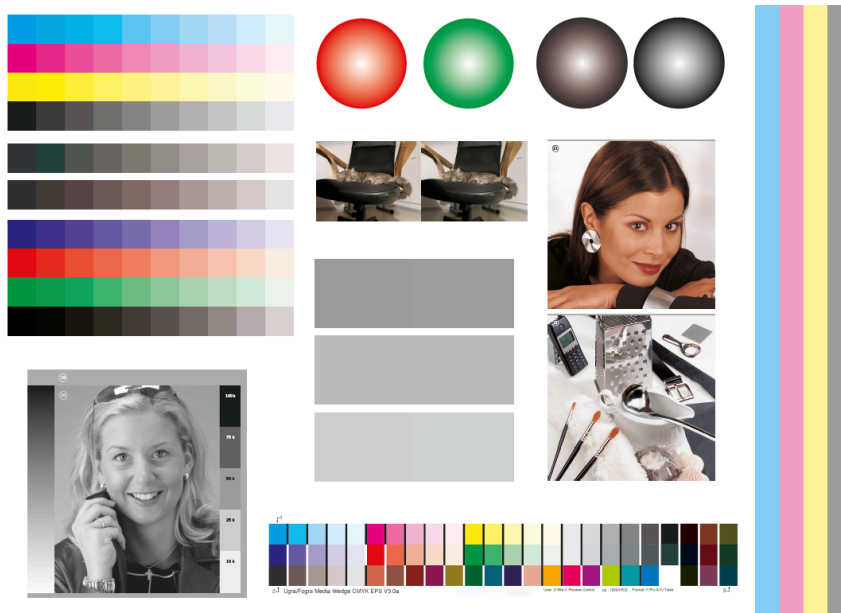
Sama menettely toistetaan kaikille profiloitaville papereille molemmilla koneilla.

5.3 Tuloksia

Näytön kalibrointia ja profilointia arvioitiin erilaisten testikuvien avulla, ja niiden perusteella tulos oli onnistunut. Näytön värit myös vastaavat hyvin oikeassa valaistuksessa tarkasteltuja tulosteita, joten näytön profiloinnin voidaan todeta onnistuneen.

Värintoiston ja tulostusprofiilien testausta varten laadittiin kuvassa 11 esitetty testiarkki, joka koostuu erilaisista kentistä, joita voidaan arvioida silmämääräisesti ja mitata spektrofotometrillä. Lähtökohtana käytettiin Altona Test Suiten kehittelemiä testiarkkeja, ja

niiden tapaan arkille sijoitettiin muutama hieman erityylinen valokuva ja erilaisia värikenttiä, kuten CMYK-osavärit eri peittoprosenteilla nollasta sataan ja niin pelkästä mustasta kuin CMY-väreistä koostuvia harmaita kenttiä. Koska tavoitteena on simuloida FOGRA39:n mukaista painojälkeä, sijoitettiin arkille Fogra wedge -testikenttä, jonka mittaamisella voidaan varmistaa, että värintoisto on standardien mukaista. (12, s. 82.)



Kuva 11. Työtä varten luotu testiarkki, jossa Fogra-testikenttä alhaalla keskellä.

Eri asetuksilla (mustan asetukset, GCR, värimäärä) luotujen profiilien välillä ei testiarkin suhteen huomattu pikaisella testauksella kovinkaan merkittäviä eroja, ja imagePRESS-oletusasetuksilla luodut päätettiin ottaa ainakin aluksi käyttöön. Lisätutkimus eri asetusten vaikutuksista voisi kuitenkin olla tarpeen.

Värintoiston vakautta testattiin tulostamalla testiarkit kullekin profiloidulle paperille kuukauden ajan joka aamu koneiden lämmitettyä normaalitilaan ja tarkastelemalla väri-vaikuttavuutta ensimmäisen päivän tulosteeseen vertailemalla. Vertailua tehtiin silmämääräisesti ja värieroja havaittaessa spektrofotometrillä vastaavia värikenttiä mittaamalla (liite 1). Jos värit poikkesivat selvästi vertailuarkista, suoritettiin kalibrointi ja sen jälkeen testiarkkien tulostus uudestaan. Värintoiston havaittiin pysyvän keskimäärin varsin vakaina ja tulosteiden vastaavan ensimmäisen päivän arkkeja suurimmaksi osaksi hyvin. Kalibrointi myös palautti värintoiston halutunlaiseksi, joten näiltä osin värinhallintajärjestelmä toimii hyvin. Vaikka profiilit ovatkin toimineet kuukauden ajan hyvin, ei vielä kuitenkaan tiedetä, toimivatko ne vastaavasti myös kuukauden päästä, eli värintoiston

vakautta tulee seurata jatkossakin ja tarvittaessa luoda jopa kokonaan uudet tulostusprofiilit.

