

Vesa Mustonen

# Värihallinnan vakiointi graafisen alan standardien mukaiseksi

Metropolia Ammattikorkeakoulu  
Insinööri (AMK)  
Mediatekniikan koulutusohjelma  
Insinöörityö  
1.6.2012

Tekijä Otsikko	Vesa Mustonen Värinhallinnan vakiointi graafisen alan standardien mukaiseksi
Sivumäärä Aika	55 sivua + 4 liitettä 1.6.2012
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	mediatekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	graafinen tekniikka
Ohjaajat	Lehtori Toni Spännäri
<p>Insinööriytyön tarkoituksena oli vakioida yrityksen värinhallinta graafisen alan standardeihin sekä tutkia värinhallinnan standardeja ja soveltaa niitä yrityksen värinhallintaan. GMG ColorServerin avulla pyrittiin tutkimaan, pystyttäisiinkö tulostamisen laatu vakioimaan standardeihin.</p> <p>Työ toteutettiin yrityksen tiloissa ja laitteilla. GMG ColorServer oli koekäytössä, kuten myös Barbieri Spectro LFP -spektrofotometri.</p> <p>Tutkimuksessa ilmeni, että GMG ColorServerin avulla päästiin lähemmäs standardeja kaikilla testitulostimilla. Kaikki ISO 12647-8 -standardin vaatimukset eivät kuitenkaan täyttyneet. Testikuvat olivat kuitenkin huomattavasti lähempänä standardeja GMG ColorServerin avulla, ja testikuvien yhteneväisyys oli huomattavasti parempi. Myös testitiedostot olivat visuaalisesti paljon lähempänä referenssiarkkia.</p> <p>GMG ColorServer on hyvä lähtökohta vakaannuttamaan ja auttamaan ylläpidon työmäärän vähentämisessä, mutta se ei pelkästään riitä, kun halutaan päästä värinhallinnassa standardien tasolle. Ohjelmat ja laitteet tulisi päivittää riittäviksi standardiin pääsemiseksi.</p> <p>Tavoitteena oli standardoida värinhallintaa, mutta se ei onnistu yrityksen tämänhetkisillä tulostimilla, koska niiden väriavaruus ei riitä täyttämään kaikkia ISO 12647-8 -standardin vaatimuksia. Tutkimuksessa kuitenkin selvisi, että värinhallintaa voidaan yhtenäistää paljon GMG ColorServerin avulla.</p>	
Avainsanat	standardi, värinhallinta, värinhallintapalvelin

Author Title Number of Pages Date	Vesa Mustonen Standardizing colour management to graphic arts 55 pages + 4 appendices 1 June 2012
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Media Technology
Specialisation option	Graphic Technology
Instructors	Toni Spännäri, Lecturer
<p>The aim of this thesis was to standardize the company's colour management to the standards generally used in graphic arts. Another goal of this study was to investigate colour management standards and apply them to the company's colour management. By using GMG Color Serveran it was investigated if it would be possible to standardize the quality of printing to these general standards. The job was carried out in the company's premises and with their equipment. GMG Color Server was in test use, as well as the Barbieri Spectro LFP -spectrophotometer.</p> <p>The study showed that by using GMG Color Server it was possible to get closer to the standards with all tested printers. However, all requirements of ISO 12647-8 were not fulfilled.</p> <p>Test images were significantly closer to the general standards with GMG Color Server, and the unity of the test images was significantly better. In addition, the test files were visually much closer to the reference ark.</p> <p>GMG Color Server is a good starting point in helping to stabilize and reduce the maintenance workload, but it is not enough - the colour management does not meet the standards. Software and devices should be sufficiently upgraded in order to meet the standards.</p> <p>The goal of this thesis was to standardize colour management, but it was not possible with the company's current printers. Their colour space is not adequate to fulfil all the requirements of ISO 12647-8. However, the study showed that colour management can be unified with GMG Color Server.</p>	
Keywords	standard, color management, color management server

## Sisällys

### Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Värihallinta	2
2.1	RGB- ja CMYK-värimallit	2
2.2	CIE-värimallit	4
2.3	Yhdysavaruus	8
2.4	Profiilit	9
2.5	Kalibrointi	12
2.6	Väriin mittaaminen	13
3	Graafisen alan standardit	17
3.1	ISO-standardit	17
3.2	Värihallinnan standardit	19
3.3	Digitaalisen tulostamisen standardit	20
3.4	Vedoslaadun standardit	21
4	Värihallinnan ohjelmat ja laitteet	25
4.1	Värihallinnan ohjelmat	25
4.2	Väripalvelimet	28
4.3	Värihallintalaitteet	34
4.4	Tulostimet	36
4.5	Värit	39
4.6	Materiaalit	41
5	Värihallinnan mittaukset ja tulokset	41
5.1	Värihallintapalvelimen tulokset	41
5.2	Tulosten tarkastelu	44
5.3	Johtopäätökset	45
6	Yhteenveto	47
	Lähteet	49

## Liitteet

- Liite 1. Canon 9000-S GMG MediaWedge -raportti
- Liite 2. Canon 9000S-2 ONYX MediaWedge -raportti
- Liite 3. Durst800 GMG Kapa MediaWedge -raportti
- Liite 4. Durst800 Caldera Kapa MediaWedge -raportti

## Lyhenteet

CIE	(Commission Internationale de l'Eclairage) Kansainvälinen valaistusjärjestö.
CIE LAB	(Commission Internationale de l'Eclairage LAB) Laiteriippumaton väriavaruus, jossa on kolme pääparametria: L* on vaaleusakseli, a* on punaviherakseli, b* sinikeltainen akseli.
CMYK	(cyan, magenta, yellow, key-color) syaani, magenta, keltainen, musta. Osavärit, joista koostuu substraktiivinen värinmuodostus.
FOGRA	(Fogra Graphic Technology Research Association) Saksalainen graafisen alan tutkimuskeskus, joka on ollut kehittämässä värinhallintaan ja tulostukseen keskittyneitä ISO-standardeja.
ICC	(International Color Consortium) Kansainvälinen värinhallinnan standardoimisjärjestö. Kuvantuotannossa käytettävä väriprofiili, joka kuvastaa toistettavaa väriavaruutta.
ISO	(International Organization for Standardization) Kansainvälinen standardisoimisjärjestö.
K	Kelvin. Valon värin lämpötilan mittayksikkö.
nm	(nanometri) Valon mittayksikkö.
PCS	(Profile Connection Space) Yhdysavaruus, jonka kautta käännetään ICC-profiilien värit.
RGB	(red, green, blue) punainen, vihreä, sininen. Osavärejä, joista koostuu additiivinen värinmuodostus.
RIP	(Raster Image Processor) Tulostuksessa käytettävä tietokoneohjelmisto, joka muodostaa tiedostosta rasteroidun kuvan.

## 1 Johdanto

Insinööriyön tarkoituksena on löytää ratkaisuja yrityksen värinhallintaan standardoimalla ja yksinkertaistamalla värinhallinnan työkulkuja, jotta saataisiin yhtenäiset värit kaikille medioille ja tulostustekniikoille. Tarkoitus on tutkia myös ylläpidon helpottamista, jotta päivittäinen värinhallinta olisi tulostajille helposti sisäistettävissä. Yrityksen värinhallinta pohjautuu muutamiin standardien osiin ja hyväksi havaittuihin päätelmiin, mutta usein myös vain näköhavaintoihin. Isoin ongelma yrityksen värinhallinnassa on yhteneväisten linjauksien puute ja ylläpidon työläys. Ongelmakohtiin yleensä puututaan vasta, kun asiakkailta tulee reklamaatio.

Insinööriyö tehdään tulostusalan yritykselle, jossa värinhallintapalvelin otetaan yrityksen testikäyttöön, jotta pystytään testaamaan, toimiiko se oletetulla tavalla ja pystyykö sen avulla yhtenäistämään värinhallinnan koko yrityksessä ja eri toimipisteissä. Työssä on tarkoitus selvittää myös, mitkä standardit sopisivat yrityksen tuotantoon. Standardisoimalla tuotantoa pyritään tekemään värinhallinnallisesti vakaampi ja ennakoitavampi tuotanto. Standardeista on myös tarkoitus saada laatuksiteerit, joista voidaan tehdä referenssit tuotantoon. On myös asiakkaiden edun mukaista, että tuotanto on tiettyjen laatuksiteerien mukainen.

Kilpailu alalla on kovaa, ja siksi on oltava mukana värinhallinnan kehityksessä. Standardit kehittyvät koko ajan ja luovat alalle laatuksiteerejä, joihin yritysten on pyrittävä. Asiakkaatkin tulevat standardien yleistymisen vuoksi vaatimaan laatuksiteerien täyttymistä.

Värinhallintapalvelimen testikäyttöönoton tarkoituksena on myös se, että saataisiin väreistä johtuvat reklamaatiot minimoitua. Lisäksi kustannussäästöjä yritetään saada siten, että voitaisiin ajaa erilaisilla koneilla samaa työtä.

Olen rajannut raportin teoriaosuuden värinhallintaan ja tulostamisen standardeihin. Yleisesti tavoitteena on myös, että lukija saa perustiedot värinhallinnasta voidakseen ymmärtää värinhallinnan monimutkaista prosessia.

## 2 Värinhallinta

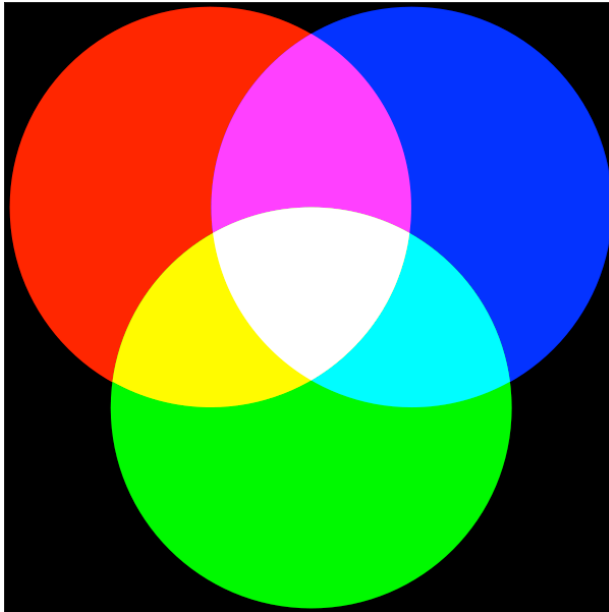
Värinhallinnan tarkoitus on tuottaa oikeanlainen väri eri medioihin. Digitaalisesta aineistosta on tarkoitus saada samanlainen värinäköhavainto kaikilla tulostimilla ja näytöillä, joissa väri esiintyy. Jokapäiväisessä työssä ihmiset kohtaavat värinhallintaa tietämättään. [1, s. 3—4.]

Värinhallinta pyrkii siirtämään kuvan mukana tietoa sen todellisesta väristä, jota pyritään visualisoimaan toisessa mediassa. Värinhallinta perustuu standardeihin ja laskentaan. Laitteiden, joilla näytetään tai luodaan väriä, tulee olla kalibroituja ja vakioituja, jotta näköhavainto pysyy samana laitteen muuttuessa.

### 2.1 RGB- ja CMYK-värimallit

RGB-värimalli (kuva 1) on väriavaruus, jossa on kolme pääväriä: R (red) punainen, G (green) vihreä, B (blue) sininen. Tätä värimallia kutsutaan additiiviseksi värimalliksi, joka on lisäävä värimalli – eli mitä enemmän väriä on, sitä vaaleammaksi väri menee. Tätä värinmuodostustapaa käytetään näyttölaitteissa ja kuvanmuodostuskennoissa, kuten kameroissa ja skannereissa. RGB-värimallissa käytetään yleensä jokaiselle osavärielle 8 bittiä eli 256 eri sävyä, joista muodostuu 24 bittiä yhdelle pikselille. Niistä muodostuu  $(256 \times 256 \times 256)$  16 77 216 mahdollista värisävyä pikselille. [16, s. 24—25.]



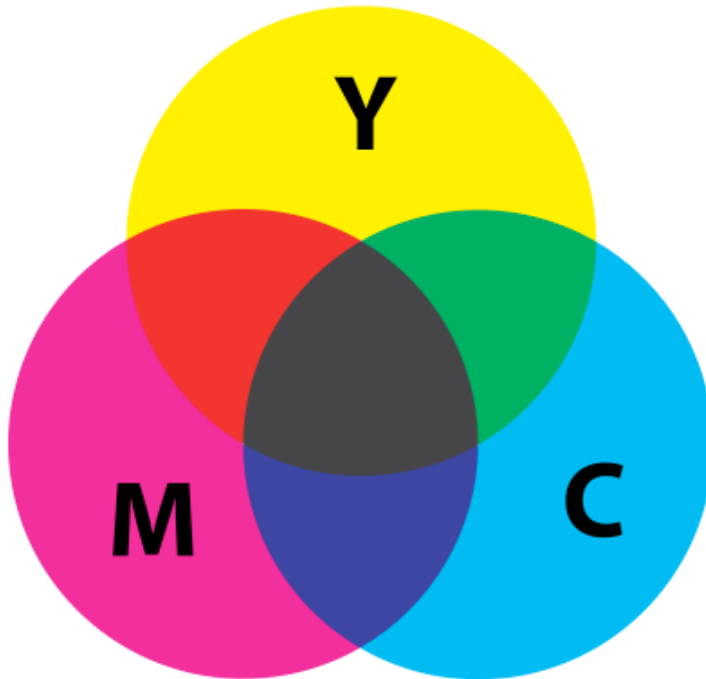


Kuva 1. RGB (punainen, sininen ja vihreä) on additiivinen värinmuodostustapa [16, s 24].

CMYK-värimalli (kuva 2) on väriavaruus, jonka neljä pääväriä ovat syaani, magenta, keltainen, musta (cyan, magenta, yellow, key-color). Musta osaväri on lisäväri, jolla saadaan aikaiseksi ihmissilmälle tummempi lopputulos, kun tulostetaan valkoiselle materiaalille. Joitakin värejä tuetaan tummassa päässä mustalla osavärillä. Värisäästön laskennassa mustalla osavärillä on suurin osuus. CMYK-värimallilla toimivat kaikki neliväritulostimet ja painokoneet. [1, s. 52—56.]

CMYK on substraktiivinen värinmuodostus, joka on valoa vähentävä värimalli. Substraktiivinen värinmuodostus koostuu neljästä osaväristä, CMY (syaani, magenta ja keltainen). Esimerkiksi kun tulostetaan keltainen ja syaanit osavärit päällekkäin, aineet suodattavat sinisen ja punaisen osan valkoisesta väristä ja näin näemme siinä vihreän valon. [30, s. 14.]

Värikuvat tulostetaan yleisimmin neljällä osavärillä: syaani, magenta, keltainen ja musta. Musta osaväri parantaa värikuvien syvyyttä ja terävyyttä. CMY-värien pigmenttien kromaattisuus ei muodosta koskaan niin tumman mustaa kuin oikea musta (K) [30, s. 15.]



Kuva 2. CMYK on substraktiivinen värijärjestelmä [16, s. 24].

CMYK-profiileja tehdään yleisesti värihallituille tulostimille. Se on yleensä värinmuodostukselta suppeampi kuin RGB. Se muodostuu 0—100 %:n värin lisäämisestä tulosalustalle. Yleisimpiä CMYK-yleisprofiileja ovat Coated FOGRA39 (Adobe) ja ISO Coated v2 (ECI), jotka perustuvat ISO 12647 -standardiin.

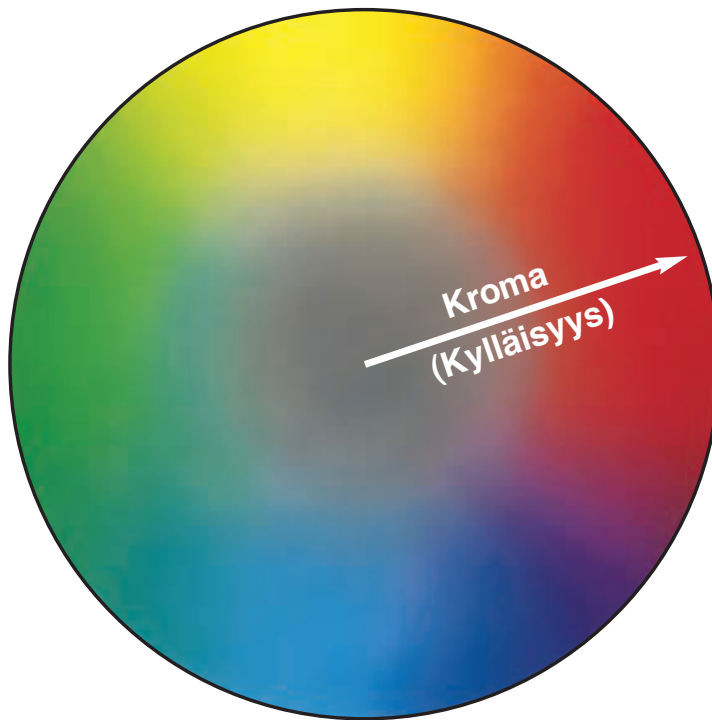
## 2.2 CIE-värimallit

Kolorimetria on värihallinnan ydin, jonka avulla on mahdollista määritellä väri yksikäsitteisesti sellaisena, kuin ihmissilmä sen näkee. Se rakentuu numeeriseen malliin, joka ennustaa metameriaa. Metameria on ilmiö, jossa kaksi väritiheydeltään erilaista kappaletta näyttävät tarkkailijan mielestä samanvärisiltä. Nykyiset mallit eivät ole täydellisiä, mutta ne ovat riittävän luotettavia. CIE-malli (Commission Internationale de l'Éclairage) on yleisin, ja sen avulla voidaan kuvata numeraalisesti normaalin värinäön havaitsema väri. Useimmat nykyiset kolorimetriajärjestelmät perustuvat CIE:n kolorimetrisen järjestelmään. CIE:n kolorimetrisistä mittaustavoista voidaan selvittää värin nu-

meraalisia arvoja väriavaruuksista. CIE:n tekemät väriavaruudet ovat CIE XYZ, CIE LAB ja CIE LUV. Ne perustuvat standardivalonlähteeseen. [1, s. 38—45.]

Yleisimmät valon lähteet ovat 5000 K (D50) ja 6500 K (D65). Graafisen alan normivalaistus on 5000 K, joka on määritelty ISO 3664:2000 -standardissa. Myös vanhempaa, DIN 5033 -standardia on vielä käytössä.

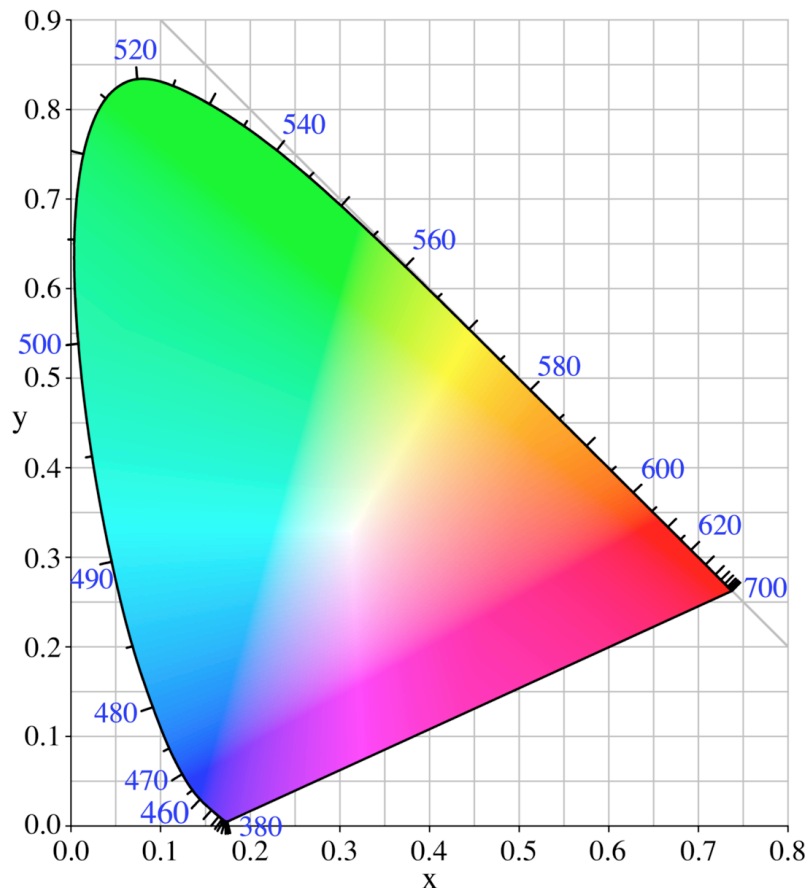
CIE XYZ -väriavaruudesta voidaan erottaa tarkasteltavaksi pelkästään kaksi akselia, x ja y, joilla saadaan kromaattisuus. Kroma-arvo tarkoittaa värin puhtautta eli värin kyläisyyttä. Kroma-arvoa voidaan käyttää mittaamisessa, kun profiilille halutaan mahdollisimman laaja värintoistoavaruus (kuva 3). [1, s. 34; 12.]



Kuva 3. Kroma muuttuu, kun siirtyään keskeltä kehää reunoja kohti. Keskellä kehää ovat harmaat sävyt, joilla ei ole värikylläisyyttä, ja reunoilla ovat kylläiset värit.

Kylläisyysarvo eli kromaattisuus ( $C^*$ ) on tapa ilmaista väriarvot  $L^*a^*b^*$  -väriavaruudessa (kuva 4). Kroma-arvo kuvastaa värin kylläisyyttä ja voimakkuutta. Kromaattisuusarvon voi laskea seuraavalla kaavalla, jossa  $a^*$  ja  $b^*$  ovat CIE Lab -koordinaatiston akseleita:

$$C^*_{ab} = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$$

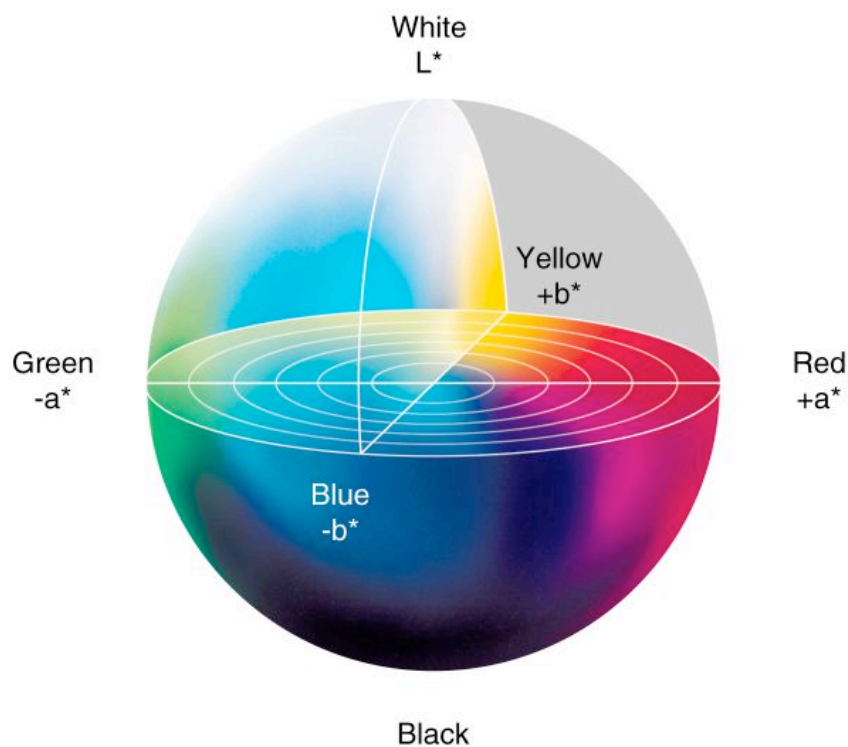


Kuva 4. xy-kromaattisuuskaavio, jossa näkyvät valon aallonpituudet ja värinvalvetoala xy-akselilla. Tästä nähdään myös valon aallonpituudet, jotka on esitetty sinisellä numeroina nm CIE XY -avaruudessa. [8.]

Spektrofotometria on tiede, jossa mitataan spektristä heijastussuhdetta eli materiaalin pinnalle loistavan valon aallonpituuden voimakkuutta ja sen pinnasta heijastuvan valon suhdetta. Spektrinen heijastussuhde on jotakuinkin samanlainen kuin heijastussuhde, joka mitataan densitometrillä ja muutetaan tiheydeksi. Tiheys on yksittäinen arvo, joka kuvaa läpäisseiden ja heijastuneiden fotonien kokonaismäärää. Spektrinen heijastus-

suhde on joukko arvoja, jotka kuvaavat läpäisseiden tai heijastuneiden fotonien lukumäärää eri aallonpituuksilla. [1, s. 43—44.]

CIE LAB -värimalli on yleisesti käytössä ICC-värinhallintaketjuissa ja profiilien muokkauksissa. Itse kuvia harvemmin muokataan LAB-tilassa, koska se ei ole kaikista intuitiivisin väriavaruus. LAB-väriavaruudessa (kuva 5) on kolme pääparametria:  $L^*$  on vaaleusakseli,  $a^*$  on punaviherakseli,  $b^*$  sinikeltainen akseli. Nämä kolme akselia muodostavat koordinaatiston eli LAB-väriavaruusmallin, jolloin väri voidaan kuvata koordinaatistossa. Yleisimmin nykyään on käytössä CIE LAB, jossa yleisesti verrataan ICC-väriprofiileita. [1, s. 69—71.]



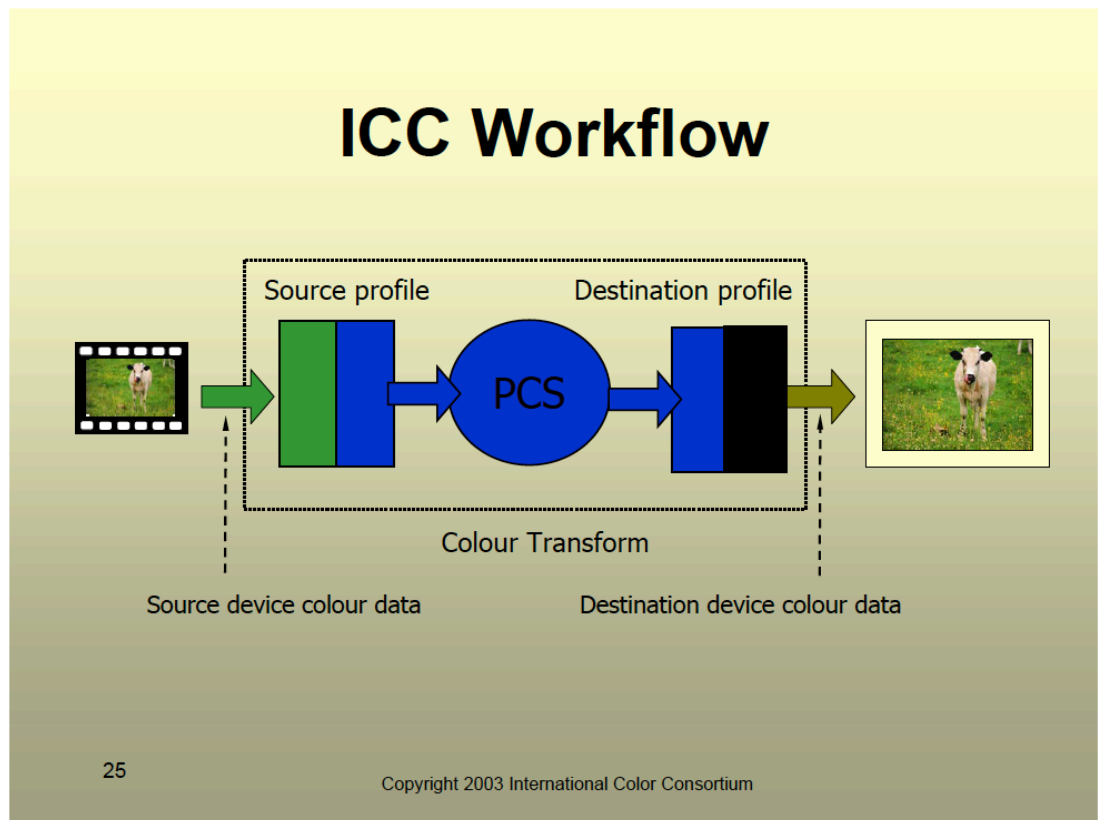
Kuva 5. CIE LAB -väriavaruus:  $L$  on aina positiivinen ja kuvaa kirkkautta.  $+a > 0$  kuvaa punaista komponenttia,  $-a < 0$  vihreää komponenttia,  $+b$  keltaista komponenttia ja  $-b$  sinistä komponenttia. [3.]

LAB-mallin tavoitteena on ennustaa kahden määrätyn kokaisen tasaisen värinäytteen samanlaisuutta. Samanlaisuus on määritelty tarkoilla kriteereillä, joita voivat olla esimerkiksi valaistus, katselukulma ja katseluetäisyys. LAB-värimalli ei ole täydellinen,

joten välillä siinäkin tapahtuu virheitä. Mutta silti LAB-värimallia käytetään eniten kääntösavaruutena eri profiilien väleillä. [1, s. 70—72]

### 2.3 Yhdysavaruus

Useissa ICC-väriavaruusmuunnoksissa käytetään yhdysavaruutta (PCS) tai CIE XYZ - yhdysavaruutta (kuva 6). Yhdysavaruuden avulla voidaan antaa värille numeerinen arvo, joka voidaan viedä väriavaruuteen. Värihallintamoduuli (CMM) on värilaskin, joka muuntaa väritietoa profiilista toiseen. Se sovittaa lähdeavaruuden väriarvot toiseen avaruuteen. Kaikkia arvoja ei ole profiileihin laitettu, joten sen pitää laskea väliin jääneet arvot. Monella laitevalmistajalla ja ohjelmistoyhtiöllä on omia värilaskimia, esimerkiksi Adobe Color Management Module, Apple CMM ja ONYX CMM. [1, s. 86.]



Kuva 6. ICC-työnkulussa tapahtuva profiilikäännös yhdysavaruuden kautta lähdeprofiilista kohdeprofiiliin.

## 2.4 Profiilit

ICC-profiili (International Color Consortium) on värihallitussa työnkulussa käytettävä laitteen värintoistokykyä kuvaava tiedosto. ICC on laajalti käytössä, ja se hyväksyttiin kansainväliseksi standardiksi ISO 15076-1 vuonna 2005. Siitä on julkaistu kaksi versiota, 2 ja 4. Versio 4 (ICC.1:2001-12) on uudempi, mutta vanhempi versio 2 (ICC.1:2001-04) on vieläkin käytössä, koska kaikki laitteet eivät tue vielä versiota 4. ICC kuitenkin suosittelee käytettäväksi versiota 4. [9.]

ICC-profiililuokat:

- näyttö
- syöttö

- tulostus
- linkkiprofiilit
- väritilamuunnos
- abstrakti
- nimetty väri.

ICC-profiileja on seitsemää tyyppiä, mutta yleisimmät ovat RGB ja CMYK. On myös monikanavaprofiileja, mutta ne ovat todella harvinaisia ja niitä käytetään vain erikoislaitteissa. ICC-profiileja voidaan laskea itse mitatusta datasta erillisen ohjelman avulla tai käyttää valmiita standardiprofiileja, esimerkiksi ISOcoated\_v2\_bas.ICC. Se perustuu ISO-standardiin (12647-2:2004) [1, s. 84, 471; 14.]

Yleisimmät RGB-väriprofiilit ovat sRGB ja Adobe RGB. sRGB:tä käytetään monissa digitaalikameroiden ja skannereiden kuvakennoissa. Nykyisin kuitenkin ollaan siirtymässä myös ammattikameroissa Adobe RGB -profiileihin, koska Adobe RGB -profiilin värintoistoala on laajempi kuin sRGB:n. Adobe RGB:n on kehittänyt Adobe-yhtiö vuonna 1998. Yhtiön tarkoitus oli kehittää RGB-profiili, joka kattaa mahdollisimman hyvin ne tulostettavat värisävyt, joita voidaan toistaa CMYK-tulostuksella. Adobe RGB on nykyisin yleisimmin käytössä painettavien kuvien alkuperäisenä väriprofiilina. [1, s. 52—55.]

Laitteella on tietty toistoavaruus (Gamut), joka kuvaa laitteen värin ja sävyn toistoaluetta. Tulostimien vaaleinta aluetta kuva paperin valkoinen ja tumminta päätä kuvaa väripigmenttien tummin arvo. Jokaisella tulostimella on omanlainen toistoavaruus, joka muodostuu väripigmenttien kirkkauseroista. [1, s. 74.]

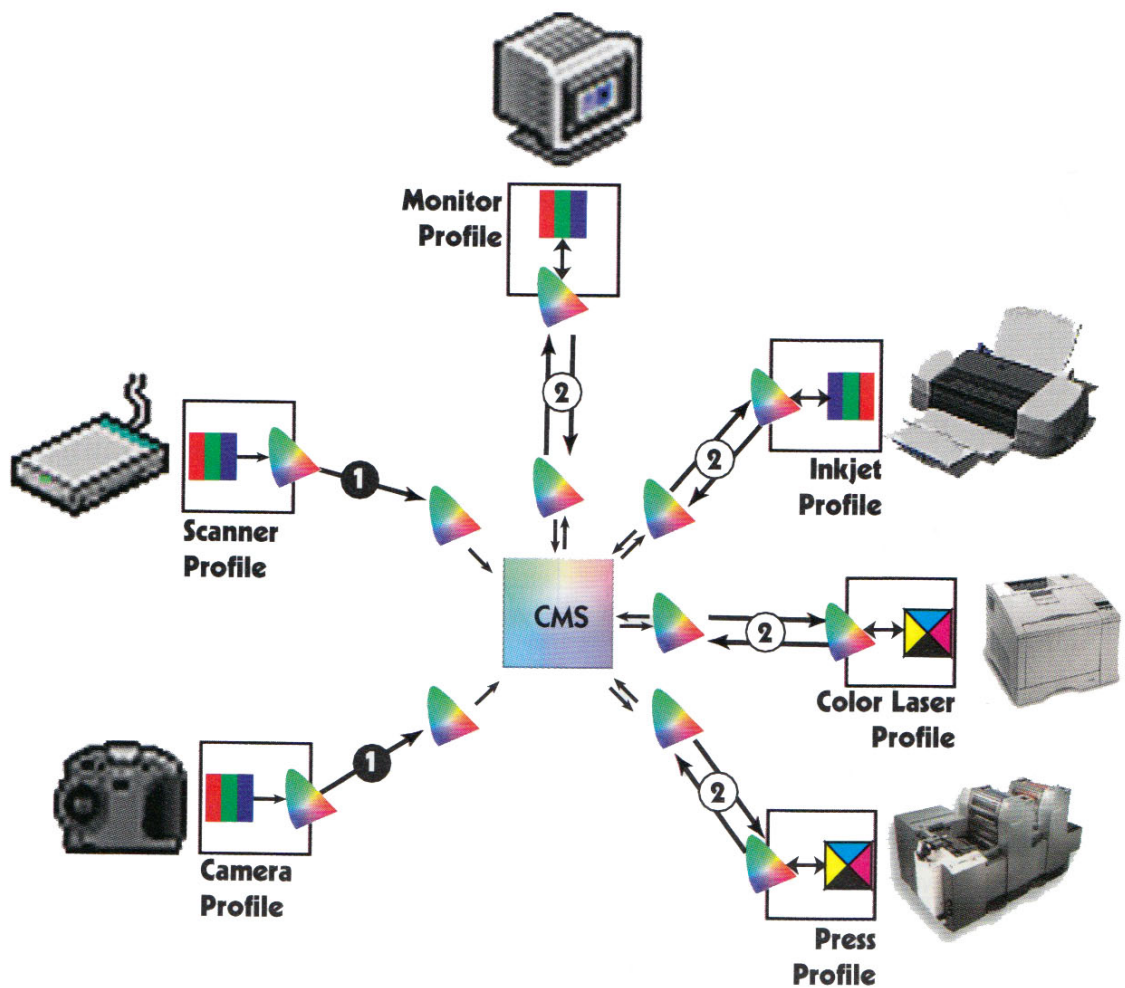
Laitelinkkiprofiili (DeviceLink) on yksi ICC:n määrittelemistä luokista. Linkkiprofiileilla voidaan pakottaa erilaisia toimintoja ICC-profiiliin, kuten puhtaan värin korvaaminen tai harmaakomponenttien tulostaminen pelkällä mustalla. Laitelinkkiprofiileihin voidaan myös yhdistää kaksi profiilia, joilla simuloidaan niistä jompaa kumpaa. Linkkiprofiilit tehdään erillisellä ohjelmalla. [1, s. 427, 15.]

Näköistystapa vaikuttaa kuvan profiilinkäntöoperaatiossa, kun kuva käännetään toiseen profiiliin. Näköistystavat ovat absoluuttinen kolorimetrinen (absolute colorimetric), suhteellinen kolorimetrinen (relative colorimetric), havainnollinen (perceptual) ja kylläi-



syys (saturation). Havainnollinen näköisyystapa säilyttää visuaalisen vaikutelman ja pyrkii säilyttämään värien keskinäiset suhteet. Tavoitteena on toistaa kuva mahdollisimman ”hienosti”. Se on paras ratkaisu kuviin, joissa on paljon toistoavaruuden ulkopuolisia värejä. Kylläisyys pyrkii säilyttämään voimakkaat värit. Se toimii hyvin esitysgrafiikassa, eikä se sovellu tarkkaan värinhallintaan. Tämä tapa konvertoi lähteen väritilan kylläiset värit kohteeseen väriavaruuden kylläisinä väreinä. Suhteellisen kolorimetrisen näköistystapa ottaa huomioon, että ihmisen näkö sopeutuu paperin valkoiseen sävyyn. Tämä tapa ei siis siirrä valkoista pistettä kohdemedian valkopisteeseen. Se toistaa kaikki toistoavaruuden sisälle mahtuvat värit tarkasti ja leikkaa muut lähimpään toistettavaan sävyyn. Se on myös oletus näköistystapa nykyään. Absoluuttinen kolorimetrisen eroaa suhteellisesta siten, että se ei muuta valkoista pistettä toisen profiilin valkoiseen. Sitä suositellaan vedostamiseen, koska se huomioi paperin värin. Tämän tavoitteena on simuloida (valkoinen piste mukaan lukien) tulostinta toisessa yksikössä. [17, s. 20.]

Profiileja voidaan tehdä tulostimiin, kameroihin, näyttölaitteisiin, skannereihin ja projektoreihin. Nämä profiilit jakautuvat muutamaankin joukkoon, jotka ovat syöttöprofiilit (input profiles) eli skannerien ja digitaalikameroiden profiilit, näyttöprofiilit (display profiles) eli LCD-näyttöjen ja projektoreiden profiilit sekä tulostusprofiilit (output profiles) eli tulostimien ja painokoneiden profiilit. Profiilit ovat yksi- tai kaksisuuntaisia (kuva 7). Näyttöprofiilit ovat yksisuuntaisia. Muut profiilit ovat kaksisuuntaisia, eli ne voivat lähettää molempiin suuntiin väritietoa. Kaksisuuntainen profiili pystyy kääntämään väriarvoja molempiin suuntiin. Esimerkiksi tulostusprofiili on aina kaksisuuntainen. Kaksisuuntaisten profiilien avulla muunnetaan värejä yhdysavaruudesta tulostuslaitteen väriavaruuteen tulostamista varten ja esitetään valmiiksi tulosavaruuteen muunnettuja värejä näytöllä tai muunnetaan värejä johonkin toiseen tulostuslaitteen väriavaruuteen. [1, s. 100—102.]



Kuva 7. Värilaskin (CMS) siirtää profiilien väriarvoja profiilista toiseen yhdysavaruuden kautta. Kuvasta ilmenee, että numerolla 2 merkityt profiilit ovat kaksisuuntaisia ja numerolla 1 yksisuuntaisia. [1, s. 101.]

Profilointi tehdään erillisellä mittarilla, josta saatuja arvoja käytetään hyödyksi ICC-profiilin tekemiseen. ICC-profiili lasketaan saaduista mittausarvoista profiilintekohjelmalla. ICC-profiilin määrittämisestä on tehty ISO-standardi (ISO 15076-1:2005), josta selviää, millä tavalla profiili täytyy rakentaa ja mitata. [11.]

## 2.5 Kalibrointi

Kalibrointi optimoi laitteen tilan ja toiminnan mahdollisimman hyväksi. Värinhallinnassa tulostimien kalibroinnissa muutetaan jotakin suuretta, useimmiten tulostimen värinan-

toa. Kalibrointi muokkaa tulostimen värinantoa halutun alkutilan saavuttamiseksi. Tarkoitus on tuottaa laitteella täsmällisesti sama määrä väriä tietyllä väriarvolla. Kalibrointi on tärkein vaihe ennen profilointia, jotta värinanto on mahdollisimman tarkka tietyllä arvolla. Kalibroinnissa on kolme osaa ja päämäärää: vakaus, linearisointi ja simulointi.

Vakaus vaikuttaa laitteen kalibrointiväliin. Jos laite on epävakaata ja muuttuu lyhyen ajan sisällä, se pitää kalibroida useasti, että se tuottaisi mahdollisimman samaa haluttua jälkeä. Jos laite ei ole kalibroitu, se täytyy profiloida useammin, mikä on enemmän aikaa vievä toimenpide.

Linearisoinnilla tarkoitetaan mahdollisimman tasaisesti kasvavaa värin antoa, eli laitteen värinannosta on tarkoitus tehdä mahdollisimman optimaalinen. Sen dynaamisesta alueesta on tarkoitus tehdä mahdollisimman suuri, ja toistoalan vaihtelun on tarkoitus olla mahdollisimman pehmeää ja ennustettavaa. [1, s. 121.]

Simuloinnilla tarkoitetaan tulostimen värikyriä säätämistä niin, että sen tekemä jälki vastaa jotakin toista tulostinta tai painokonetta. Simulointi tehdään yleisesti densiteettejä ja painokäyrää simuloimalla. Joihinkin laitteisiin on mahdollista laittaa toisen laitteen kalibrointi, jotta voidaan simuloida toisen laitteen värinantoa. [1, s. 113—123.]

Tulostimia vakioidaan kalibroimalla, ja kalibrointia käytetään prosessin eri vaiheissa, jotta saavutetaan mahdollisimman vakaa ympäristö värinhallinnalle. Kalibroimalla laitteet usein saavutetaan vakaa alusta ICC-profiilin alustaksi, jolloin värit säilyvät tarkkoina. Laitteen kalibrointiväli riippuu laitteen väriavaruudesta, ja jokaisella laitteella on väriavaruus. Kun laitteeseen vaihdetaan jokin isompi osa tai suutin, on koko värinhallintaketju hyvä tehdä uudelleen. [1, s. 113—123.]