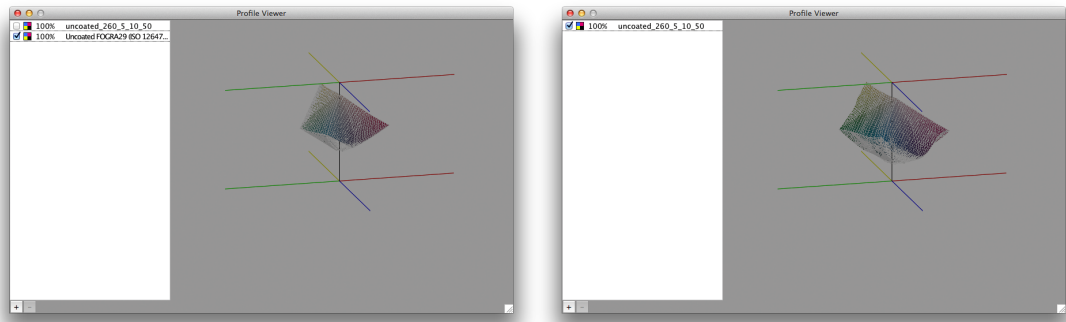
Värierot eri koneilla tulostettujen arkkien välillä olivat selkeämpiä kuin samalla koneella eri päivinä tulostettujen arkkien välillä. Keskimäärin koneilla saatiin keskenään melko vastaavaa jälkeä, mutta tiettyjä eroavaisuuksia kuitenkin ilmeni. Toisella koneella tulostettujen testiarkkien harmaakentät vivahtivat useammin hieman magentan suuntaan, kun toisella koneella tulostetut olivat keskimäärin neutraalimpia. Näissä tapauksissa mitatut a^* -arvot myös olivat korkeammat kuin neutraalien arkkien. Silmämääräisesti arvioituna eri koneiden testiarkit eivät välttämättä aina vastanneet toisiaan, vaikka molemmat olisivat olleet Fogra-testikentän osalta hyväksytyjä eikä merkittäviä delta E -eroja olisi ollutkaan.

Koneet eivät siis vieläkään tuota aina keskenään vastaavaa jälkeä, joskin värierot ovat mittausten ja silmämääräisen arvioinnin perusteella pääasiassa hyväksyttäviä. Väri vaihtelua ilmeni jonkin verran myös eri aikoina tulostettujen arkkien välillä, vaikka olosuhteet olisivat vastanneet toisiaan. Päivittäin tulostettujen testiarkkien seassa oli siis myös väreiltään poikkeavia yksilöitä, vaikka olosuhteet olisivat periaatteessa olleet niitä tulostaessa samat kuin muidenkin arkkien kohdalla. Nämä arkit eivät myöskään läpäisseet Fogra-verifiointia. Syy vaihteluihin voi piillä esimerkiksi kalibroitaessa tapahtuneessa virheessä, mutta esimerkiksi ilmankosteuden osuutta asiaan ei myöskään voi sulkea pois. Suurin osa arkeista oli kuitenkin silmämääräisesti ja mittaamalla tarkasteltuina kelvollisia, eli delta E -arvot pysyivät hyväksytyinä.