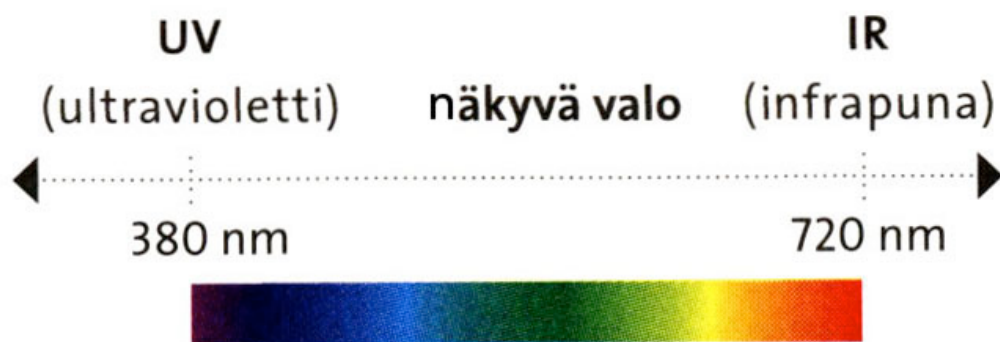
Vedosten tarkkailuun on oltava vakioitu valaistuslämpötila, jotta saavutetaan aina riittävän samanlainen lopputulos, esimerkiksi D50. Materiaalien ja värien metameria täytyy huomioida prosessien vakioinnissa

## 2.6 Väri mittaus

Väri mittauksesta puhuttaessa mitataan kuitenkin valoa, koska vain valoa voidaan mitata, ei väriä. Voidaan puhua kolmenlaisesta värin mittauksesta: densitometria,

kolorimetria ja spektrofotometria. Nämä mittaustavat eroavat niiden käyttämien suotimien ja antureiden osalta. [1, s. 37.]

Värit ovat aistihavaintoja, jotka silmä havaitsee. Silmään tuleva valo muuntuu hermosignaaleiksi, jotka menevät aivojen näkökeskukseen, ja näin aistimme värejä. Valo on elektromagneettista säteilyä, jota ihmissilmä pystyy havaitsemaan. Ihmissilmä kykenee havaitsemaan säteilyä, jonka aallonpituus on noin 380–720 nm (nanometri) (kuva 8). [17, s. 9.]



Kuva 8. Silmiin nähtävä sävyalue (spektri). Ihmissilmä kykenee havaitsemaan säteilyä, jonka aallonpituus on noin 380–720 nanometriä. [17, s. 9.]

Densiteetillä tarkoitetaan sitä, kuinka paljon pinnasta heijastuu valoa takaisin. Densiteetti on yhtä kuin tummuus. Densiteettiä on hyvä mitata, jos haluaa tietää, kuinka hyvin laite pystyy tuottamaan jollakin arvolla väriä. Densitometrillä kalibroidaan laitteet, jolloin niiden antama valon heijastus kertoo, kuinka paljon laite antaa väriä paperille. Siihen vaikuttavat musteen imeytyminen materiaaliin ja sen kuivumisprosessi. Densitometrit eivät suoraan mittaa tiheyttä, vaan valon voimakkuuden ja laitteen antureiden havaitsemaa valon suhdetta. Tulostusvärin densiteetti riippuu värin pigmentaatiosta eli sen tiiviyydestä ja värikalvon paksuudesta. Määrätyn värin densiteetti on värikalvon paksuusmitta, mutta se ei kuitenkaan kerro mitään värisävystä. [1, s. 3–39; 30, s. 49.]

Densiteetin voi laskea seuraavalla kaavalla, jossa  $\log_{10}$  on luonnollinen logaritmi,  $I$  on tuleva valo ja  $I_0$  heijastunut valo:

$$D = \log_{10} \left( \frac{I}{I_0} \right)$$

Spektrofotometriassa mitataan spektristä heijastussuhdetta, pinnalle loistavan valon kunkin aallonpituuden voimakkuuden ja takaisin laitteen sensoriin heijastuvan valon suhdetta. Spektrinen heijastussuhde on samankaltainen kun heijastussuhde ( $I_0$ ), joka mitataan densitometrillä ja muunnetaan tiheydeksi, yhdellä erolla. Tiheys on yksittäinen arvo, joka kuvaa heijastuneiden tai läpipäässeiden fotonien kokonaismäärää.

Väriero on helppo laskea kahden näytteen välisestä erosta Delta E:llä ( $\Delta E$ ). Delta E mittaa kahden värin eroa väriavaruudessa. Delta on kreikkaa ja tarkoittaa erilaisuutta.  $\Delta E$ :llä voidaan laskea kahden pisteen välinen etäisyys väriavaruudessa, jolloin  $\Delta E$ :n arvo kuvastaa näiden pisteiden välistä etäisyyttä, jolloin tuo etäisyys korreloi määrittelijän mukaan silmän värierohavaintoja. Yleisin käytössä oleva on  $\Delta E L^*a^*b^*$ .  $\Delta E$  merkitsee kokonaispoikkeamaa. Se voidaan jakaa kahteen osaan:  $\Delta L$ -vaaleuspoikkeamaan sekä  $\Delta ab$ -kromaattisuus- eli väripoikkeamaan eli  $\Delta C$ -kromaattisuuteen, joka edustaa  $\Delta ab$ :tä harmaissa sävyissä. [6; 1, s. 42—44.] Taulukossa 1 ovat Graafinen teollisuus Ry:n suositusarvot sävyepoikkeamista.

Taulukko 1. Graafinen teollisuus Ry:n suositusarvot sävyepoikkeamista ( $\Delta E$ ) [7, s. 4].

<b>Värisävyepoikkeamat (<math>\Delta E</math>)</b>	<b>Cold-set</b>		<b>Heat-set ja arkkipainatus</b>	
	keskiarvo ( $\Delta E$ )	hajonta ( $\Delta E$ )	keskiarvo ( $\Delta E$ )	hajonta ( $\Delta E$ )
nyaani	5	4	5	4
magenta	5	4	5	4
keltainen	5	5	5	5
musta	5	4	5	4

On olemassa useita menetelmiä, joilla voidaan laskea Delta E -arvot. Niistä yleisin on Delta E -1976 eli  $\Delta E_{ab}^*$ . Muut käytössä olevat menetelmät ovat Delta E -1994, Delta E CMC ja Delta E 2000. Delta E 2000 -menetelmää pidetään tarkimpana, jos lasketaan alle viiden Delta E:n arvoja. Se on sittemmin saanut tukea laitevalmistajilta. [6.]

Delta E 1976 -menetelmä lasketaan kaavalla

$$\Delta E_{ab}^* = \sqrt{\Delta L^{*2} + (a^{*2}) + (b^{*2})} \quad [6].$$

Vuodesta 1976 määritelmä ei ratkaise riittävästi ihmissilmän havaintokykyä, joten Delta E 2000 -menetelmään on lisätty ongelmallisten sinisen sävyjen korvaaminen neutraaleilla sävyillä ( $R_T$ ). Delta E 2000 -menetelmä lasketaan kaavalla

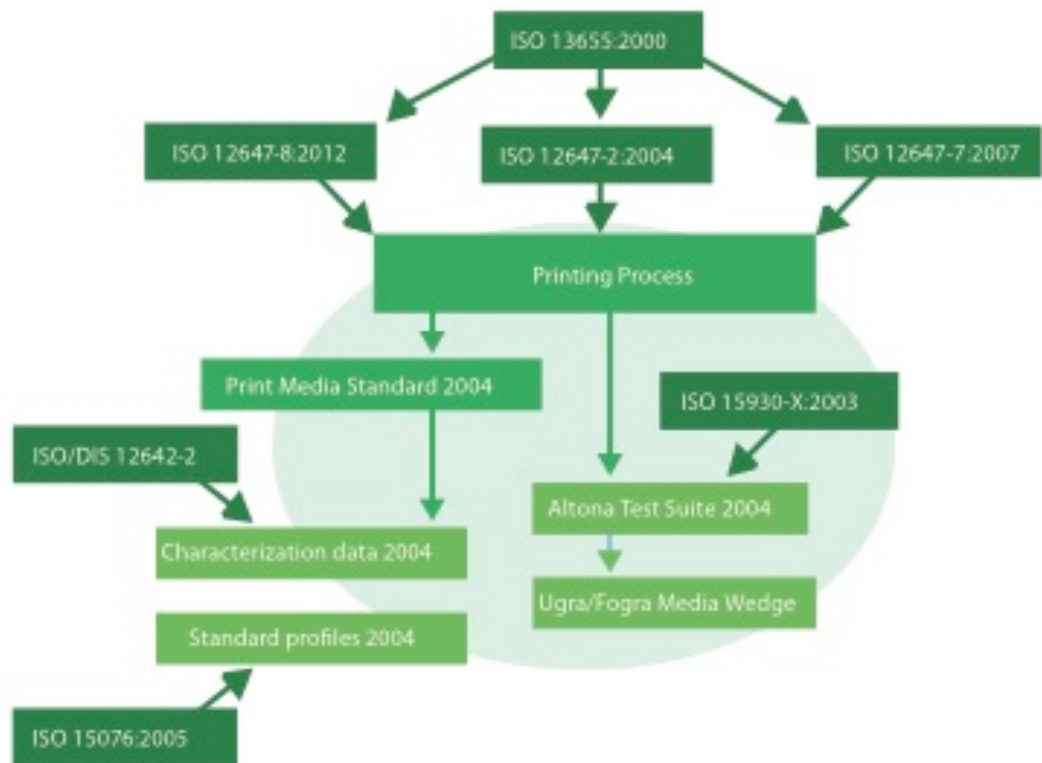
$$\Delta E_{00}^* = \sqrt{\left(\frac{\Delta L'}{S_L}\right)^2 + \left(\frac{\Delta C'}{S_C}\right)^2 + \left(\frac{\Delta H'}{S_H}\right)^2} + R_T \frac{\Delta C'}{S_C} - \frac{\Delta H'}{S_H}$$

[6.]

### 3 Graafisen alan standardit

#### 3.1 ISO-standardit

Standardointi perustuu vakioituihin toimintatapoihin ja laadullisiin kriteereihin. Vakioituilla toimintatavoilla pystytään saamaan aikaiseksi ennustettava ja tasalaatuinen tuote. Värihallinnan standardit perustuvat ISO-standardeihin, joita käytetään laajasti eri käyttökohteissa (kuva 9).



Kuva 9. Värihallinnan standardien suhteita toisiinsa [31, s. 7].

ISO-standardisoimisorganisaatio (International Standards Organization) on laajin ja tunnetuin standardointijärjestö. Se on perustettu vuonna 1947, ja se tuottaa kansainväliset standardit. ISO-järjestö ei ole minkään maan hallituksen alaisuudessa, mutta sillä on monia alajärjestöjä, jotka edustavat sitä. Suomen Standardisoimisliitto SFS edustaa Suomea järjestössä.

ISO 12647 -standardi kattaa paino- ja tulostusprosessit. ISO 12647 -perheeseen kuuluu kahdeksan osaa:

- ISO 12647-1:2004 Graafinen tekniikka - prosessin hallintaa tuotannossa rasteriposiitivin värierottelut, Vedostus ja tuotantopainatus - Osa 1: parametrit ja mitausmenetelmät
- ISO 12647-2:2004 Graafinen tekniikka - prosessin hallintaa tuotannossa rasteriposiitivin värierottelut, Vedostus ja tuotantopainatus - Osa 2: Offset painoprosessit
- ISO 12647-2:2004/Amd 1:2007 Graafinen tekniikka - prosessin hallintaa tuotannossa, rasteriposiitivin värierottelut, Vedostus ja tuotantopainatus - Osa 2: Offset painoprosessit - Muutos 1
- ISO 12647-3:2005 Graafinen tekniikka - prosessin hallintaa tuotannossa, rasteriposiitivin värierottelut, Vedostus ja tuotantopainatus - Osa 3: Coldset offset litografia sanomalehtipaperit
- ISO 12647-4:2005 Graafinen tekniikka - prosessin hallintaa tuotannossa, rasteriposiitivin värierottelut, Vedostus ja tuotantopainatus - Osa 4: Julkaisu syväpainatuksena
- ISO 12647-5:2001 Graafinen tekniikka - Prosessin ohjaus valmistukseen, rasteriposiitivin värierottelut, Vedostus ja tuotantopainatus - Osa 5: Silkkipaino
- ISO 12647-6:2006 Graafinen tekniikka - prosessin hallintaa tuotannossa, rasteriposiitivin värierottelut, Vedostus ja tuotantopainatus - Osa 6: Fleksopainatus
- ISO 12647-7:2007 Graafinen tekniikka - prosessin hallintaa tuotannossa, rasteriposiitivin värierottelut, Vedostus ja tuotantotulostus - Osa 7: Vedostus prosessit, jotka toimivat suoraan digitaalisesti
- ISO 12647-8:2012 Graafinen tekniikka - prosessin hallintaa tuotannossa, rasteriposiitivin värierottelut, Vedostus ja tuotantotulostus - Osa 8: hyväksytyt tulostus prosessit, jotka toimivat suoraan digitaalisesti



ISO 12647 pohjautuu prosessinhallintaan graafisen tekniikan tuotannossa. ISO 12647 kuvaa väristandardeja vakiopapereissa ja prosessiohjausmenetelmiä. Standardeissa määritellään joukko prosessien parametreja ja niiden arvoja. Parametrit ja arvot on valittu tieteellisin tutkimuksin sopiviksi niihin painoprosesseihin, joita standardit edustavat. [18.]

### 3.2 Värihallinnan standardit

Värihallinnassa käytetään standardeja, jotka vakioivat toiminta- ja mittaustapoja. Niillä saavutetaan hallitumpi ja vakaampi värihallinta. Värihallinnan keskeisempiä standardeja ovat ICC-profiilin ISO-standardi (ISO 15076-1:2005) ja mittaustapojen ISO-standardi (ISO-13655:2009). ISO 15076-1:2005- ja 12647-standardeissa on määritelty, millä tavalla ICC-profiili pitää muodostaa ja minkälaisilla parametreilla tiedot kirjoitetaan ICC-profiiliin. ISO-13655:2009- ja 12647-standardeissa määritellään muun muassa mittareiden spektrin mittaustavat, kolorimetriset laskelmat ja vakioitu väriämpötila (CIE D50).

On myös muita järjestöjä, jotka ovat tehneet laatusuosituksia ja omia ISO-standardeihin pohjautuvia laatukriteerejä, esimerkiksi Fogra (Fogra Graphic Technology Research Association) ja Graafinen Teollisuus Ry. Fogra on saksalainen graafisen alan tutkimuskeskus, joka on ollut kehittämässä värihallintaan ja tulostukseen keskittyneitä ISO-standardeja. Se on julkaissut monta profiilia, ja sen tekemiä profiileja on otettu käyttöön ISO-standardeissa, esimerkiksi FOGRA39. Fogralla on oma sertifiointijärjestelmä FOGRAcert, joka tarjoaa järjestelmistä ja prosesseista todistusta, jos ne täyttävät ISO-standardien kriteerit. Graafinen Teollisuus Ry. on painoalan ja graafisen alan tuotantopoliittisten ja elinkeinopoliittisten yritysten etujärjestö. Sen tehtävä on parantaa edunvalvonnan lisäksi toimintaedellytyksiä, kilpailukykyä, yhteistyötä ja osaamista. Graafinen Teollisuus Ry. on julkaissut Tekniset laatusuositukset 2005 -raportin, joka pohjautuu suurelta osin ISO-standardeihin. [20.]

### 3.3 Digitaalisen tulostamisen standardit

Digitaalisen tulostamiseen on muutama standardi, jotka sopivat erityyppisille laitteille. Vedoslaadulle ja tuotantotulostamiselle on olemassa ISO-standardit. Fogra on myös kehittänyt sertifiointijärjestelmät digitaaliseen tulostamiseen, esimerkiksi Fogra-PSD.

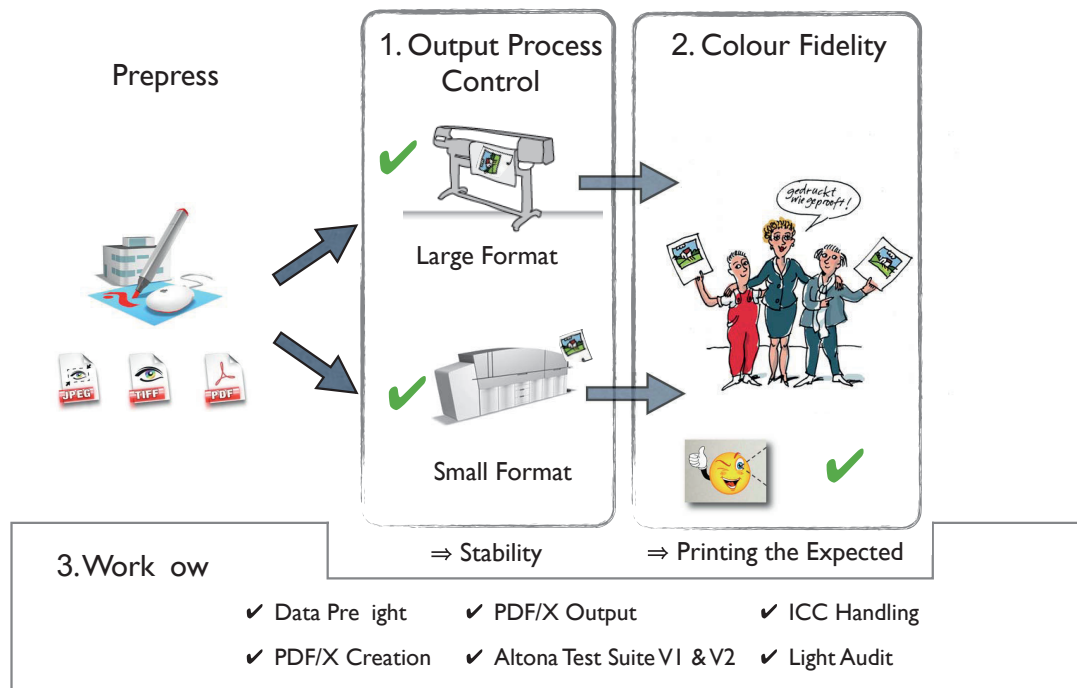
ISO 12647-7:2007 on riippumaton standardi vedostustulostukseen. Siihen kuuluu digitaalinen työnkulku, ja sille on määrätty standardissa kriteerit.

ISO 12647-8:2012 on riippumaton standardi tuotantotulostukseen. Siihen kuuluu digitaalinen työnkulku, ja sille on määrätty standardissa kriteerit. [25.]

ISO 15311 on digitaalisen tulostamisen standardi, joka on kehitteillä. Toisin kun ISO 12647-x, ISO 15311 on moniosainen standardi, joka perustuu kolmeen osaan:

- parametrit ja mittausmenetelmät
- digitaalinen teollinen tulostus
- digitaalinen suurkuvatulostimet.

Fogra on kehittänyt sertifikaatin Fogra-PSD (Process Standard Digital) (kuva 10). Sitä voi hakea nykyisin ISO 12647-7 (contract proof)- ja ISO 12647-8 (Validation Print) -standardeihin. Fogra PSD -sertifikaatti perustuu kuuteen arvoon, joiden pitää täytyä: Preflight, PDF/X-luonti, ICC-käsittely, PDF/X-tulostus, Altona Test Suite v.1 & v.2 ja optimaalinen tarkkailuvälaistus. ISO 15311 -standardille ei ole vielä sertifikaattia, mutta se on tulossa, kun ISO-standardi saadaan valmiiksi. [18; 19; 22.]



Kuva 10. Fogra PSD -konsepti. Tavoitteena on johdonmukainen ja ennakoitavissa oleva tulostuslaatu. PSD on kolmeen osaan jakautuva sertifiikaatti, joka arvioi prosessinohjausta, värintoistoa ja työnkulkua. [21.]

Fogra PSD -konsepti voisi olla hyvä vaihtoehto yrityksen tarkimpien tulostimien vakiointiin ja sertifiointiin tulevaisuudessa. Se kattaisi myös PrePress-työskentelyyn liittyviä elementtejä, joilla voitaisiin vakioida tulostusaineistot.

### 3.4 Vedoslaadun standardit

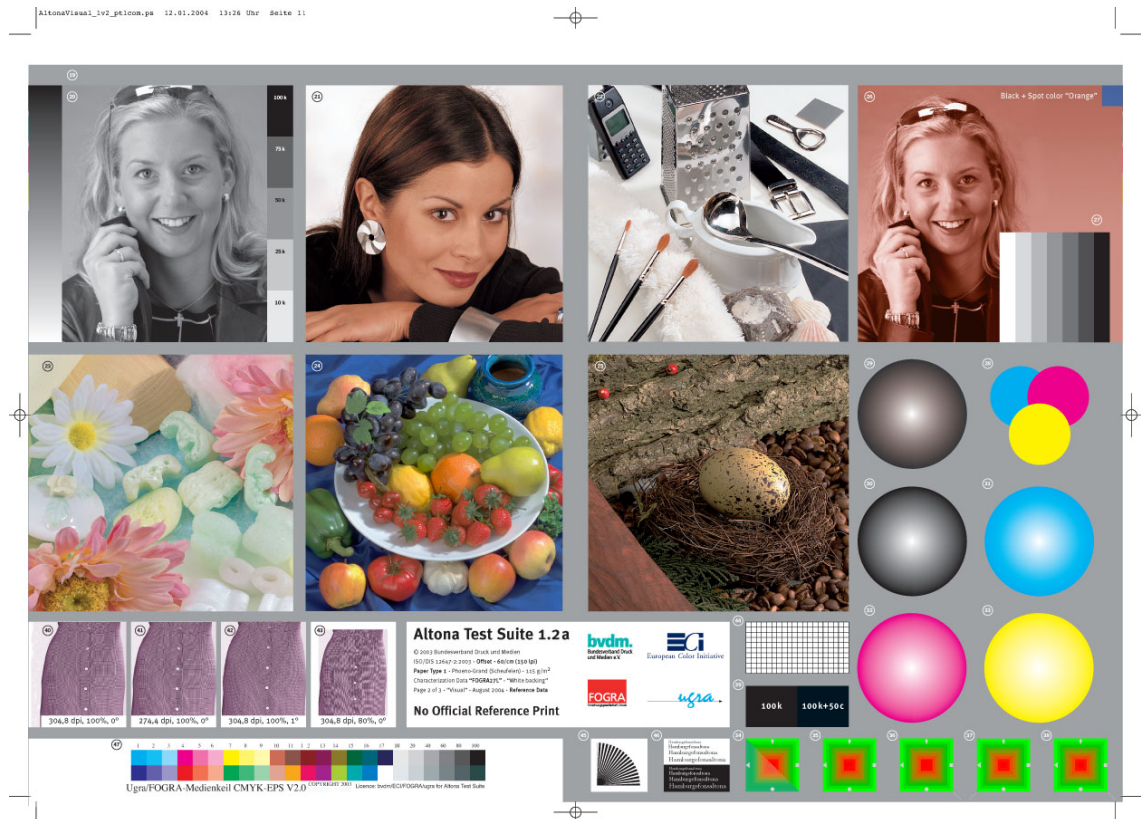
ISO 12647-7:2007 -standardi on määritelty digitaaliseen vedostamiseen, ja siinä määritellään vedostamisen tiukimmat osat tulostus- ja julkaisumarkkinoille. Standardi määrittelee vaatimukset järjestelmälle, jossa käytetään digitaalisesti tulostettuja vedoksia. Siinä on tarkoitus simuloida tulostuksen tilaa, joka on määritelty standardissa. Lisäksi siinä on ohjeita ja vedosjärjestelmän sertifiointiin liittyviä tavoitteiden erityisehtoja. [23.]

Altona Test Suite on yleisesti käytetty vertailutiedosto vedoslaadussa, ja siitä voidaan mitata tulostettuna esimerkiksi Ugra/Fogra Media Wedge, jolla voidaan tarkistaa, täyttääkö vedos ISO 12647-7:2007 -standardin värin määrittelyt (kuva 11).

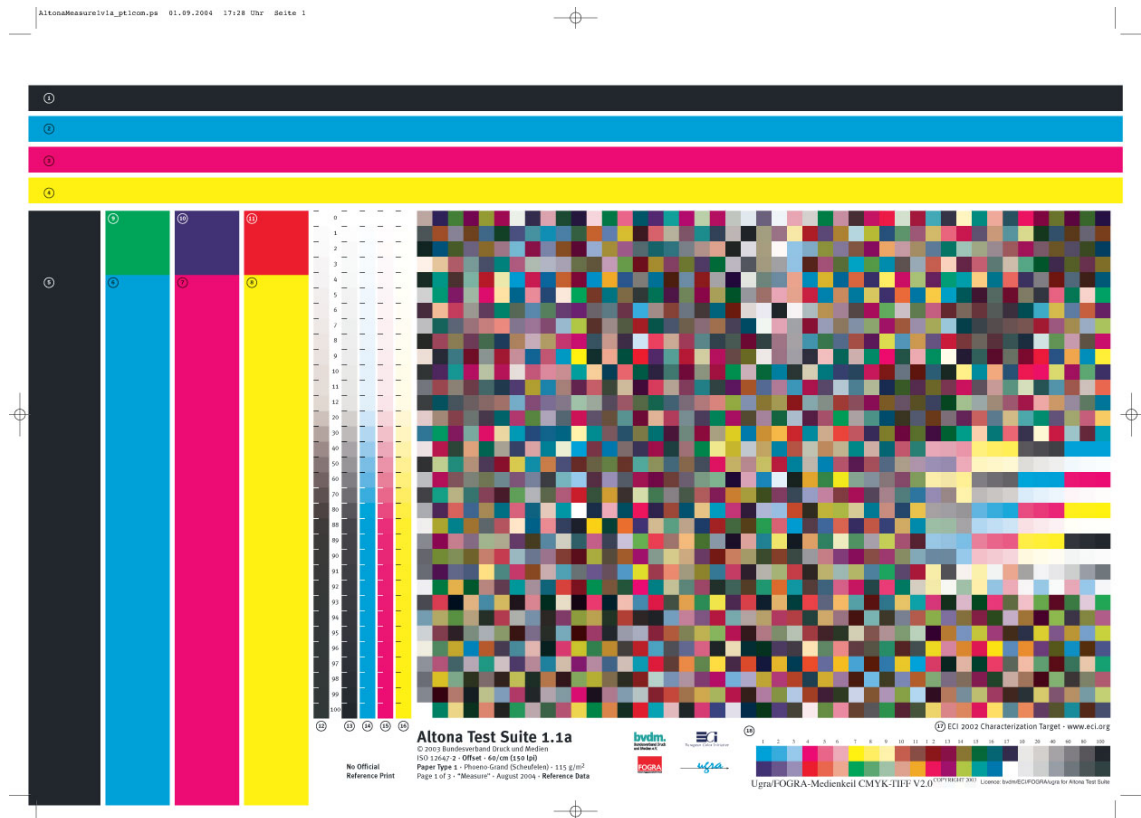


Kuva 11. Ugra/Fogra Media Wedge V2.0 muodostuu 46 väriruudusta, joista voidaan mitata ja verrata arvoja CIELab-referenssiarvoihin. Eron keskiarvoa mitataan  $\Delta E$ -arvolla. [17, s. 44.]

Altona Test Suite on testitiedostoihin ja painettuihin vertailureferenssiarkkeihin pohjautuva testilaukku. Se pohjautuu ISO 12647 -standardiin. Sillä voidaan testata esimerkiksi RIP:n (Raster Image Processor) värinhallinnan toimivuutta ja väritarkkuutta. Siihen kuuluvat referenssiarkit, jotka on painettu ISO 12647-2 -standardin mukaisesti (kuva 12 ja kuva 13). Siinä tulee myös muita testitiedostoja, esimerkiksi tekniseen laatuun liittyviä tiedostoja. Testitiedostot on tarkoitettu koko työnkulun valvomiseen. Altona Test Suite 1.1 käyttää PDF/X-3 PDF-versiota, jolloin RIP:ien täytyy tukea formaattia, jotta tiedosto tulostuu oikein. Altona Test Suiteen sisältyy myös Ugra/Fogra Media Wedge, jolla voidaan mitata värintarkkuutta. [24.]



Kuva 12. Altona Test Suite 1.2a (AltovaVisual\_1v2a\_pt3com\_x3.pdf) -tiedosto on tarkoitettu visuaaliseen tarkasteluun.



Kuva 13. Altona Test Suite 1.2a (AltonaMeasure1v1a\_pt1com\_x3.pdf) -tiedosto on tarkoitettu visuaaliseen tarkasteluun ja mitattavaksi.

Vuonna 2011 ECI, Fogra ja Ugra julkaisivat Altona Test Suiten uuden version 2.0, joka tarjoaa kykyä testata, käsitteelläkö työnkulku PDF/X-4-formaatia virheettömästi. Siihen on tullut myös muita parannuksia, esimerkiksi OpenType-kirjasimet, 16-bittiset valokuvat ja osoitteistus.

Ugra/Fogra Media Wedge on digitaalisten vedosten laadunvalvontakiila. Sillä voi varmistaa, täyttääkö vedos ISO-standardin vaatimukset. Referenssiarvot löytyvät Altona Test Suitesta. Fogra Media Wedgesta on nykyisin jo versio 3.0. Ugra/Fogra Media Wedge on maailmanlaajuisesti tunnustettu laadunvarmistamistyökalu sopimusvedoksissa. Vastaava löytyy myös monista laadunvalvontaohjelmista, kuten proofSIGN-ohjelmasta. [25.]

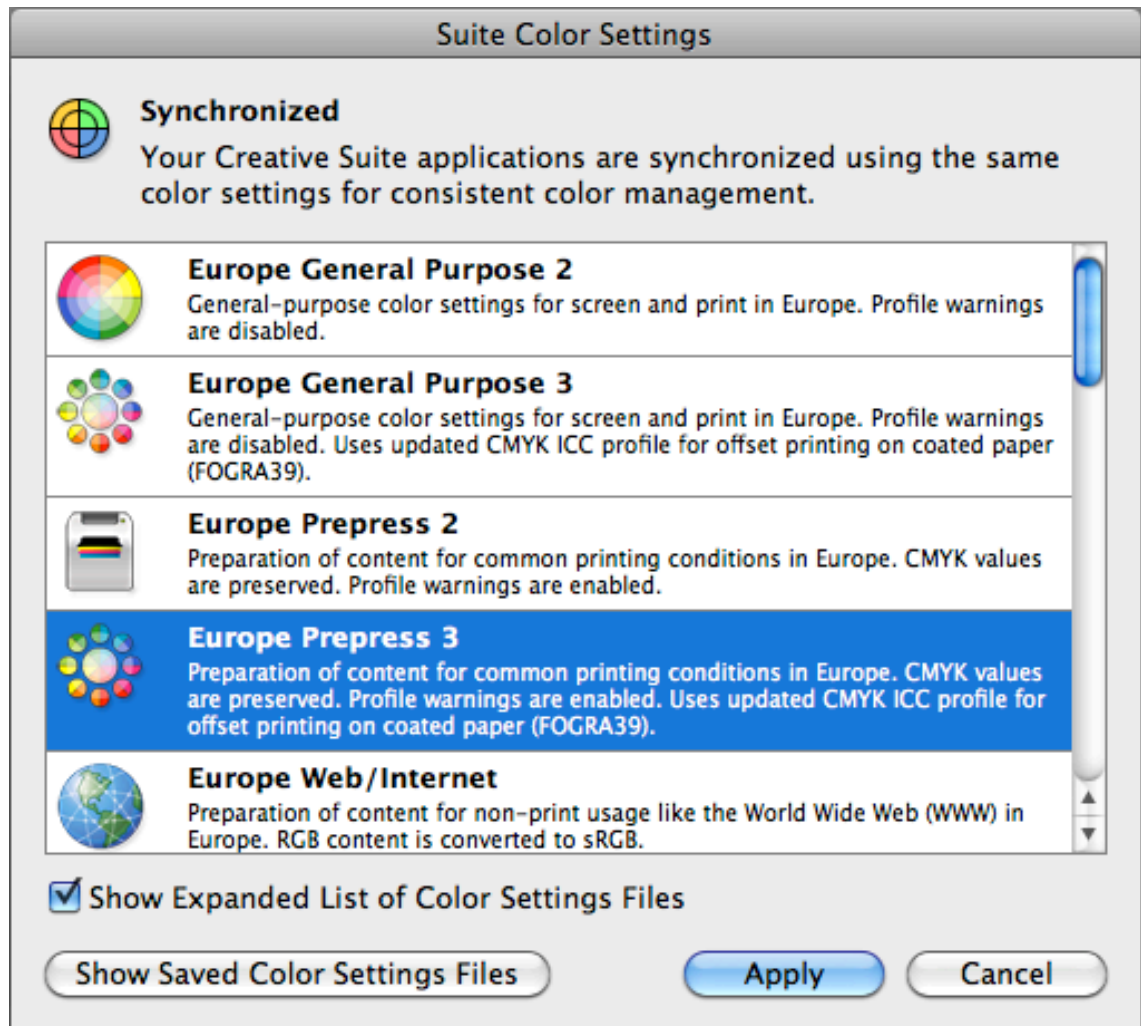
## 4 Värinhallinnan ohjelmat ja laitteet

Digitaalisessa työnkulussa korostuvat ohjelmien käytettävyys ja niiden hallinta. Tekniikoiden hallitseminen ja ymmärtäminen auttaa sisäistämään värinhallinnan laajaa prosessia. Ohjelmien ja laitteiden tuntemus on osa sitä. Nykyisin sisällöntuotanto-ohjelmien markkinoita hallitsee ohjelmistoyhtiö Adobe. Muita ohjelmia ja apuohjelmia on lukematon määrä. Värinhallinnassa tärkeimmät ohjelmat ovat profiilientekohjelmat ja RIP-ohjelmistot, jotka ohjaavat tulostinta. Laitteiden ja niiden käyttäytymisen tunteminen helpottaa niiden muuttujien hallinnassa.

### 4.1 Värinhallinnan ohjelmat

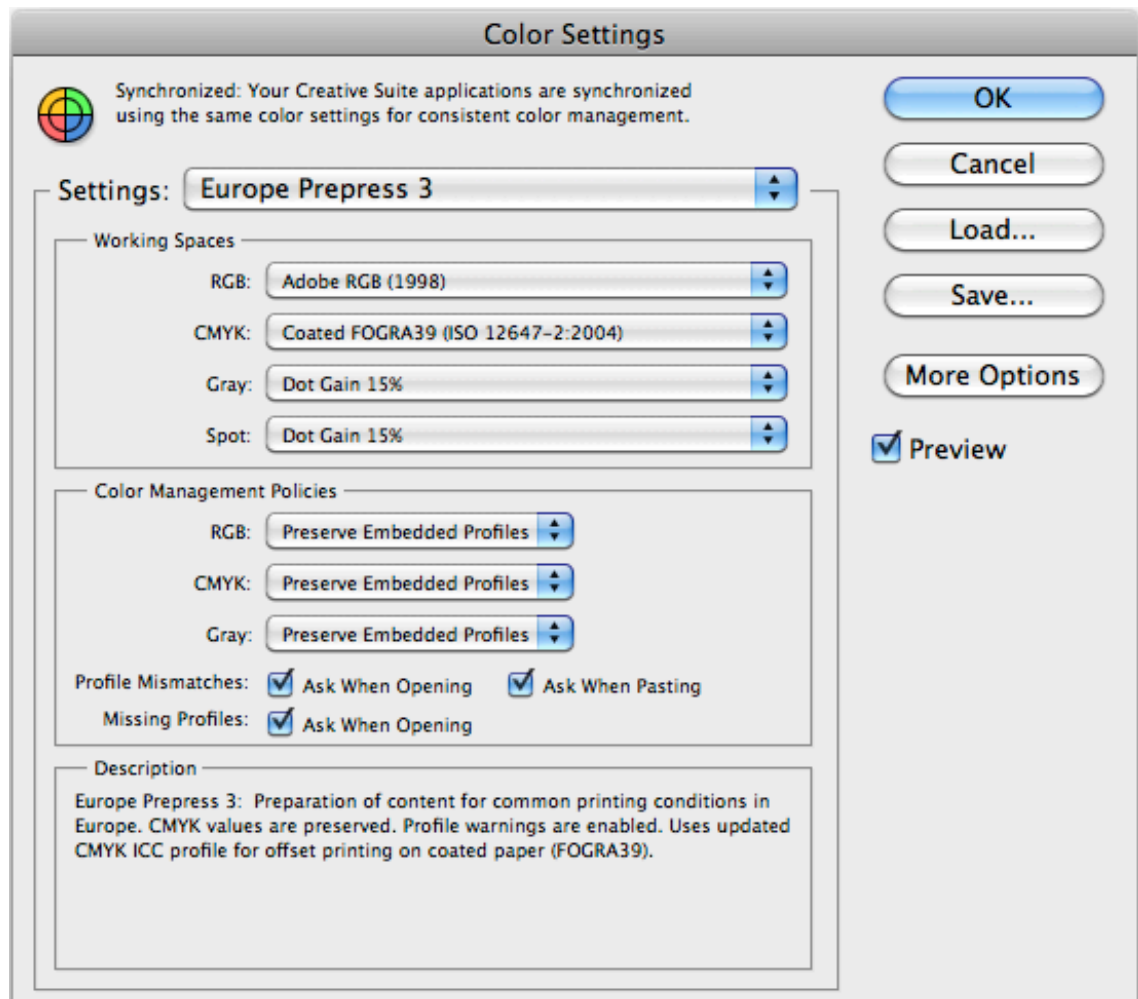
Sisällöntuotannossa käytetään nykyisin enimmäkseen Adoben CS-ohjelmia, jolla luodaan digitaalinen tulostettava sisältö. Adobe Creative Suite 5.5 Design Standardin ohjelmat ovat Photoshop CS5, joka on kuvien muokkausohjelmisto, Illustrator CS5, joka on vektorigrafiikan muokkausohjelmisto, InDesign CS5.5, joka on painotuotteiden julkaisuohjelmisto, Acrobat X Pro, joka on PDF-tiedostojen muokkaus- ja näyttöohjelmisto, ja Bridge CS5, joka on tiedostojen järjestely- ja selausohjelmisto.

Adobe Creative Suite 5.5 Design Premium -ohjelmistoissa on yhteneväinen värinhallinta (kuva 14 ja kuva 15). Niissä voi kääntää tiedostojen värejä profiilista toiseen ja katsoa näköisyystavan vaikutukset profiilin kääntövaiheessa.



Kuva 14. Adobe Bridge CS5:ohjelmasta voi säätää koko CS-ohjelmiston värinhallinnan yhteneväiseksi koko ohjelmistoperheessä, mikä on tärkeää, kun tehdään tiimityöskentelyä aineistoja tulostukseen.





Kuva 15. Adobe Photoshop CS5:n värinhallinta-asetukset. Yleinen asetus on Europe Prepress 3, jossa on RGB-profiilina Adobe RGB(1998) ja CMYK-profiilina Coated FOGRA39, joka perustuu ISO-standardiin 12647-2:2004.

Adobe Acrobat -ohjelmalla voi katsoa ja korjata PDF-tiedostoja. Siinä on myös tarpeellinen Preflight-toiminto, jotta PDF-tiedostosta saadaan tarkistettua ja tulostumattomat objektit käännettyä niin, että ne tulostuvat oikein. Sillä on myös hyvä kääntää PDF-tiedostot PDF/X-formaattiin, jotta tulostimien RIP:t pystyvät käsittelemään tiedoston virheettömästi. ISO 12647-8:1012:ssa määritellään, että tulostettavan tiedoston täytyy olla PDF/X- tai TIFF/IT-formaattia, jotta ne täyttävät standardin vaatimukset. [23.]

Profile Maker on ohjelma, joka tallentaa mittarista saadut väriarvot. Niistä ohjelma laskee profiilin. Profiilin tekoon voi vaikuttaa muutamilla ohjelman säädöillä. Niitä ovat muun muassa aliväriinpoisto ja -lisäys, maksimi värimäärä ja mustanpisteen värin aloituskohta. Tein Profil Maker -ohjelmalla profiilit ONYX- ja Caldera-RIP:eihin, joissa ei ole

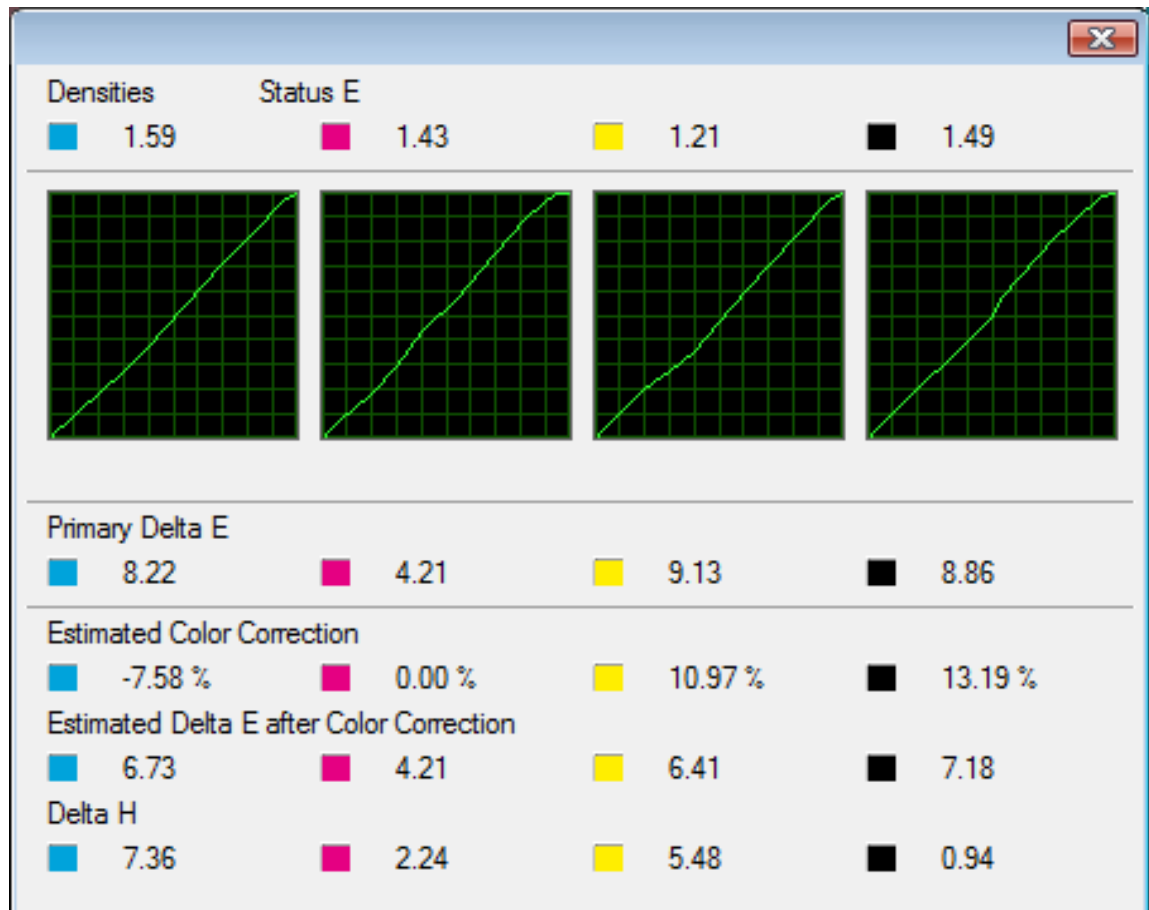
sisällytetty RIP:n sisään profiilintekoohjelmia, joten profiilit täytyy tehdä erillisessä ohjelmassa.

## 4.2 Väripalvelimet

Väripalvelimien tarkoitus on yhtenäistää tuotannon värinhallintaa ja tehdä siitä helpommin hallittava kokonaisuus. Värinhallintapalvelimilla mitataan tulostetut värit, ja niistä lasketaan tarvittavat muutokset tiedostojen väriarvoille, jotta värit toistuisivat halutulla tavalla. Yrityksen väripalvelimen värinhallinta täytyy optimoida monissa eri laitteissa samanlaiseksi, jotta asiakkaiden kampanjoita voidaan toteuttaa useilla laitteilla ilman tiedostojen värin säätämistä. Tulostimien kalibroinnin täytyy olla helppoa, jotta työntekijöiden aikaa ei mene liikaa värien säätämiseen.