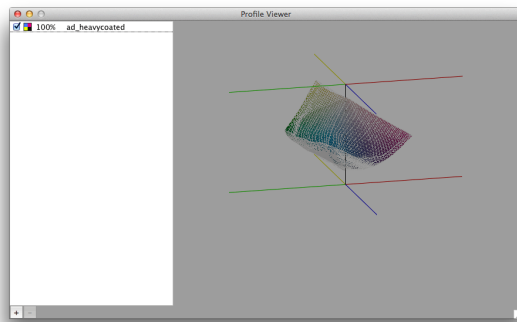
Fogra-verifiointi onnistui päällystetyille papereille tavallisesti hyvin. Joissain tapauksissa epäonnistuneen mittauksen jälkeen suoritettu uusintamittaus läpäisi testin, minkä perusteella mittausvirheet esimerkiksi käden liikkeen vuoksi ovat kaikissa mittausvaiheissa mahdollisia. Päällystämättömille papereille ei FOGRA39:n simulointi onnistu, mutta silmällä arvioituna väri-vastaavuus niidenkin osalta oli varsin hyvä, ja merkittävä osa väreistä kyetään toistamaan mitattunakin hyvin. Paperin sävyn vaikutus simuloinnin onnistumiseen on myös huomionarvoinen seikka, sillä profiloitavien papereiden valkoisuus poikkeaa Lab-arvoiltaan jonkin verran FOGRA39:n määritelmistä. FOGRA39:ää simuloidessa paperin L^* -arvon olisi hyvä olla vähintään 95 ja b^* -arvon $-3:n$ ja $-1:n$ välillä. Päällystetyn LumiSilk-paperin Lab-arvot ovat melko lähellä tavoiteltua: L^* -arvo on 95,4 ja b^* -arvo $-4,4$, kun taas päällystämättömän Edixion-paperin L^* -arvo on 93,9 ja b^* -arvo $-9,3$. (12, s. 108–109.) Virheellisten arkkien värit vivahtivat yleensä hie-

man keltaisen tai punaisen suuntaan. Tämä voi johtua paperin optisista kirkasteista, joiden vaikutuksesta mitattu valo on liian sinistä ja sitä kompensoidaan keltaisen tai magentan lisäämisellä. (12, s. 56, 108.)

Päällystettyjen profiilien toistoavaruudet kattavat siis Coated FOGRA39:n riittävän hyvin. Päällystämättömien profiilien toistoavaruudet eivät odotetusti ole yhtä suuria, mutta ne ovat kuitenkin selvästi suurempia kuin esimerkiksi Uncoated FOGRA29:n. Kuvissa 12 ja 13 on nähtävissä toistoavaruuksien ero kolmiulotteisesti kuvattuna.



Kuva 12. Uncoated Fogra29:n (vas.) ja uuden ohuelle päällystämättömälle paperille luodun profiilin (oik.) toistoavaruudet.



Kuva 13. Uuden paksulle päällystetylle paperille luodun profiilin toistoavaruus.

Uusia profiileja vertailtiin myös esiasennettuihin, ja uusien todettiin kaikkien kohdalla tuottavan paremman tuloksen, joten siltä osin profilointi oli onnistunut ja tarpeellinen toimenpide.

Neljä tulostusprofiilia vaikuttaa riittävän hyvin yleisimpiä papereita varten, eli tarvetta jakaa papereita esimerkiksi neliömassan mukaan pienempiin ryhmiin ei ole. Neljälle

profiilille kuitenkin näyttää olevan tarvetta, sillä painojäljen havaittiin olevan parempaa oikeita profiileja käytettäessä kuin esimerkiksi painavamman paperin profiilia kevyemmälle paperille käytettäessä. Erikoisemmille tai selkeästi erisävyisille papereille on kuitenkin mahdollisesti tarpeen luoda omat profiilinsa, mutta nyt luodut profiilit toimivat melko hyvin myös muiden samankaltaisten- ja painoisten papereiden kanssa.

5.4 Muut toimenpiteet

Vaikka uudet tulostusprofiilit keskimäärin toimivat vanhoja paremmin, huomattiin neutraalien sävyjen joissain tapauksissa yhä vivahtavan hieman keltaiseen tai punaiseen suuntaan, joten profiileista muokattiin vaihtoehtoiset versiot, joissa magentaa ja keltaista on laskettu hieman vaaleasta päästä ja syaania vastaavasti nostettu. Monesti virheet liittyvät myös väärin tehtyihin tai värimääriteltyihin tiedostoihin, mutta jos harmaaksi tarkoitettu sävy vivahtaa selvästi punaiseen, voi asiakkaalle olla vaikea selittää, että värintoisto on toiminut oikein. Joidenkin töiden osalta joudutaan väreihin vieläkin hieman vaikuttamaan värintoistokäyriä muutenkin muokkaamalla. Tällaisissa tapauksissa muokattu profiili tallennetaan, tai vaihtoehtoisesti tehdyt muutokset kirjataan työkansioon tallennettavaan tekstitiedostoon, jolloin samaa työtä uudestaan painettaessa voidaan tarvittavat muutokset oletusasetuksiin tehdä helposti vanhan tiedon pohjalta.