Insinööriyön tilaajayrityksessä on otettu testikäyttöön useita eri väripalvelimia, mutta niiden käytettävyys tulostajan näkökulmasta on ollut rajoittunutta tai ne eivät muuten sopineet yrityksen tuotantoon. GMG Color Server on ollut ensimmäinen väripalvelin, joka on käyttäjälähtöinen, mutta silti riittävän monipuolinen yrityksen laajaan tulostinvalikoimaan nähden.

Yrityksellä on ollut useita väripalvelimia koekäytössä, Colorgate Production Server 7, ORIS Color Tune, Binuscan CMS Server (kuva 16).

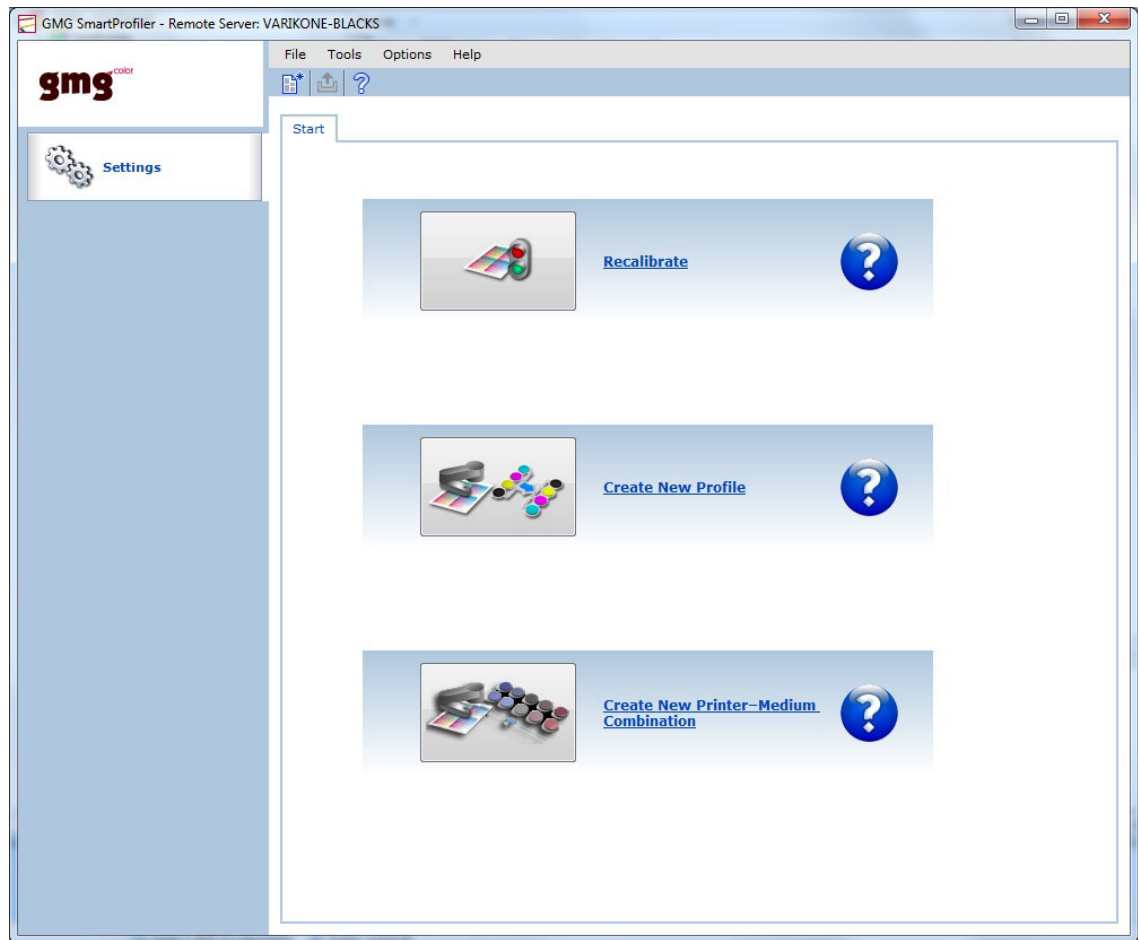


Kuva 16. CMS-Serverin mittauskäyrä. Painolaatu ei ole optimaalinen, mustan densiteetti on liian heikko. Palvelu on luotu hyväksymällä painolaadun riittämättömyys Fogra 27:ää vastaavaksi. Palvelu optimoi kuitenkin mahdollisimman lähelle Fogra 27 -standardia. Tulostin on Mimaki JV5-160 ja materiaali Avery MPI 3001.

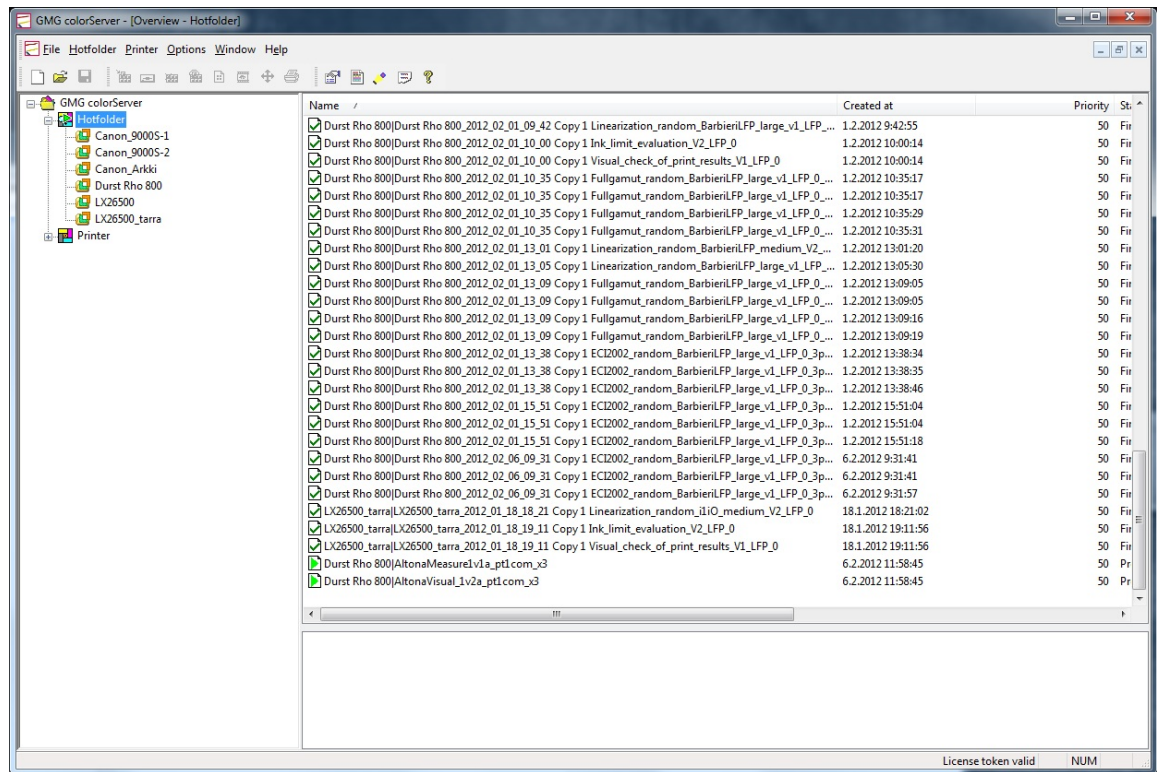
Muitakin testikäyttöön suositeltavia palvelimia on tullut markkinoille, joita on esimerkiksi Creo Color Server, ZePrA 2.0 Color Server, Alwan CMYK Optimize, Heidelberg Color Carver And PDF-toolbox, Kodak ColorFlow ja MPX 360 Color Server.

GMG-väripalvelin koostuu kahdesta palasta, jotka ovat GMG SmartProfiler ja GMG ColorServer. GMG SmartProfiler (kuva 17) on ohjelma, jolla tehdään linearisointi, säädetään värien maksimimäärä, profiili ja iterointikierrokset. Iterointikierrokset ovat profiiloinnin jälkeen tehtävä värintäsmäystoimenpide, jossa tulostetaan testiarkki ja mitataan se, jolloin saavutetaan vielä täsmällisempi väritäsmäys. Tällä ohjelmalla tehdään myös uudelleenkalibroinnit. GMG Color Serverin kautta ajetaan kaikki tiedostot, joissa muutetaan väritieto profiilien mukaiseksi, jotta värit tulostuvat oikein (kuva 18). GMG-väripalvelin asennetaan Windows-koneeseen, jonka kautta tiedostot käännetään. Hot-

folderit voidaan tehdä myös verkkoon, josta GMG-väripalvelin hakee tiedostot, käsittelee ne ja siirtää seuraavaan kansioon.

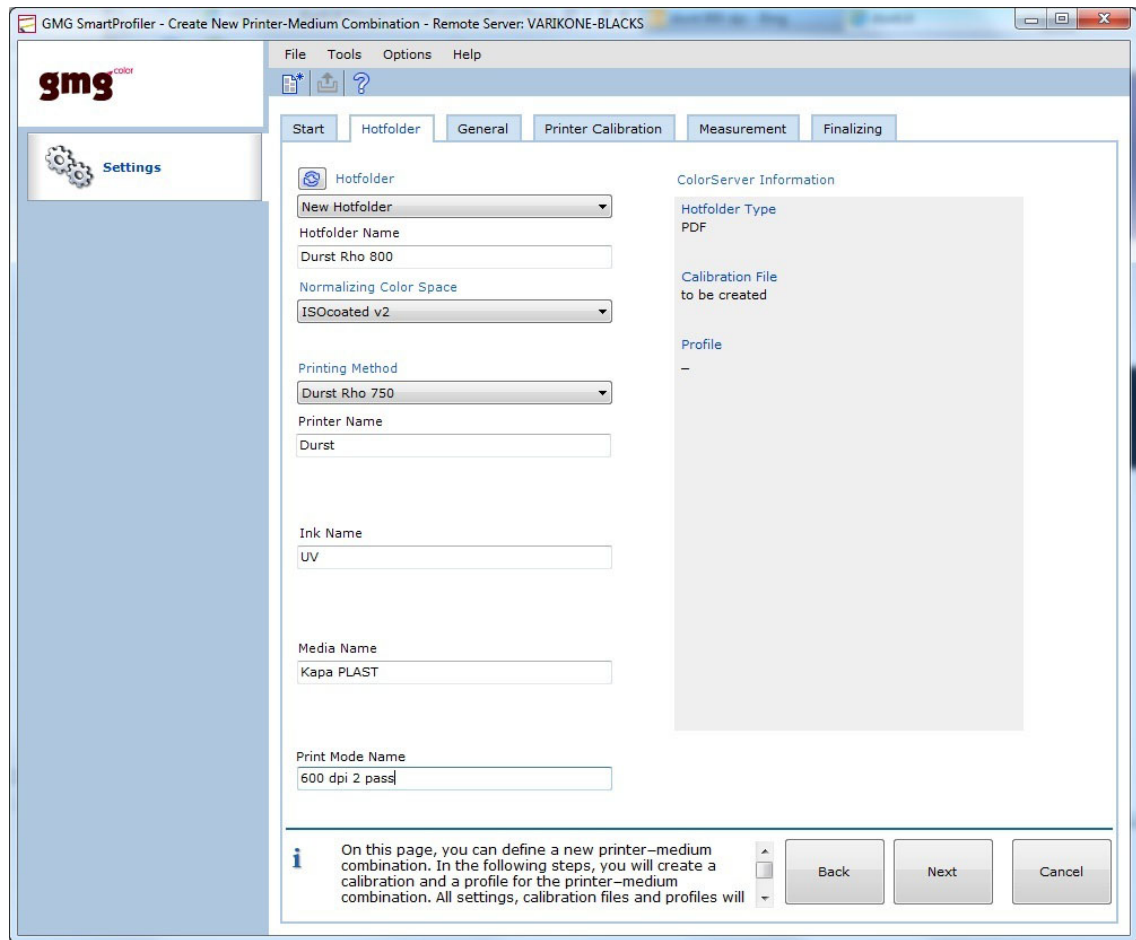


Kuva 17. GMG SmartProfilerin alkuvalikon toiminnot: uudelleenkalibrointi, uuden profiilin teko, tulostimien värien välinen yhteneväistys.



Kuva 18. GMG Color Serverin hotfolder-lista, josta nähdään värioitimoidut tiedostot. Kuvassa Durst Rho800 Altona -testiarkit värioitimoinnissa.

Kun GMG Color Serverin kanssa käytetään RIP-ohjelmaa, siitä laitetaan kaikki värinhalinta pois päältä, jotta ei tule kaksinkertaista värinhallintaa. GMG Color Server käyttää kohdeprofiilina haluttua profiilia. Testissä tähdättiin ISO Coated V2 -profiiliin, joka on ISO 12647-2 -standardin kohdeprofiili (kuvat 19 ja 20).

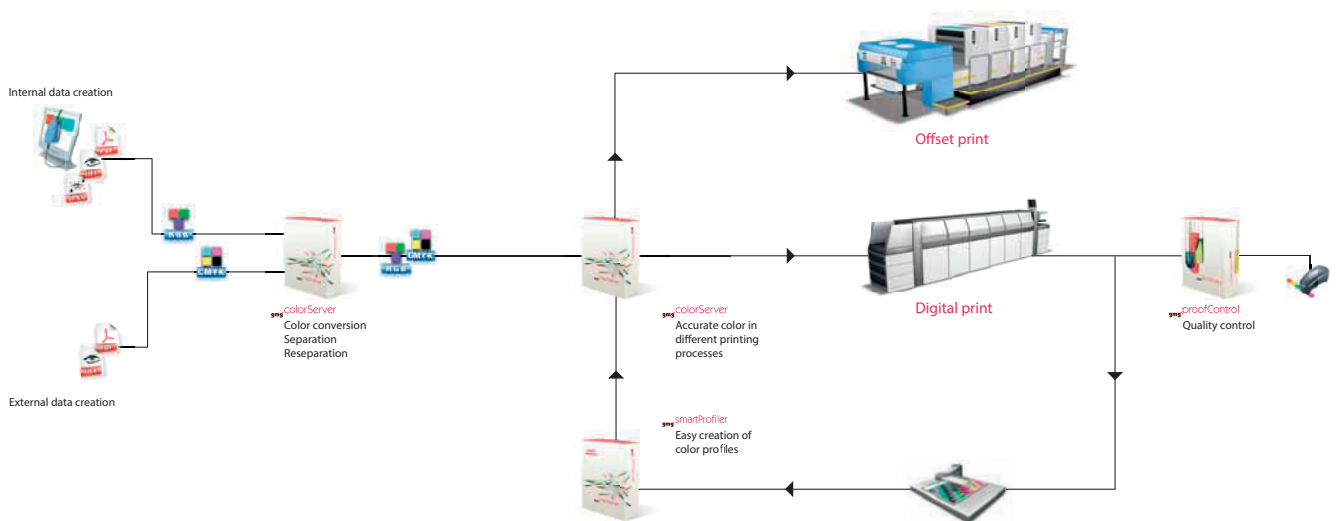


Kuva 19. GMG SmartProfilerin hotfolder-asetukset, joista valitaan haluttu kohdeprofiili ja tulostimen asetukset.

## Creative

## Prepress

## Printing process



Kuva 20. Työnkulkumalli, jossa GMG ColorServerin kautta ajetaan kaikki tulostettavat tiedostot.

GMG Color Serverissä tiedostot voidaan myös muuntaa valmiiksi bittikartaksi, esimerkiksi TIFF-tiedostoksi, jos RIP-ohjelmat eivät ymmärrä uudempia PDF-formaatteja. Kääntö vie paljon laskentatehoa väripalvelimelta, ja tämä on taas pois muusta värin-  
kääntölaskentatehosta.

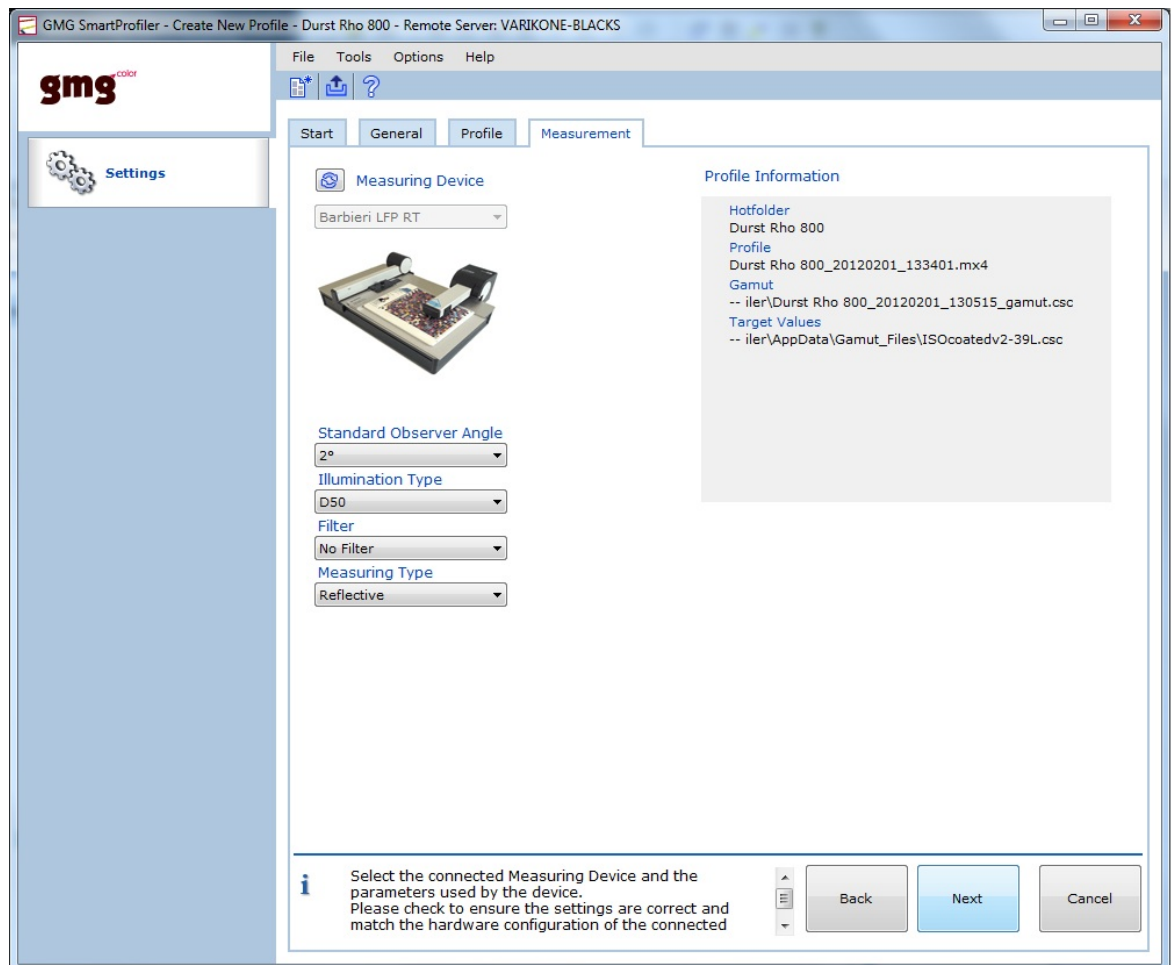
### 4.3 Värinhallintalaitteet

Laitteet, joilla pystytään mittaamaan värejä, ovat avainasemassa värinhallinnassa. Nämä laitteet ovat spektrofotometrejä, jolla väri mitataan valon avulla. Laitteiden vaatimukset on määritelty ISO 13655:2009 -standardissa. Laitteita on erilaisia ja eri tarkoituksiin soveltuvia. Tähän testiin otettiin värinhallintapalvelimen kanssa Barbieri Spectro LFP (Large Format Printers) -spektrofotometri (kuva 21). Se on tarkoitettu suurkuvatu-  
lostamiseen. Siinä on erittäin hyviä ominaisuuksia, joita kilpailijoiden mittareissa ei ole, kuten läpivalaisu valokaappitulosteisiin ja iso mittausaukko, joka on tarpeellinen isoissa



tulostimissa, joissa tulostusjälki on karhea. Spektrofotometriset mittaukset tehtiin kaikkiin ohjelmiin Barbieri Spectro LFP:llä, jotta tulosteet saatiin vertailukelpoisiksi.

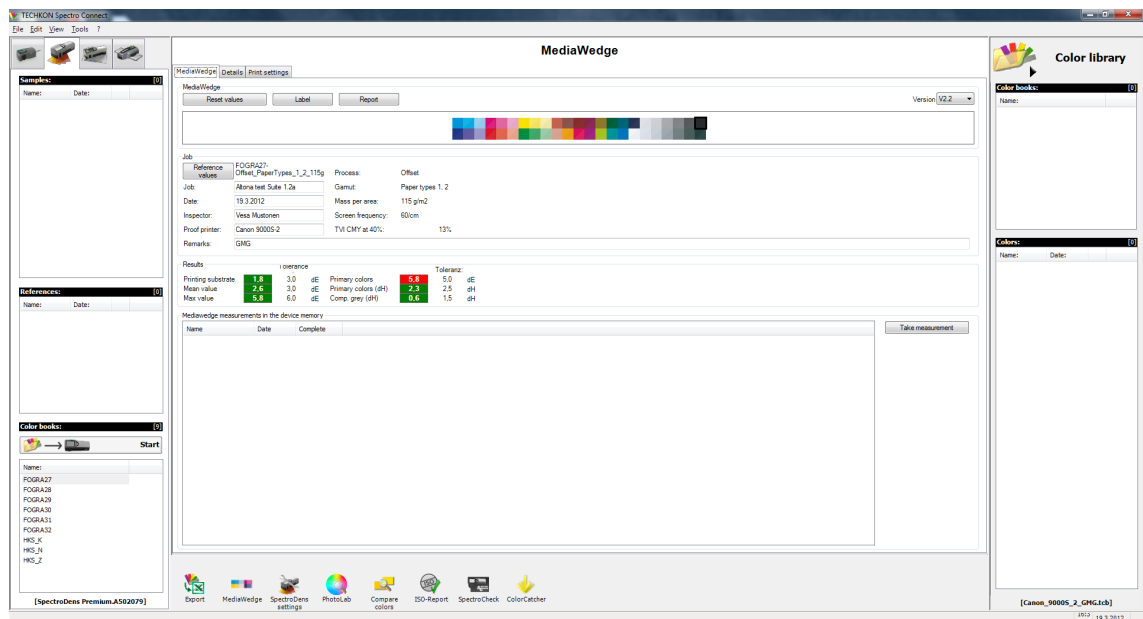
Barbieri Spectro LFP osoittautui erittäin hyväksi mittariksi materiaalien mittaamisen monipuolisuuden ja suuren mittausaukon ansiosta. Käytettävyys oli myös parempi kuin yrityksen muissa mittareissa. Nopeus oli riittävän hyvä, ja sitäkin voi säätää eri materiaalien kohdalla sopivaksi. Laite täyttää ISO 13655-2009 -standardin vaatimukset. [29.]