Kalibroinnin todettiin korjaavan värintoiston normaalitilaan varsin hyvin, ja yleispätevä kalibrointi riittää keskimäärin hyvin pitämään koneet vakaina. Toisaalta paperikohtaisella kalibroinnilla havaittiin joissain tapauksissa selkeäkin vaikutus, mutta sitä ei kuitenkaan ole tarvetta tehdä niin usein kuin yleispätevää kalibrointia. Yleispätevä kalibrointi suoritetaan siis jatkossakin päivittäin tai muutoksia havaittaessa ja paperikohtainen tapauksissa, joissa yleispätevä ei vaikuta riittävältä.

Työntekijöille selostettiin tehdyt toimenpiteet, joihin he jossain määrin myös osallistui-
vat. Uusien tulostusprofiilien käyttö kuitenkin lähinnä vähentää työntekijöiden vaivan-
näköä, joten kovin suuria muutoksia ei heille työstä koitunut. Kenties tärkeimpänä asia-
na oli painottaa värinhallinnan merkitystä sekä selventää siihen liittyviä asioita ja syitä,
miksi asiat tehdään niin kuin ne tehdään. Työskentelyn helpottaminen ja ajan säästä-
minen olivat työn olennaisimmat tavoitteet, ja alustavan seurannan perusteella niissä
on onnistuttu.

Asiakkaita ohjeistetaan jatkossa toimittamaan aineisto Coated FOGRA39 -profiilissa tai selvästi ilmoittamaan, jos muita profiileja on käytetty. Myös päällystämättömälle paperille painettavat työt kannattaa määritellä samoin, sillä esimerkiksi Uncoated FOGRA29 -profiilin toistoala on suppeampi kuin päällystämättömille papereille käytettävien tulostusprofiilien, joten FOGRA29:ää käyttämällä menetetään sävyjä aivan turhaan. Jos tarkoitus on tehdä sopimusvedos tai muuten simuloida päällystämättömän paperin offsetstandardia, on tilanne toinen, mutta jos tarkoitus on tuottaa mahdollisimman laadukas lopputuote digipainossa, on FOGRA39 suositeltava vaihtoehto.

Tulostusprofiileja ei ole ainakaan toistaiseksi tarkoitus tarjota asiakkaiden ladattaviksi, mutta pyydetessä ne voidaan asiakkaalle toimittaa esimerkiksi näyttövedostusta varten. Tiedostot kuitenkin pyydetään ensisijaisesti nimenomaan Coated FOGRA39-muodossa, sillä sen simulointi onnistuu uusien profiilien myötä hyvin. Jos tulostinprofiili määritetään tiedostoon jo tekovaiheessa tai ennen RIPiin vientiä, on mahdollisuus epätoivottuihin värimuutoksiin esimerkiksi mustan tekstin osalta suurempi. Device link -profiilien avulla tämä olisi ratkaistavissa, mutta käytössä olevan RIPin CMM osaa myös tehdä muunnoksen toivotulla tavalla, joten värimuunnosta ei kannata turhaan tehdä etukäteen. (16, s. 82–84.)

PDF/X-standardin mukaisia tiedostoja aiotaan ryhtyä hyödyntämään enemmän ja asiakkaita niiden käyttöön opastamaan, sillä niiden avulla värinhallintaa voidaan entisestään helpottaa, kun esimerkiksi väriprofiileja ei tarvitse enää Output intentin määrittämisen myötä arvailla. PDF/X-tiedostot soveltuvat muutenkin painotuotantoon hyvin ja vähentävät monia virhemahdollisuuksia tiedostoa luotaessa. Tässä aiotaan hyödyntää PDFX-Ready kehittämää ohjeistusta PDF/X-työnkulkuun. (16, s. 82.)