Kuva 21. Barbieri Spectro LFP -mittauslaite GMG Smart Profiler -ohjelmassa. Sillä pystytään mittaamaan ISO 13655:2009 -standardin mukaisesti ja säätämään asetukset ISO 12647 vaatimuksiin.

Techkon Spectro Dens -mittarissa on spektrodensitometri. Techkon Spectro Dens täyttää monet ISO-standardien vaatimukset. Siinä on monia mittaustapoja, esimerkiksi CIE  $L^*a^*b^*$ ,  $\Delta E^*a^*b^*$ , CIE XYZ,  $\Delta E^*cmc$ ,  $\Delta E^*CIE94$ ,  $\Delta E^*CIE2000$  ja ISO-Check: Color control acc. to ISO 12647. Siinä on myös Ugra/Fogra Media Wedge -mittaustoiminto.

Techkon SpectroConnect (kuva 22) on ohjelma, jolla voidaan liittää Techkon Spectro Dens -mittari tietokoneeseen. Ohjelmasta saadaan tulostettua mittaustulokset. Ohjelmasta voidaan tulostaa raportti esimerkiksi Ugra/Fogra Media Wedge -mittaustiedoista. Mittasin Altona Test Sui Ugra/Fogra Media Wedge - $\Delta E$ -arvot Techkon SpectroConnect-ohjelman avulla ja Techkon Spectro Dens -mittarilla. Techkon Spectro Dens -mittarilla mittasin vain lopulliset tulostetut testitiedostot.



Kuva 22. Techkon SpectroConnect-ohjelma ja Techkon Spectro Dens -mittarilla mitattuja Ugra/Fogra Media Wedge -arvoja.  $\Delta E$ -arvot ovat läpäisseet referenssiarvot muuten paitsi pääväreissä, joissa on 0,8  $\Delta E$ :n poikkeama referenssiarvoon nähden.

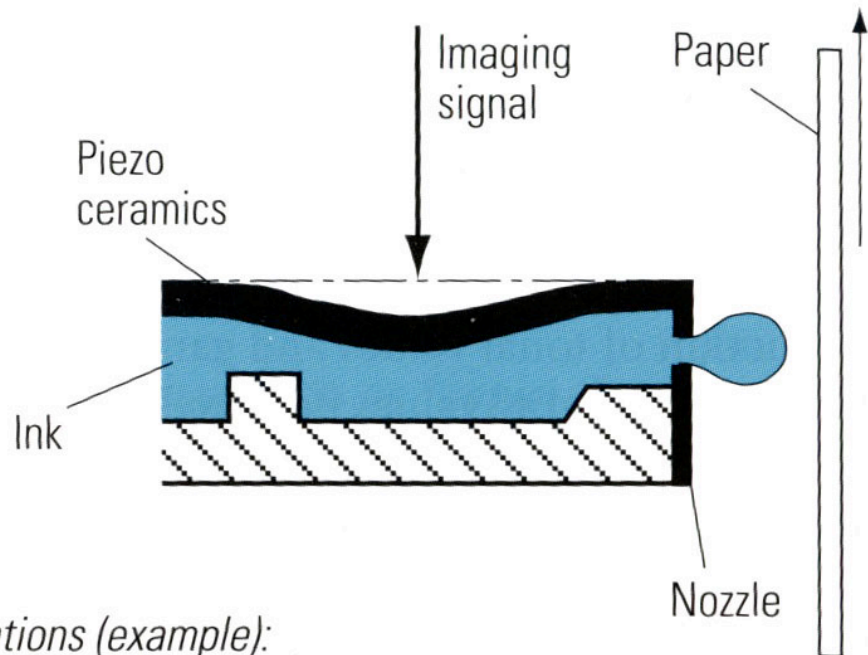
#### 4.4 Tulostimet

Mustesuihkutulostus on toiseksi yleisin digitaalinen painotekniikka. Sitä käytetään muun muassa teollisuudessa korkeanopeuksisessa tuotannossa, kotitulostimissa, toimistotulostimissa ja suurkuvatuotannossa, ja sitä kehitetään koko ajan erilaisiin käyttökohteisiin. Mustesuihkutulostuksen käyttökohteet ovat laajat. Sitä käytetään muun muassa

päivämäärämerkintöihin, viivakoodeihin ja vedostukseen sekä valokuvatulostukseen. [13, s. 463.]

Koska mustesuihkutulostus on aidosti kosketukseton painomenetelmä, sillä voidaan tulostaa melkein minkälaiselle pinnalle tahansa. Erilaisia painopintoja ovat esimerkiksi kankaat, muovit, metallit, puu ja keramiikka. Mustesuihkutulostus on erittäin kilpailukykyinen haastaja seripainotekniikalle, mikä tulee viemään seripainotekniikan asiakkaita.

Korkearesoluutiotulostimissa käytetään epäjatkuvan (kuva 23) ja jatkuvan pisaroituksen menetelmiä. Vedostimien korkea resoluutio ja laatu ovat tärkein tekijä eivätkä niinkään korkeat nopeudet. Nämä vedostimet saavuttavat useimmiten yhdelle tulostuspisteelle monia sävytasoja, joilla saavutetaan parempi värien toistettavuus. Vedostimien toisto-avaruuden on yllettävä muiden painokoneiden toisto-avaruuteen, jotta saavutetaan lopputulosta vastaava vedos. [13, s. 64.]



*Specifications (example):*  
 Drop frequency: approx. 10–20 kHz  
 Drop diameter: approx. 30  $\mu\text{m}$

Kuva 23. Epäjatkuvan pisaroituksen menetelmä, jossa käytetty pietsosähköyksikköä. Signaali antaa sähköimpulssin pietsosähköyksikölle, joka laajenee sähköstä. Paineen muutos tekee suuttimen etuosaan pisaran, joka lentää voimakkaalla nopeudella suuttimesta. [13, s. 64.]

Suurkuvatulostimet ovat usein leveitä rullalta rullalle tulostavia tulostimia tai tasotulostimia, jotka tulostavat levyille tai arkeille. Painoalustana käytetään muoveja, kankaita, paperia, teippejä, kalvoja, tapetteja ja levyjä. Suurkuvatulostimien ei välttämättä tarvitse tulostaa yhtä korkeaa laatua kuin vedostimien, koska suuria kuvia katsellaan useimmiten kauempaa. Tulosteet tulevat usein ulkoilmaan, mikä asettaa värien säilyvyydelle omat tavoitteensa. Erilaiset materiaalit tarvitsevat omanlaiset värit ja tulostimet. [13, s. 726–727.]

Insinööriyön testeihin valittiin kolme erilaista tulostinta: Canon 9000S, Durst800 ja HP Scitex 8600. Nämä laitteet eroavat kaikilta osin toisistaan tekniikoilta, väreiltä ja RIP:ien osalta. Testeihin valitut tulostimet käyttävät epäjatkuvaa pisaroitusta.

Canon 9000S (IPF9000S) on suurkuvatulostin, jonka tulostusleveys on 152 cm. Se käyttää 8:aa eri osaväriä ja LUCIA-pigmenttimusteita, jotka antavat niille jopa 100 vuoden kestävyuden. Osaväreinä käytetään syaania, magentaa, keltaista, vaalea syaania, vaalean magentaa, harmaata, vaaleampaa harmaata ja mustaa. Tulostustarkkuus on 2400 x 1200 dpi ja huipputulostusnopeus 37,4 m<sup>2</sup>/h. Siinä käytetään Onyx Production House 7.3.2:n RIP:ä. [26.]

Durst Rho 800 on tasotulostin, jossa myös on optiona rullalta rullalle tulostus. Se käyttää UV-värejä, joita on kuusi eri UV-osaväriä: syaani, magenta, keltainen, musta, vaalea syaani ja vaalea magenta. Sen tulostustarkkuus on 600 dpi ja tulostusleveys 250 cm. Siinä käytetään Calderan RIP:ä. [27.]

HP Scitex TJ8600 on teollinen suurkuvatulostin, jossa on erittäin suuri tuotantokapasiteetti, 480 m<sup>2</sup>/h. Siinä käytetään kuutta eri UV-osaväriä: syaani, magenta, keltainen, musta, vaalea syaani ja vaalea magenta. Tulostustarkkuus on 600 dpi ja materiaalikoko 1,66 x 3,7 m. Siinä käytetään Onyx Production House 10:n RIP:ä. [38.]

Näiden tulostimien välillä on erittäin paljon eroja, jotka tekevät värinhallinnasta haastavan. Tulostimissa on kaikissa erityyppiset värit, materiaalit, tulostuspäät ja RIP:t.

#### 4.5 Värit

Mustesuihkuvärien vaatimukset ovat erittäin korkeat. Niiden viskositeetin ja pigmenttien partikkelien koon täytyy olla erittäin pieni, jotta partikkelit menevät tulostuspään suuttimien läpi eivätkä tuki sitä. Värit eivät saa kuivua liian nopeasti suuttimiin, koska ne menevät helposti tukkoon. Suuttimien reikien koko määrittää väripartikkelien koon. Toisaalta liian pienet suuttimet tukkeutuvat isoista partikkeleista. Liian suuret suutinreiät aiheuttavat musteiden valumista, kun pintajännitys rikkoutuu. Pintajännityksellä on oleellinen osa pisaran muodostumisessa ja musteen leviämisessä paperiin. Musteen täytyy muodostaa pieniä teräviä pisteitä, jotta kuvasta saadaan tarkka. [13, s. 714–715.]

Olisi hyvä käyttää saman valmistajan värejä ja suuttimia. Mustesuihkuvärien alhainen viskositeetti on 0,1–500 qm. Värytyyppejä on erilaisia. Yleisimmät pohjautuvat vesipohjaiseen väriin. Muita värejä ovat liuotinpohjaiset, pigmentoituvat, öljyyn pohjautuvat,

UV-kuivattavat musteet ja kuumasulavärit. Värin värillisuus saadaan aikaan liukoilla väriaineilla tai liukenemattomilla pigmenttikiteillä. Niiden partikkelikoko on huomattavasti suurempi kuin liukenevilla pigmenteillä. [13, s. 717—723.]

Mustesuihkuväreissä käytetään myös liuotinta väriaineen lisänä. Yleisin liuotina on vesi, mutta pietsosähköisessä menetelmässä voidaan käyttää sekä vesi- että öljypohjaisia liuottimia. Liuottimen koostumus määrittää värin pintajännityksen, mutta pintajännitystä voidaan parantaa erillisillä lisäaineilla. Vedellä on korkea pintajännitys, joten se sopii erittäin hyvin liuottimeksi. Värin pisaroitumiseen vaikuttaa myös nesteen tiheys, joka on noin  $1,000 \text{ g/cm}^3$ . [13, s. 717—723.]

Lateksivärit ovat vesiohenteisia, joten ne ovat hajuttomia ja terveydelle haitattomampia kuin liuotinpohjaiset värit. Lateksivärit koostuvat lateksi-polymeerihiukkasista, pigmentistä ja kostutusaineesta. Lateksitulostimissa täytyy olla kuivaimet, jotka kuivaavat kostutusaineen pois tulostetusta väristä, jolloin materiaalin pinnalle ei jää kuin kova lateksi-pigmenttikalvo. Säänkestävyys on lateksiväreillä hyvä. Ne ovat myös vedenkestäviä eivätkä naarmuunnu helposti, kun väripigmentit ovat suojaavan lateksikerroksen alla. Lateksivärit ovat heti kuivauksen jälkeen laminoitavissa ja jälkikäsiteltävissä. [28.]

Mustesuihkutulostuksen värien täytyy olla hyvin kuivuvia, mutta ne eivät saa kuivua tulostuspään suuttimiin. Nestemäiset musteet kuivuvat ilmaan haihtumalla. Liuottimelta vaaditaan hyvää haihtumiskykyä ja paperilta musteen imukykyä. [13, s. 713.]

UV-väreillä saadaan erittäin paksuja värikerroksia, kun väri kuivuu UV-valon avulla painoalustan pinnalle. UV-värit kuivuvat heti UV-valolle altistuessaan, joten ne voidaan jälkikäsitellä heti tulostamisen jälkeen. UV-värit vaativat tulostimeen erillisen kuivaimen värikerroksen kuivaamiseen. Ne eivät vaadi imevää painopintaa, koska värit tarttuvat hyvin kaikenlaisiin pintoihin kuivuessaan. UV-värien kuivuminen vie kuitenkin paljon sähköä, kun muodostetaan UV-valoa. [13, s. 143.]

Kuumasulavärit ovat perusmuodoltaan kiinteitä vahapuikkoja. Värit sulatetaan värisäiliöön, josta ne pisaroitetaan tulostusalustaan, jossa pisarat kuivuvat tulostusalustan pintaan jäähdyttämällä. Kuumasulavärit eivät imeydy tulostusalustaan, joten ne sopivat kaikenlaisiin tulostusalustoihin. Kuumasulaväreillä saadaan paksu värikerros ja tasaiset väripinnat, mutta ne eivät kestä rasiusta. Väripinta ei tartu kovinkaan hyvin tulostusalustaan, joten ne olisi hyvä päällystää naarmujen välttämiseksi. [13, s. 715–719.]

## 4.6 Materiaalit

Paperin huokoisuus vaikuttaa suuresti musteen imeytymiseen. Papereille muita vaatimuksia asettavat enemmänkin käyttökohteet ja jälkikäsittelylaitteet. Erittäin vaativia viivapiirroksia tehdessä täytyy ottaa huomioon paperin valinta, koska huokoiselle paperille värit leviävät enemmän. [15, s. 475.]

Muita tulostusmateriaaleja on kirjava joukko, koska mustesuihkutekniikalla pystytään tulostamaan melkein kaikille materiaaleille. Yleisimmät muut materiaalit ovat muovit, kankaat, keramiikka, metallit, puu ja teipit.

Testiin valittiin tulostusmateriaalit, jotka ovat yleisimmin käytössä kullakin koneella. Durst Rho 800 HS:lle valitsin Kapa-Plast 5 mm, HP Scitex ja CanonIPF900S\_lle Economy Satin 200 g/m<sup>2</sup>. Kapa-Plast on happovapaa polyuretaanivaahdolevy, jossa on muovilujitetut pinnat. Sitä käytetään messuosastojen myymäläsomistuksiin ja mainontaan sisätiloissa. Economy Satin on edullinen päällystetty paperi. Sen soveltuvuusalueet ovat valokuvataide ja teollinen tuotanto.

Jälkikäsittelyn materiaalit vaikuttavat jonkin verran värintoistoon riippuen päällysteestä. Yleinen linja kuitenkin on, että jälkikäsittelyä ei oteta huomioon värinhallinnassa, koska materiaalin ja päällysteen tuomat vaihtoehdot tuottaisivat liikaa työnkulkuja ja profiileja.

## 5 Värinhallinnan mittaukset ja tulokset

### 5.1 Värinhallintapalvelimen tulokset

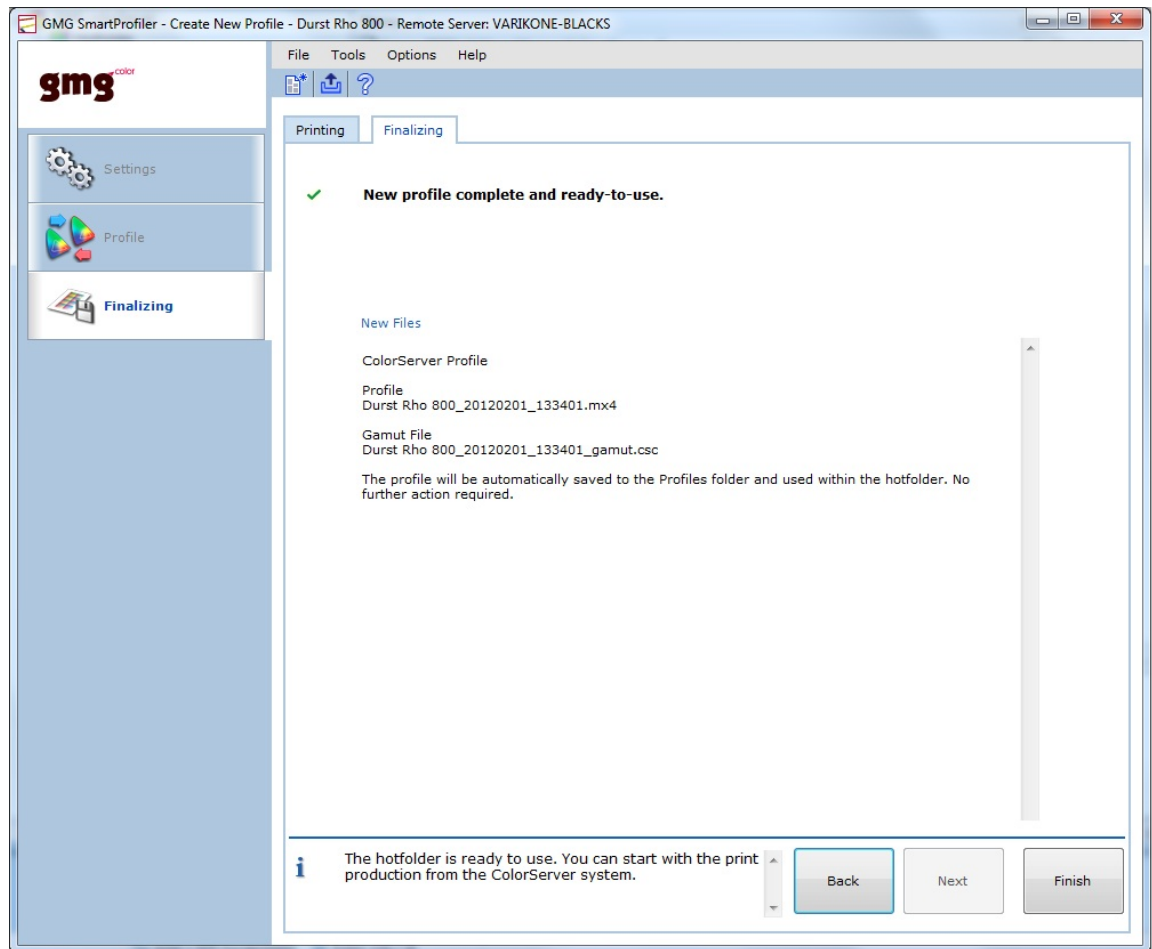
Värintäsmäyksen vertailuun otin Canon 9000S -tulostimen pigmenttiväreillä ja Durst Rho 800 HS -levytulostimen UV-väreillä. Tulostimien materiaaleiksi valitsin yleisimmin käytetyt materiaalit, jotta saataisiin konkreettinen lähtökohta vertailuun. Testiin olisin ottanut myös teollisen HP Scitex TJ8600:n valomainosasetuksilla, mutta emme saanut toimimaan GMG-palvelimen kanssa Barbieri Spectro LFP -valomainosasetuksia, jotka olisivat olleet erittäin oleellinen osa TJ8600-tuotantoajoa.

Canonin Onyx RIP:lle tein linearisoinnin valmistajan ohjeiden ja hyväksi havaittujen metodien avulla. Profiilin laskin ProfileMaker Pro 5.0.10 -ohjelmalla suhteellisen voimakkailla GCR-asetuksilla, jotta sain harmaatasapainoa paremmaksi eri valaistusoloihin, koska metameria on yleistä näiden paperien ja värien yhdistelmillä. Paperi oli Canon Economy Satin 200g, joka on yleisimmin käytetty paperi tällä tulostimella.

Durst Rho 800 HS -tulostimelle tein linearisoinnin Caldera-ohjelman avulla, joka kylläkin oli erittäin epävakaa. Ohjelma jumittui välillä, mutta siihen sain tehtyä siistin lineaarisen linearisoinnin. Profiilin laskin myös ProfileMaker Pro 5.0.10 -ohjelmalla normaaleilla asetuksilla GCR 3 -asetusta käyttäen. Tulostusmediaksi valitsin Kapan, joka on yleisimmin käytetty tulostusmateriaali tällä tulostimella.

Molemmilla tulostimilla tein GMG-palvelimella testitulostukset ja mittasin ne Barbieri Spectro LFP -mittarilla, joka oli myös koekäytössä samaan aikaan. Tulostuksissa GMG SmartProfiler teki uudestaan linearisoinnin ja laski profiilin medialle (kuva 24). GMG-palvelimen erikoisuus on profiilin tekemisen jälkeen tulevat iteroimiskierrokset, jotka tarkentavat värin täsmäystä, jolloin saavutetaan tarkempi tulos pelkkään profiiliin verrattuna. GMG ei suostunut paljastamaan mitään laskenta-algoritmeja.





Kuva 24. GMG SmartProfiler, jolla tein profiilit GMG-palvelimelle. Hotfolder-asetukset ovat automaattisesti muuttuneet uuden värintäsmäyksen mukaisiksi.