Värintoiston vakautta seurataan jatkossa myös testiarkin avulla, ja varsinkin Fogra-testikentän mittaamisella voidaan todentaa standardinmukainen värintoisto.

6 Yhteenveto

Värinhallinnan johdonmukainen hyödyntäminen insinööriyön tilaajayrityksessä helpotti ja nopeutti töiden läpiviemistä ja paransi värivastaavuutta toistuvien töiden välillä. Omiin tulostusprofiilien luominen on suositeltavaa varsinkin käytettäessä muita kuin laitevalmistajan määrittelemiä ja hyväksymiä papereita.

Kun koneita kalibroidaan säännöllisesti, voidaan varsin hyvin luottaa siihen, että värit toistuvat odotetusti. Yleispätevä kalibrointi riittää keskimäärin hyvin pitämään värintoiston vakaana, mutta paperikohtainen kalibrointi on myös hyvä suorittaa silloin tällöin. Kalibroinnilla on joka tapauksessa merkittävä vaikutus tulostuslaatuun. Olosuhteiden seuraaminen ja pitäminen mahdollisimman vakaana onkin varsin tärkeää värinhallinnan kannalta.

Värintoiston seuraaminen ja mittaaminen antaa mahdollisten reklamaatioiden varalta mahdollisuuden näyttää toteen, että painojälki on sellaista kuin sen pitäisikin olla. Asiakkaalla voi kuitenkin olla oma vahva käsityksensä siitä, millainen tuloksen tulee olla, ja se voi erota paljonkin siitä, millainen tulos oikeaoppisella työkululla syntyy. Tällaisissa tapauksissa ei välttämättä auta se, että tuote on oikein painettu, sillä jos asiakas haluaa jotain, kannattaa se usein myös ottaa huomioon. Varsinkin pienten painosten osalta on yleensä nopeampaa ja helpompaa tehdä työ uudestaan asiakkaan ohjeiden mukaan kuin ryhtyä asiaa perustelevaan ja selvittämään, mutta isompien tilausten suhteen on hyvä varautua osoittamaan, että työ on oikeaoppisesti painettu. Jos värinhallintaa hyödynnetään oikein ja painajat ovat tarkkaavaisia, ei tarvetta selvittelyyn yleensä onneksi olekaan.

Vanhojen asiakkaiden toistuvissa töissä joudutaan jatkossakin jonkin verran turvautumaan yksilöllisesti muokattuihin profiileihin tai tiedostojen muokkaamiseen, mutta varsinkin uusien töiden ja asiakkaiden osalta luotettavasti toimivat tulostusprofiilit auttavat huomattavasti tasaisen laadun ylläpitämisessä. Työkohtaisista säädöistä ja painajan tarpeesta tarkkaavaisuuteen ei siis kokonaan päästä, mutta värinhallinnasta on silti selkeää hyötyä päivittäisessä työskentelyssä.

Kaiken kaikkiaan työn tavoitteet täytyivät, eli työskentelyä yrityksessä saatiin värinhallinnan avulla helpotettua ja opiskelijan ja yrityksen ymmärrystä värinhallinnasta parannettua. Kalibroinnin myös todettiin olevan merkittävässä asemassa värintoiston vakauttamisessa. Tulosten perusteella värinhallinta on olennainen osa nykyaikaista painotuotantoa.

Lähteet

- 1 Mortimer, Anthony. 1998. Colour Reproduction in a Digital Age. Leatherhead, Surrey: Pira International.
- 2 Ristimäki, S., Spännäri, T. & Viluksela, P. 2007. Painoviestinnän tekniikka. Helsinki: Opetushallitus.
- 3 Lehtonen, E., Mattila, P., Veilo, P. & Raninen, T. 2003. Digitaalinen painoviestintä. Helsinki: WSOY.
- 4 Growth in Digital Printing to Remain Strong until 2024. 2014. Verkkodokumentti. Smithers Pira. <<http://www.smitherspira.com/news/2014/april/digital-printing-to-remain-strong-until-2024>>. 1.5.2014. Luettu 26.4.2016.
- 5 Wagner, Bob. 2005. Debunking the Urban Myths of Digital Color Printing. Verkkodokumentti. Xerox. <http://www.xerox.com/downloads/usa/en/w/Wagner_JulAug05_UrbanLegends.pdf> 2005. Luettu 16.4.2016.
- 6 Digitaalinen painaminen kasvaa nopeasti. 2014. Verkkodokumentti. Print&Media Publishing. <<http://www.pMLEhti.fi/graafisen-alan-uutiset/digitaalinen-painaminen-kasvaa-nopeasti>>. 6.6.2014. Luettu 20.1.2016.
- 7 Johnson, Harald. 2005. Digital Printing Start-Up Guide. Boston: Thomson Course Technology PTR.
- 8 Digitaalisen värituotannon uusi laatutaso ja tuottavuus - imagePRESS C800/C700. 2014. Verkkodokumentti. Canon Oy. <<https://canon.ssl.cdn.sdlmedia.com/private/file/635823278487262122HP.pdf>>. Luettu 10.3.2016.
- 9 Canon imagePRESS C800. Verkkodokumentti. Canon Oy. <http://www.canon.fi/for_work/products/professional_print/digital_colour_production/imagepress_c800/#p-specification>. Luettu 10.3.2016.
- 10 Bråten, T., Foss, K., Sivesind, A. K. & Strand, J-T. 2006. Väriopas: 27000 väriä kolmella eri paperilla. Malmö: Bokförlaget Arena, yhteistyössä AGI ja Map.
- 11 Mortimer, Anthony. 2004. Colour Reproduction Technology. 2nd Edition. Leatherhead, Surrey: Pira International.
- 12 Homann, Jan-Peter. 2010. Digital Color Management - Principles and Strategies for the Standardized Print Production. Berlin: Springer-Verlag.

- 13 Novella, Bob. 2014. Humans Seeing Infrared Light...Kind Of. Verkkodokumentti. The Skeptics' Guide to the Universe. <<http://www.theskepticsguide.org/humans-seeing-infrared-light-kind-of>>. 15.12.2014. Luettu 26.4.2016.
- 14 Field, Gary G. 2004. Color Essentials, Volume 2: Color and Quality for the Graphic Arts and Sciences. Sewickley: GATFPress.
- 15 Green, Phil. 1999. Understanding Digital Color. Second Edition. Sewickley: GATFPress.
- 16 PSD: ProcessStandard Digital Handbook 2014. 2014. Käyttöopas. Fogra Graphic Technology Research Association.
- 17 CMYK Guide - Delta E and Delta H. Verkkodokumentti. Triangle Colorscale. <<http://cmykguide.com/pdf/2.%20CMYK%20GUIDE%20-%20Delta%20E%20and%20Delta%20H.pdf>>. Luettu 10.4.2016.
- 18 Delta-E - the color difference. 2005. Verkkodokumentti. CHROMiX ColorNews. <<http://www.chromix.com/colorsmarts/smartNote.cxxa?snid=1145&-session=SessID:50DCEAD90a6dc14A97yoh1EEF269>>. 18.2.2005. Luettu 27.4.2016.
- 19 Gundlach, Mark. 2015. Tolerancing in Offset and Flexo Printing. Verkkodokumentti. X-Rite, Inc. <<http://blog.xrite.com/tolerancing-in-flexo-and-offset-printing/>>. 15.6.2015. Luettu 21.4.2016.
- 20 Mickleburgh, Tim. 2013. Color in the Digital Arts - Part Four. Verkkodokumentti. Madison Media Institute. <<http://www.mediainstitute.edu/media-schools-blog/2013/10/color-in-the-digital-arts-part-four/>>. 4.10.2013. Luettu 21.4.2016.
- 21 Green, Phil & MacDonald, Lindsay (eds.). 2002. Colour Engineering: Achieving Device Independent Colour. Chichester: John Wiley & Sons.
- 22 Lammela, Miika. 2011. Värit kohdalleen - valokuvan värinhallinnan perusopas. Jyväskylä: WSOYpro/Docendo.
- 23 Color Space Conversion. Verkkodokumentti. Cambridge in Colour. <<http://www.cambridgeincolour.com/tutorials/color-space-conversion.htm>>. Luettu 25.4.2016.
- 24 What is FOGRA39? Verkkodokumentti. International Color Consortium. <<http://www.color.org/fogra39.xalter>>. Luettu 4.3.2016.
- 25 ICC Profile Registry. Verkkodokumentti. International Color Consortium. <<http://color.org/registry/index.xalter>>. Luettu 4.3.2016.