GMG-palvelimen läpi ajetaan tiedostot, jolloin väriarvot muutetaan valmiiksi käsiteltäviin tiedostoihin. Tuolloin RIPien värinhallinta on otettu pois päältä, jotta ei synny päällekkäistä värinhallintaa. Työskulussa tiedostot viedään hotfolderiin, josta GMG-palvelin ottaa tiedoston käsittelyyn ja vie sen valmiina seuraavaan määriteltyyn kansioon.

Käytin vertailtavana tiedostona Altona Test Suiten visuaalisia ja mitattavia tiedostoja, jotta kaikilla RIP:eillä on samat lähtökohdat. Altona Test Suiten tiedostot tulostettiin värinhallintaketjujen läpi, jolloin niitä pystyttiin vertailemaan keskenään.

Visuaaliseen tarkasteluun käytin Altona Test Suiten visuaalista tiedostoa (AltonaVisual\_1v2a\_pt3com\_x3.pdf), joka tulostettiin. Tulostettua testiarkkia verrattiin referenssiarkkeihin, jolloin visuaalinen ero saatiin helposti vertailtavaksi. Vertasin myös testitulosteita keskenään, mikä antoi viitettä kahden saman työn ajamiselle eri tulosti-

milla. Visuaalinen tarkastelu tehtiin palaverissa, johon osallistui värinhallinnan ammattilaisia ja johtoa yrityksestä, myös GMG:n edustajia. [4.]

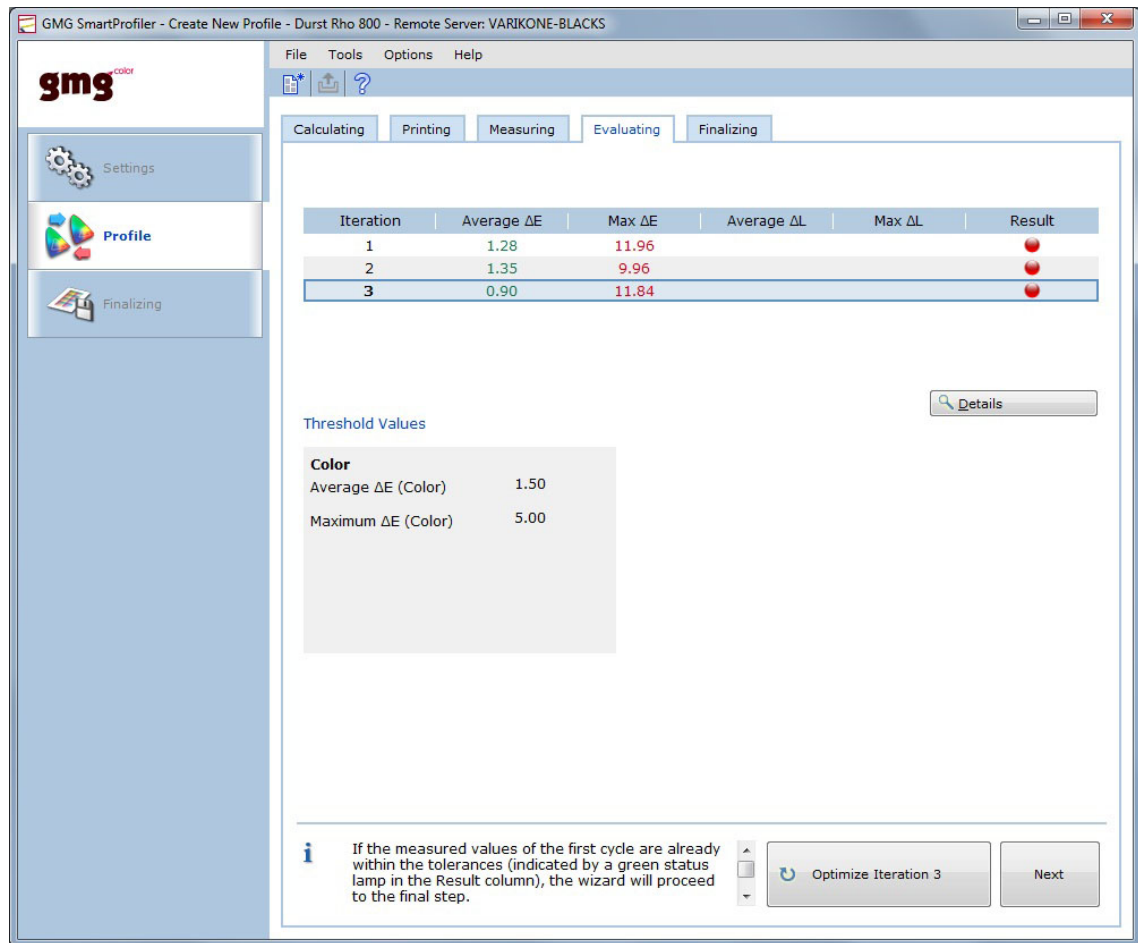
Altona Test Suitessa oli MediaWedge-värikiila, joka mitattiin. Vertailtavat mittaukset tehtiin Techkon-mittarilla, jossa on MediaWedge Analysis -ohjelmisto, josta saatiin mitattavat arvot vertailuun.

## 5.2 Tulosten tarkastelu

Canon 9000S:lla ja ONYK:n RIP:llä tehdyn testin tulos osoittautui heikoksi, kun ei käytetty GMG:n värinhallintapalvelinta. Toleranssit ylittyivät jonkin verran kaikilla  $\Delta E$ :n arvoilla (liite 2). Verrattuna referenssiarkkiin visuaalinen tulos oli hyvä, eikä siinä juuri ollut huomattavia värieroja referenssiarkkiin nähden.

Durst Rho 800 HS:lla ja Calderalla saadut tulokset olivat Mediawedgellä mitattuna huonoja, kun ei käytetty GMG:n värinhallintapalvelinta.  $\Delta E$ -arvot ylittyivät todella pahasti (liite 4). Visuaalisen tarkastelun tulos referenssiarkkeihin verrattuna oli myös huono, ja siinä ilmeni silmännähtävästi huomattavaa eroa testiarkkiin nähden. Kun vertailtiin Canon 9000S:a ja Durst Rho 800 HS:ää visuaalisesti keskenään, niiden visuaalinen eroavaisuus korostui vielä enemmän.

GMG-palvelimen tulokset poikkesivat vähän asetetuista standardilähtökohdista, varsinkin Durst Rho 800 HS:n osalta, jossa  $\Delta E$ -arvot ylittivät  $\Delta E$ -toleranssit (kuva 25). Kuitenkin keskiarvo- $\Delta E$ :t pysyivät hyvin hallinnassa. Canon 9000S suoriutui hyvin MediaWedge-analyysistä, jossa vain pääväri ylittyi 0,9  $\Delta E$ :n verran sallituista toleranssista (liitteet 1 ja 3). Visuaalisessa tarkastelussa päästiin jo todella lähelle referenssiarkkeja, ja tulosta voisi sanoa hyväksi. Harmaatasapaino oli kohdallaan molemmissa, ja keskinäinen ero oli pieni, kuitenkin verrattuna eri materiaalien valkoiseen.



Kuva 25. GMG SmartProfilerin iterointikierrokset Durst800-tulostimelle. Iteraationkierröksistä nähdään, kuinka keskiarvo- $\Delta E$  pieneni jokaisen kierroksen jälkeen. Maksimi  $\Delta E$  ei kuitenkaan pienentynyt toisen kierroksen jälkeen vaan suureni, joten päätin valita toisen iterointikierroksen.

Kaikkien tulostettujen testiarkkien välillä oli huomattavia eroja, kun ei käytetty GMG:n värinhallintapalvelinta. GMG-palvelimen kanssa erot olivat vain vivahde-eroja jossain vaikeammassa värissä, kuten vihreässä ja oranssissa. GMG-palvelimella tulostetut testiarkit olivat visuaalisesti hyvin samanväriset myös verrattaessa referenssiarkiini. GMG-värinhallintapalvelin suoriutui hyvin Altona Test Suiten värinhallintaelementtien toistosta ja sai paremman harmaatasapainon kuin muilla RIP:eillä.

### 5.3 Johtopäätökset

Yleisesti ottaen GMG Color Server on hyvä lähtökohta vakaannuttamaan ja auttamaan ylläpidon työmäärän vähentämisessä, mutta se ei pelkästään riitä, kun halutaan päästä

värinhallinnassa standardien tasolle. Ohjelmat ja laitteet tulisi päivittää riittäviksi standardiin pääsemiseksi. Tulostinlaitteiden tulisi kehittyä niin, että niillä olisi mahdollista päästä standardien vaatimalle tasolle värintoistossa.

Yhtä standardilaatua, joka sopii nimenomaan yrityksen kaikkeen tulostamiseen, ei ole tällä hetkellä, mutta voidaan pitää referenssinä ISO 12647-8 standardia, joka on aika väljä värinhallinnallisesti. Varmasti joillakin muutoksilla saisin kaikki tulostimet tähän standardiin tai voisin tehdä yrityksen sisälle omat toleranssirajat.

Ylläpidollisesti GMG Color Serverillä on parempi ja helpompi ylläpitää värinhallinnan tasoa, mikä johtuu sen uudelleenkalibrointitoiminnosta. GMG Color Serverillä myös saavutetaan parempi yrityksen sisäinen värintäsmäys eri tulostimien välillä.

ISO 15311 -standardi on varmasti tulevaisuudessa erittäin varteenotettava vaihtoehto, jos siihen saadaan tiukemmat säädökset kuin ISO 12647-8-standardiin, joka on turhan väljä värinhallinnallisesti. Myöskin laitteistojen pitäisi kehittyä standardien mukaisiksi.

GMG Color Serverillä päästään parempaan lopputulokseen kuin erillisillä tulostimien RIP:ien värinhallinnalla. Voin suositella, että tämä voisi olla hyvä vaihtoehto värinhallintapalvelimeksi yritykseen. Jolla saavutettaisiin parempi värin täsmäys kaikilla yrityksen tulostimilla.

## 6 Yhteenveto

Insinööriyössä tarkasteltiin yrityksen värinhallintaa ja kuinka sitä voisi standardoida ja kehittää värinhallintapalvelimen avulla. Työssä käsiteltiin enimmäkseen värinhallintaan liittyviä standardeja ja niiden sovittamista tuotantoon. Teorian lisäksi käsiteltiin myös värinhallinnan laitteita ja itse väripalvelinta.

Värinhallinta on moninainen prosessi, jossa monet muuttujat luovat kokonaisuuden. Prosessi voi mennä väärin monessa eri vaiheessa. Lähtökohtaisesti oletin työssä, että tiedosto on oikein värinhallittu. Tulostimien värinhallinta alkaa tulostimen linearisoinnilla, minkä jälkeen laite profiloidaan. Profiloitu tulostin on teoriassa värinhallinnallisesti kunnossa, mutta se ei välttämättä täytä standardien vaatimuksia. Standardiin pääsemiseksi otin testikäyttöön GMG ColorServerin, jonka avulla pääsin lähemmäs standardeja kaikilla testitulostimilla. Kaikki ISO 12647-8:n -standardin vaatimukset eivät kuitenkaan täytyneet. Testikuvat olivat kuitenkin huomattavasti lähempänä GMG ColorServerin avulla, ja testikuvien yhteneväisyys oli huomattavasti parempi. Myös testitiedostot olivat visuaalisesti paljon lähempänä referenssiarkkia.

Barbieri Spectro LFP -spektrofotometrimitari osoittautui erittäin hyväksi vaihtoehdoksi suurkuvatulostimien värien mittaamiseen. Se osoittautui myös vaihtoehdoksi GMG ColorServerin värinmittauslaitteeksi, jos päivitys korjaa valokaappiasetusten puutteet.

Tavoitteena oli standardoida värinhallintaa. Se ei kuitenkaan onnistu yrityksen tämänhetkisillä tulostimilla, koska niiden väriavaruus ei riitä täyttämään kaikkia ISO 12647-8 -standardin vaatimuksia. Sain kuitenkin selville, että värinhallintaa voidaan yhtenäistää paljon GMG ColorServerin avulla eri toimipisteissä.

Ylläpitoa voidaan helpottaa GMG ColorServerin avulla. Silloin tulostajat voivat pitää huolen, että oma tulostin täyttää asetetut vaatimukset värinhallinnan osalta. He myös osaavat tehdä perustoimenpiteet, jos värinannossa on tapahtunut muutoksia.

Asiakkaiden edun mukaista on myös, että tuotanto on tiettyjen laatuksien mukainen. Silloin voidaan osoittaa reklamaatiotapauksissa, että tuotanto täyttää asetetut vaatimukset. GMG ColorServerin avulla saataisiin yhteneväisempi värinhallinta, niin myös värireklamaatiot vähentyisivät ja yrityksen tulostimien tulostamat värit olisivat

yhteneväisemmät. Asiakkaiden tietämys standardeista on yleistynyt niiden lisääntyessä alan yrityksissä, joten asiakkaat tulevat niitä myös vaatimaan.

Tämän projektin jatkona olisi hyvä vakiinnuttaa yrityksen sisäinen värinhallinta tiettyihin toimintatapoihin ja standardiin. Se voisi olla esimerkiksi ISO 12647-8 -standardi, vaikka siihen eivät vielä kaikki yrityksen laitteet yllä. Osalle laitteista voisi hakea Fogra-PSD sertifikaattia tulevaisuudessa. Värinhallinnan osaamista kannattaisi jakaa myös enemmän koko yrityksen sisällä.

Työ antoi vahvistuksen sille, että yritys tarvitsee jonkin värihallintapalvelimen tai muun laitteiston, jolla värinhallinnan tasoa voidaan optimoida standardien mukaiseksi. Sillä saavutetaan parempi laatu asiakkaille ja myös kustannussäästöjä reklamaatioiden vähentymisen ansiosta.

## Lähteet

1. Fraser, Bruce, Murphys, Chris ja Buting, Fred. 2004. Värinhallinta. Helsinki: IT Press.
2. Homann, Jan-Peter. 2009. Digital Color Mangement. Berlin: Springer-Verlag.
3. Colorimetry. 2001. Verkkodokumentti. Colorimetry.  
<<http://wiki.patapom.com/index.php/Colorimetry>> Luettu 20.3.2012.
4. Värinhallinnan palaveri 14.2.2012. Paikalla Vesa Mustonen ja muita alan ammattilaisia.
5. Kipphan, Helmut (ed.). 2001. Handbook of print media. Technologies and production methods. Berlin: Springer.
6. Delta E. Verkkodokumentti. Colorwiki.  
<[http://www.colorwiki.com/wiki/Delta\\_E](http://www.colorwiki.com/wiki/Delta_E)> Luettu 20.3.2012.
7. Tekniset laatusuosituksset. 2005. Verkkodokumentti. Graafinen Teollisuus ry.  
<<http://www.graafineteollisuus.fi/index.phtml?s=24>> Luettu 20.3.2012.
8. International color consortium. Verkkodokumentti. International color consortium. <<http://www.color.org/index.xalter>> Luettu 22.2012.
9. ISO profiles. Verkkodokumentti. Colormanagement.  
<[http://www.colormanagement.org/en/isoprofile.html#ISOcoated\\_v2\\_basZ](http://www.colormanagement.org/en/isoprofile.html#ISOcoated_v2_basZ)> Luettu 22.2012.
10. The 7 ICC Profile Types. Verkkodokumentti. ColorWiki.  
<[http://www.colorwiki.com/wiki/The\\_7\\_ICC\\_Profile\\_Types](http://www.colorwiki.com/wiki/The_7_ICC_Profile_Types)> Luettu 20.4.2012
11. ISO 15076-1:2005 Image technology colour management -- Architecture, profile format and data structure -- Part 1: Based on ICC.1:2004-10. The International Organization for Standardization.
12. Altona test suite. Verkkodokumentti. Altona test suite.  
<<http://www.altonatestsuite.com/en/index.php>> Luettu 12.4.2012.
13. Kipphan, Helmut. 2001. Handbook of Print Media. Berlin: Springer-verlag.
14. Saarelma, Hannu. Oittinen, Pirkko. 1995. Basics of printing technology. Espoo: Otatieto.
15. Thompson, Robert. 2004. Printing materials. Science and technology. Leatherhead, Pira.
16. Viluksela, Pentti. Ristimäki, Seija. Spännäri, Toni. 2007. Painoviestinnän tekniikka. Helsinki: Opetushallitus.

17. Foss, Kjersti. Strand, Jan-Thore. Thomas, Bråten. Ann, Sivesind. 2006 Väriopas. Malmö: Bokförlaget Arena ja AGI.
18. ISO 12647-2:2004 Graphic technology -- Process control for the production of half-tone colour separations, proof and production prints -- Part 2: Offset lithographic processes. The International Organization for Standardization.
19. ISO 12647-8:2012 Graphic technology -- Process control for the production of half-tone colour separations, proof and production prints -- Part 8: Validation print processes working directly from digital data. The International Organization for Standardization.
20. Fogra 2012. Verkkodokumentti. Fogra. <<http://www.fogra.org/en/fogra-company/>> Luettu 26.4.2012.
21. Kraushaar, Andreas. Fogra 2011 ProzessStandard Digital. Verkkodokumentti. Fogra. <<http://www.fogra.org/index.php?menuid=388&downloadid=265&reporeid=264>> Luettu 26.4.2012.
22. Fogra 2011. Verkkodokumentti. Fogra. <<http://www.fogra.org/en/fogra-fogracert-en/print/processstandard-digital/a-processstandarddigital.html>> Luettu 26.4.2012.
23. ISO 12647-7:2007 Graphic technology -- Process control for the production of half-tone colour separations, proof and production prints. Part 7: Proofing processes working directly from digital data. The International Organization for Standardization.
24. Altona Test Suite – Application Kit. 2003. Print & Media Forum AG. Saksa: Wiesbaden.
25. The Standard for the Control of Digital Proofs. 2010. Verkkodokumentti. UGRA. <<http://www.ugra.ch/medienkeil-cmyk-2.phtml>> Luettu 27.4.2012.
26. Canon 2011 Suurkuvatulostimet. Verkkodokumentti. Canon. <[http://www.canon.fi/For\\_Work/Products/Professional\\_Print/Large\\_Format/iPF9000S/index.asp](http://www.canon.fi/For_Work/Products/Professional_Print/Large_Format/iPF9000S/index.asp)> Luettu 29.4.2012.
27. Durst Large Format Printig. Verkkodokumentti. Durst. <[http://www.durst.it/fileadmin/user\\_upload/Durst/PDF-broschure/Rho800HS-IX20805-E\\_.pdf](http://www.durst.it/fileadmin/user_upload/Durst/PDF-broschure/Rho800HS-IX20805-E_.pdf)> Luettu 29.4.2012.
28. HP 2012. Latex Printing Technologies. Verkkodokumentti. HP. <[http://www.hp.com/hpinfo/newsroom/press\\_kits/2010/IPEX2010/TechNotable\\_LatexPrinting.pdf](http://www.hp.com/hpinfo/newsroom/press_kits/2010/IPEX2010/TechNotable_LatexPrinting.pdf)> Luettu 29.4.2012.
29. Barbieri electronic 2012. Verkkodokumentti. Spectro LFP. <[http://www.barbierielectronic.com/files/content/361969\\_28180\\_3\\_0/brochure-barbieri-english.pdf](http://www.barbierielectronic.com/files/content/361969_28180_3_0/brochure-barbieri-english.pdf)> Luettu 29.4.2012



30. Väri ja laatu. 1999. Vantaa: Heidelberg.
31. Prinect Color and Quality. 2006. Heidelberg.
32. Technical Page 2 of the Altona Test Suite 2.0 released. 2011. Verkkodokumentti. European Color Initiative (ECI). <<http://www.eci.org/en/projects/ats>> Luettu 3.5.2012.