- 26 Keeping colors consistent. Verkkodokumentti. Adobe Systems Inc. <http://help.adobe.com/en_US/creativesuite/cs/using/WS37C6D4EA-9407-4954-9A03-92735E070188.html>. Luettu 28.1.2016.
- 27 Working with color profiles. Verkkodokumentti. Adobe Systems Inc. <http://help.adobe.com/en_US/creativesuite/cs/using/WSBB0A8512-8151-408c-9F79-4A9E9E3BA84C.html>. Luettu 28.1.2016.
- 28 Output intents in PDFs. Verkkodokumentti. Adobe Systems Inc. <<https://helpx.adobe.com/acrobat/using/output-intents-pdfs-acrobat-pro.html>>. Luettu 26.4.2016.
- 29 Practical Guide for Advanced Printing. 2014. Käyttöopas. Canon Inc.
- 30 Fiery Command WorkStation. 2014. Käyttöopas. Electronics For Imaging.
- 31 ICC Frequently asked questions. Verkkodokumentti. International Color Consortium. <<http://www.color.org/faqs.xalter#pa3>>. Luettu 3.2.2016.
- 32 i1 Process Control 3 user manual. 2012. Käyttöopas. X-Rite, Inc.

Värieromittauksia

Värintoiston vakautta testiarkkien avulla seurattaessa havaittiin väripoikkeamia, jolloin tiettyjä testiarkkien värikenttiä vertailtiin spektrofotometrillä mitaten. Taulukossa 1 on esitetty delta E -arvot samalle arkille sijoitettujen värikenttien välillä, jotka muodostuvat CMYK-arvoista C: 0, M: 0, Y: 0, K: 35 ja C: 31, M: 23, Y: 24, K: 0. Näiden kenttien tulisi vastata värivaikutelmaltaan toisiaan. Mittauksissa ei ole eroteltu päällystettyjä ja päällystämättömiä papereita, mutta niiden osuudet ovat tilastossa melko tasapuoliset. Taulukossa 2 on esitetty delta E -arvot virheellisten arkkien C: 70, M: 70, Y: 70, K: 0 sekä tavoitteena olevien L*a*b*-arvojen välillä.

Taulukko 1. Virheellisten arkkien mitatut delta E -arvot kahden värikentän (C: 0, M: 0, Y: 0, K: 35 ja C: 31, M: 23, Y: 24, K: 0) välillä.

	Delta E 1976	Delta E 2000
	1	0,81
	1	0,81
	1,41	1,12
	1,41	1,2
	1,41	1,61
	1,41	1,15
	1,73	1,85
	2,24	1,92
	2,24	1,93
	2,24	1,93
	2,24	2,94
	2,24	2,18
	2,24	1,78
	2,45	2,33
	2,45	2,31
	2,83	2,36
	2,83	2,21
	2,83	2,34
	2,83	3,17
	3	2,59
	3	2,7
	3	2,53
	3	2,35
	3,16	2,57
	3,16	2,85
	3,61	4,39
	3,74	3,72

	4,12	3,76
	4,12	4,13
	4,12	3,23
	4,24	3,83
	4,24	3,3
Keskiarvo	2,673125	2,434375

Taulukko 2. Virheellisten arkkien mitatut delta E -arvot värikentän C: 70, M: 70, Y: 70, K: 0 ja FOGRA39:n mukaisten L*a*b*-arvojen välillä.

	Delta E 1976	Delta E 2000
	1,41	1,36
	1,73	1,66
	2,24	2,07
	2,45	2,24
	2,45	2,45
	2,83	2,69
	2,83	2,76
	3	2,85
	3,16	2,73
	3,16	2,71
	3,32	2,98
	3,32	2,94
	3,61	3,35
	3,61	3,08
	3,61	3,25
	3,74	3,45
	3,74	3,45
	4,12	3,8
	4,12	3,93
	4,12	3,74
	4,12	3,76
	4,12	3,44
	4,24	3,6
	4,36	3,77
	4,47	3,75
Keskiarvo	3,3552	3,0324