## Canon 9000-S GMG MediaWedge -raportti

MediaWedge Analysis									
<b>Data</b>		Altona test Suite 1.2a			<b>Process:</b>		Offset		
<b>Job:</b>		19.3.2012			<b>Gamut:</b>		Paper types 1, 2		
<b>Date:</b>		Vesa Mustonen			<b>Mass per area:</b>		115 g/m2		
<b>Inspector:</b>		Canon 9000S-2			<b>Screen frequency:</b>		60/cm		
<b>Proof printer:</b>		GMG			<b>TVI at 40%:</b>		13%		
<b>Remarks:</b>									
<b>Conditions</b>									
<b>Printing conditions:</b>									
commercial printing, paper type 1 or 2, i.e. gl. or matt coated art, 115 g/m2, positive-acting plates, periodic screen 60/cm, solids and TVI according to "ProzessStandard Offsetdruck" and ISO/DIS 12647-2:2003									
<b>Measurement conditions:</b>									
ISO 13655: CIELAB, geometry 0/45 or 45/0, 2° observer, D50, white backing									
<b>Results</b>									
<b>Criteria:</b>		<b>dE</b>		<b>Max. Tolerance</b>		<b>Remarks</b>			
<b>Printing substrate:</b>		1,9		3,0		OK		✓	
<b>Mean:</b>		2,6		3,0		OK		✓	
<b>Max:</b>		5,9		6,0		OK		✓	
<b>Primary colors:</b>		5,9		5,0		not OK		✗	
<b>Primary colors (dH):</b>		2,3		2,5		OK		✓	
<b>Composed grey (dH):</b>		0,5		1,5		OK		✓	
<b>powered by</b> <b>TECHKON</b> <a href="http://www.techkon.com">www.techkon.com</a>									
Patch-No.:	Aim L*	Aim a*	Aim b*	Actual L*	Actual a*	Actual b*	dE	dH	
A1	55,16	-39,94	-50,74	54,49	-36,51	-49,84	3,61	2,18	
A2	67,56	-27,12	-36,45	65,50	-24,20	-38,44	4,09	3,54	
A3	80,84	-13,82	-21,02	78,78	-12,62	-22,75	2,94	1,92	
A6	47,23	75,94	-3,75	50,10	71,33	-2,22	5,64	1,34	
A7	60,65	52,23	-7,06	60,22	52,41	-6,05	1,11	1,02	
A8	77,01	26,20	-7,69	75,60	26,72	-6,24	2,09	1,54	
A11	89,68	-4,45	94,69	89,45	-6,42	89,09	5,94	2,30	
A12	91,29	-4,55	63,09	89,62	-5,74	64,97	2,78	1,03	
A13	93,29	-3,25	30,62	91,16	-3,93	31,06	2,26	0,62	
C6	53,53	38,41	28,79	53,47	38,51	27,36	1,43	1,21	
C7	41,41	23,08	16,61	42,85	22,66	15,77	1,72	0,44	
C8	32,37	40,28	21,93	33,60	38,96	19,87	2,74	1,20	
C9	32,63	44,57	-1,76	33,91	43,36	-2,65	1,97	0,95	
C10	51,33	1,89	44,27	51,54	2,28	41,19	3,11	0,54	
C11	34,04	-40,86	14,50	36,58	-38,65	13,44	3,53	0,27	
C12	36,24	-30,59	-20,64	38,63	-29,86	-19,57	2,72	0,49	
C13	21,15	3,37	-23,03	24,50	3,94	-23,15	3,40	0,55	
A16	89,84	0,34	-3,49	88,75	0,22	-2,92	1,24	0,07	
A17	83,63	0,17	-3,69	82,74	-0,09	-2,06	1,88	0,24	
A18	70,16	-0,03	-3,69	69,27	0,04	-1,35	2,51	0,08	
A19	55,08	-0,04	-3,11	55,76	0,38	-2,20	1,21	0,48	
A20	37,45	0,07	-2,09	39,19	0,30	-1,69	1,80	0,27	
A21	16,86	0,38	-0,37	18,01	-0,33	-1,98	2,10	0,96	
B1	24,43	16,18	-47,10	26,59	17,22	-46,00	2,64	1,35	
B2	41,20	15,97	-36,47	42,14	16,24	-39,09	2,80	0,78	
B3	64,59	9,32	-23,57	63,75	9,78	-24,69	1,48	0,01	
B6	47,33	69,02	45,12	48,49	65,88	41,51	4,92	1,34	
B7	58,91	47,71	37,02	58,22	47,88	37,11	0,72	0,03	
B8	74,98	23,23	20,28	73,64	23,34	22,35	2,47	1,46	
B11	48,55	-67,47	28,04	50,30	-63,75	26,23	4,49	0,25	
B12	62,45	-41,73	22,39	60,85	-40,72	22,86	1,95	0,90	
B13	77,90	-19,57	11,29	75,71	-19,64	13,51	3,12	1,84	
C14	72,01	19,06	16,45	70,85	18,91	18,78	2,61	1,81	
C15	72,22	22,08	73,23	70,72	22,61	69,98	3,62	1,47	
C16	47,49	72,34	15,32	49,24	68,73	15,07	4,02	0,52	
C17	37,50	56,47	-21,11	38,71	54,89	-20,64	2,05	0,11	
C18	74,10	-22,09	69,30	74,02	-22,63	65,08	4,25	1,85	
C19	52,27	-55,15	-20,05	51,78	-53,12	-17,01	3,68	2,22	
C20	43,85	-20,85	-49,78	44,94	-19,24	-49,32	2,00	1,32	
C21	95,97	0,50	-3,30	94,14	0,45	-3,68	1,87	0,10	
B16	89,50	-0,14	-3,74	88,22	0,76	-4,85	1,92	0,83	
B17	83,00	-1,06	-4,33	81,74	-1,31	-3,66	1,45	0,43	
B18	68,56	-2,65	-3,96	66,83	-3,11	-4,26	1,82	0,21	
B19	52,96	-5,13	-2,28	52,23	-4,24	-1,47	1,41	0,42	
B20	37,83	-8,13	-0,86	37,83	-7,93	-1,99	1,15	1,15	
B21	25,90	-13,29	-2,17	29,11	-11,62	-2,01	3,62	0,12	

## Canon 9000S-2 ONYX MediaWedge -raportti

MediaWedge Analysis									
<b>Data</b>		<b>Process:</b>		<b>Offset</b>					
<b>Job:</b>	Altona test Suite 1.2a	<b>Gamut:</b>	Paper types 1, 2						
<b>Date:</b>	19.3.2012	<b>Mass per area:</b>	115 g/m2						
<b>Inspector:</b>	Vesa Mustonen	<b>Screen frequency:</b>	60/cm						
<b>Proof printer:</b>	Canon 9000S-2 ONYX	<b>TVI at 40%:</b>	13%						
<b>Remarks:</b>	ONYX								
<b>Conditions</b>									
<b>Printing conditions:</b>									
commercial printing, paper type 1 or 2, i.e. gl. or matt coated art, 115 g/m2, positive-acting plates, periodic screen 60/cm, solids and TVI according to "ProzessStandard Offsetdruck" and ISO/DIS 12647-2:2003									
<b>Measurement conditions:</b>									
ISO 13655: CIELAB, geometry 0/45 or 45/0, 2° observer, D50, white backing									
<b>Results</b>									
<b>Criteria:</b>	<b>dE</b>	<b>Max. Tolerance</b>	<b>Remarks</b>						
<b>Printing substrate:</b>	1,9	3,0	OK						
<b>Mean:</b>	4,4	3,0	not OK						
<b>Max:</b>	10,9	6,0	not OK						
<b>Primary colors:</b>	10,9	5,0	not OK						
<b>Primary colors (dH):</b>	3,6	2,5	not OK						
<b>Composed grey (dH):</b>	3,4	1,5	not OK						
powered by <b>TECHKON</b> www.techkon.com									
<b>Patch-No.:</b>	<b>Aim L*</b>	<b>Aim a*</b>	<b>Aim b*</b>	<b>Actual L*</b>	<b>Actual a*</b>	<b>Actual b*</b>	<b>dE</b>	<b>dH</b>	
A1	55,16	-39,94	-50,74	53,56	-35,75	-51,08	4,49	3,56	
A2	67,56	-27,12	-36,45	64,55	-26,05	-38,80	3,96	2,23	
A3	80,84	-13,82	-21,02	78,46	-12,19	-20,85	2,89	1,30	
A6	47,23	75,94	-3,75	48,02	68,97	-3,91	7,02	0,53	
A7	60,65	52,23	-7,06	60,18	47,77	-9,03	4,90	2,66	
A8	77,01	26,20	-7,69	74,69	25,48	-7,82	2,43	0,33	
A11	89,68	-4,45	94,69	86,03	-3,88	84,41	10,93	0,09	
A12	91,29	-4,55	63,09	87,35	-4,18	57,51	6,85	0,03	
A13	93,29	-3,25	30,62	89,61	-2,55	28,08	4,53	0,45	
C6	53,53	38,41	28,79	53,34	37,78	26,42	2,47	1,55	
C7	41,41	23,08	16,61	42,60	22,33	14,48	2,56	1,34	
C8	32,37	40,28	21,93	33,22	39,33	20,05	2,27	1,22	
C9	32,63	44,57	-1,76	34,05	42,70	-4,14	3,34	2,50	
C10	51,33	1,89	44,27	51,36	2,28	40,98	3,31	0,55	
C11	34,04	-40,86	14,50	33,52	-38,00	9,08	6,15	4,38	
C12	36,24	-30,59	-20,64	35,19	-28,22	-24,57	4,71	4,56	
C13	21,15	3,37	-23,03	21,06	5,55	-27,48	4,95	1,37	
A16	89,84	0,34	-3,49	87,76	0,12	-4,29	2,24	0,27	
A17	83,63	0,17	-3,69	81,53	0,77	-4,80	2,45	0,48	
A18	70,16	-0,03	-3,69	68,66	1,15	-4,25	1,98	1,09	
A19	55,08	-0,04	-3,11	53,94	1,42	-1,32	2,58	2,00	
A20	37,45	0,07	-2,09	35,70	-1,65	-3,79	2,99	1,30	
A21	16,86	0,38	-0,37	16,62	-1,74	-4,93	5,04	1,79	
B1	24,43	16,18	-47,10	24,10	17,62	-48,90	2,33	0,76	
B2	41,20	15,97	-36,47	40,08	14,21	-38,15	2,68	2,27	
B3	64,59	9,32	-23,57	62,85	11,12	-24,64	2,73	1,24	
B6	47,33	69,02	45,12	47,77	63,78	40,33	7,11	1,19	
B7	58,91	47,71	37,02	57,61	45,00	33,13	4,92	1,47	
B8	74,98	23,23	20,28	72,35	23,37	19,52	2,74	0,67	
B11	48,55	-67,47	28,04	47,97	-62,06	19,94	9,76	5,73	
B12	62,45	-41,73	22,39	60,06	-38,03	16,51	7,35	3,67	
B13	77,90	-19,57	11,29	77,11	-17,01	9,31	3,33	0,47	
C14	72,01	19,06	16,45	70,21	19,64	14,86	2,47	1,60	
C15	72,22	22,08	73,23	69,99	21,68	66,42	7,18	1,66	
C16	47,49	72,34	15,32	47,72	66,30	14,28	6,13	0,24	
C17	37,50	56,47	-21,11	39,18	53,54	-22,32	3,58	2,20	
C18	74,10	-22,09	69,30	74,25	-20,81	61,82	7,59	1,11	
C19	52,27	-55,15	-20,05	51,22	-50,34	-24,83	6,86	6,28	
C20	43,85	-20,85	-49,78	42,96	-19,70	-50,42	1,59	1,30	
C21	95,97	0,50	-3,30	94,20	0,45	-3,96	1,89	0,14	
B16	89,50	-0,14	-3,74	87,30	-0,25	-5,26	2,67	0,04	
B17	83,00	-1,06	-4,33	80,95	0,02	-6,34	3,07	1,29	
B18	68,56	-2,65	-3,96	67,11	-0,68	-6,19	3,31	2,59	
B19	52,96	-5,13	-2,28	51,73	-1,45	-4,12	4,29	3,92	
B20	37,83	-8,13	-0,86	36,80	-5,26	-6,15	6,11	6,02	
B21	25,90	-13,29	-2,17	26,11	-8,63	-7,07	6,77	6,36	

## Durst800 GMG Kapa MediaWedge -raportti

MediaWedge Analysis									
<b>Data</b>	Altona test Suite 1.2a			<b>Process:</b>			Offset		
<b>Job:</b>	19.3.2012			<b>Gamut:</b>			Paper types 1, 2		
<b>Date:</b>	Vesa Mustonen			<b>Mass per area:</b>			115 g/m <sup>2</sup>		
<b>Inspector:</b>	Durst800_Kapa_GMG			<b>Screen frequency:</b>			60/cm		
<b>Proof printer:</b>	GMG			<b>TVI at 40%:</b>			13%		
<b>Remarks:</b>									
<b>Conditions</b>									
<b>Printing conditions:</b>									
commercial printing, paper type 1 or 2, i.e. gl. or matt coated art, 115 g/m <sup>2</sup> , positive-acting plates, periodic screen 60/cm, solids and TVI according to "ProzessStandard Offsetdruck" and ISO/DIS 12647-2:2003									
<b>Measurement conditions:</b>									
ISO 13655: CIELAB, geometry 0/45 or 45/0, 2° observer, D50, white backing									
<b>Results</b>									
<b>Criteria:</b>	<b>dE</b>	<b>Max. Tolerance</b>	<b>Remarks</b>						
<b>Printing substrate:</b>	1,0	3,0	OK						
<b>Mean:</b>	4,8	3,0	not OK						
<b>Max:</b>	13,7	6,0	not OK						
<b>Primary colors:</b>	10,6	5,0	not OK						
<b>Primary colors (dH):</b>	1,9	2,5	OK						
<b>Composed grey (dH):</b>	1,0	1,5	OK						
powered by <b>TECHKON</b> www.techkon.com									
Patch-No.:	Aim L*	Aim a*	Aim b*	Actual L*	Actual a*	Actual b*	dE	dH	
A1	55,16	-39,94	-50,74	55,51	-36,53	-48,19	4,28	1,14	
A2	67,56	-27,12	-36,45	65,56	-25,61	-36,47	2,51	1,24	
A3	80,84	-13,82	-21,02	78,53	-12,35	-22,66	3,19	2,10	
A6	47,23	75,94	-3,75	49,23	69,05	-4,63	7,23	1,28	
A7	60,65	52,23	-7,06	59,51	53,41	-8,78	2,38	1,52	
A8	77,01	26,20	-7,69	75,14	26,63	-7,99	1,94	0,16	
A11	89,68	-4,45	94,69	89,03	-5,84	84,98	9,84	1,95	
A12	91,29	-4,55	63,09	89,63	-4,28	61,94	2,04	0,18	
A13	93,29	-3,25	30,62	91,77	-2,56	31,15	1,75	0,74	
C6	53,53	38,41	28,79	53,85	37,34	23,88	5,03	3,42	
C7	41,41	23,08	16,61	42,64	20,31	12,69	4,96	1,71	
C8	32,37	40,28	21,93	36,49	34,19	14,52	10,44	4,00	
C9	32,63	44,57	-1,76	36,94	39,68	-5,07	7,31	3,70	
C10	51,33	1,89	44,27	53,47	1,24	34,09	10,42	0,25	
C11	34,04	-40,86	14,50	39,87	-35,16	10,41	9,12	2,11	
C12	36,24	-30,59	-20,64	38,86	-29,37	-20,03	2,95	0,18	
C13	21,15	3,37	-23,03	26,92	2,27	-23,15	5,87	1,11	
A16	89,84	0,34	-3,49	89,12	-0,13	-1,88	1,82	0,42	
A17	83,63	0,17	-3,69	82,91	0,13	-2,86	1,10	0,01	
A18	70,16	-0,03	-3,69	68,84	-0,79	-3,90	1,54	0,73	
A19	55,08	-0,04	-3,11	55,51	-1,30	-3,38	1,36	1,18	
A20	37,45	0,07	-2,09	39,79	-0,79	-3,31	2,78	0,71	
A21	16,86	0,38	-0,37	26,89	-1,43	-3,28	10,60	1,57	
B1	24,43	16,18	-47,10	28,73	13,60	-42,69	6,67	1,06	
B2	41,20	15,97	-36,47	42,67	13,62	-37,54	2,97	2,58	
B3	64,59	9,32	-23,57	64,52	8,52	-25,18	1,80	1,31	
B6	47,33	69,02	45,12	52,10	64,44	37,29	10,25	4,26	
B7	58,91	47,71	37,02	58,22	47,46	33,05	4,04	3,05	
B8	74,98	23,23	20,28	73,63	24,17	18,35	2,54	2,09	
B11	48,55	-67,47	28,04	55,24	-57,39	21,70	13,66	2,17	
B12	62,45	-41,73	22,39	62,07	-40,80	19,10	3,44	2,52	
B13	77,90	-19,57	11,29	76,83	-19,95	10,87	1,21	0,55	
C14	72,01	19,06	16,45	70,71	19,56	16,10	1,44	0,59	
C15	72,22	22,08	73,23	72,62	20,44	60,10	13,24	2,44	
C16	47,49	72,34	15,32	50,51	68,37	11,99	6,00	2,52	
C17	37,50	56,47	-21,11	41,03	47,59	-21,20	9,56	3,44	
C18	74,10	-22,09	69,30	75,29	-22,36	58,85	10,52	3,69	
C19	52,27	-55,15	-20,05	53,09	-52,25	-17,30	4,08	1,65	
C20	43,85	-20,85	-49,78	46,68	-18,61	-48,64	3,79	1,65	
C21	95,97	0,50	-3,30	95,12	0,92	-2,95	1,01	0,49	
B16	89,50	-0,14	-3,74	88,63	0,44	-3,52	1,07	0,59	
B17	83,00	-1,06	-4,33	82,30	-1,37	-5,12	1,10	0,10	
B18	68,56	-2,65	-3,96	67,06	-4,22	-5,98	2,97	0,14	
B19	52,96	-5,13	-2,28	53,12	-6,15	-4,03	2,03	1,04	
B20	37,83	-8,13	-0,86	39,36	-9,00	-3,62	3,27	2,46	
B21	25,90	-13,29	-2,17	31,01	-12,23	-3,51	5,39	1,54	

## Durst800 Caldera Kapa MediaWedge -raportti

MediaWedge Analysis									
<b>Data</b>		Altona test Suite 1.2a			<b>Process:</b>		Offset		
<b>Job:</b>	19.3.2012			<b>Gamut:</b>	Paper types 1, 2				
<b>Date:</b>	Vesa Mustonen			<b>Mass per area:</b>	115 g/m <sup>2</sup>				
<b>Inspector:</b>	Durst800_Kapa_Caldera			<b>Screen frequency:</b>	60/cm				
<b>Proof printer:</b>	Caldera			<b>TVI at 40%:</b>	13%				
<b>Remarks:</b>									
<b>Conditions</b>									
<b>Printing conditions:</b>									
commercial printing, paper type 1 or 2, i.e. gl. or matt coated art, 115 g/m <sup>2</sup> , positive-acting plates, periodic screen 60/cm, solids and TVI according to "ProzessStandard Offsetdruck" and ISO/DIS 12647-2:2003									
<b>Measurement conditions:</b>									
ISO 13655: CIELAB, geometry 0/45 or 45/0, 2° observer, D50, white backing									
<b>Results</b>									
<b>Criteria:</b>	<b>dE</b>	<b>Max. Tolerance</b>	<b>Remarks</b>						
<b>Printing substrate:</b>	1,0	3,0	OK						
<b>Mean:</b>	8,4	3,0	not OK						
<b>Max:</b>	29,1	6,0	not OK						
<b>Primary colors:</b>	29,1	5,0	not OK						
<b>Primary colors (dH):</b>	5,9	2,5	not OK						
<b>Composed grey (dH):</b>	2,6	1,5	not OK						
powered by <b>TECHKON</b> www.techkon.com									
Patch-No.:	Aim L*	Aim a*	Aim b*	Actual L*	Actual a*	Actual b*	dE	dH	
A1	55,16	-39,94	-50,74	58,71	-26,42	-36,48	19,97	2,16	
A2	67,56	-27,12	-36,45	68,05	-18,97	-28,88	11,13	2,32	
A3	80,84	-13,82	-21,02	80,07	-10,32	-18,63	4,30	1,75	
A6	47,23	75,94	-3,75	48,90	63,49	-8,52	13,44	5,86	
A7	60,65	52,23	-7,06	60,26	46,97	-12,78	7,78	6,64	
A8	77,01	26,20	-7,69	76,18	24,89	-9,97	2,76	2,58	
A11	89,68	-4,45	94,69	83,56	-3,64	66,23	29,12	0,62	
A12	91,29	-4,55	63,09	86,10	-3,32	49,21	14,86	0,26	
A13	93,29	-3,25	30,62	90,04	-2,18	27,09	4,92	0,74	
C6	53,53	38,41	28,79	55,64	33,21	23,96	7,41	0,81	
C7	41,41	23,08	16,61	44,74	19,86	12,36	6,28	1,73	
C8	32,37	40,28	21,93	39,51	34,19	19,04	9,81	0,40	
C9	32,63	44,57	-1,76	40,79	38,85	-5,96	10,81	4,72	
C10	51,33	1,89	44,27	53,92	-0,05	38,79	6,36	1,82	
C11	34,04	-40,86	14,50	43,60	-35,15	10,27	11,91	2,26	
C12	36,24	-30,59	-20,64	44,28	-22,36	-19,00	11,62	3,65	
C13	21,15	3,37	-23,03	29,76	11,95	-28,04	13,14	6,84	
A16	89,84	0,34	-3,49	89,08	0,24	-3,33	0,78	0,08	
A17	83,63	0,17	-3,69	82,91	-0,09	-3,79	0,77	0,26	
A18	70,16	-0,03	-3,69	70,02	-0,91	-4,95	1,54	0,75	
A19	55,08	-0,04	-3,11	55,57	-1,35	-4,06	1,69	1,12	
A20	37,45	0,07	-2,09	40,36	-1,85	-2,90	3,57	1,58	
A21	16,86	0,38	-0,37	26,38	-2,52	-1,87	10,07	1,97	
B1	24,43	16,18	-47,10	33,91	17,76	-44,78	9,88	2,29	
B2	41,20	15,97	-36,47	46,21	17,71	-38,00	5,52	0,95	
B3	64,59	9,32	-23,57	66,92	10,59	-25,69	3,40	0,39	
B6	47,33	69,02	45,12	49,75	57,10	40,92	12,87	3,26	
B7	58,91	47,71	37,02	62,21	44,31	35,67	4,93	1,05	
B8	74,98	23,23	20,28	76,13	22,20	19,86	1,60	0,37	
B11	48,55	-67,47	28,04	59,10	-51,46	18,57	21,38	3,00	
B12	62,45	-41,73	22,39	68,41	-35,00	19,07	9,59	0,28	
B13	77,90	-19,57	11,29	80,36	-16,64	11,33	3,83	1,59	
C14	72,01	19,06	16,45	72,46	17,68	14,73	2,25	0,42	
C15	72,22	22,08	73,23	72,07	20,02	60,25	13,14	1,95	
C16	47,49	72,34	15,32	50,18	64,28	14,05	8,59	0,46	
C17	37,50	56,47	-21,11	45,06	39,92	-26,69	19,03	12,44	
C18	74,10	-22,09	69,30	77,03	-21,89	61,12	8,69	2,43	
C19	52,27	-55,15	-20,05	59,48	-42,00	-15,69	15,62	0,45	
C20	43,85	-20,85	-49,78	50,59	-13,97	-39,16	14,33	2,55	
C21	95,97	0,50	-3,30	95,32	0,87	-2,71	0,96	0,50	
B16	89,50	-0,14	-3,74	88,77	-0,09	-4,60	1,13	0,07	
B17	83,00	-1,06	-4,33	82,74	-0,82	-5,59	1,31	0,47	
B18	68,56	-2,65	-3,96	69,16	-2,15	-5,95	2,14	1,33	
B19	52,96	-5,13	-2,28	54,27	-3,19	-5,69	4,14	3,82	
B20	37,83	-8,13	-0,86	40,61	-4,68	-5,13	6,15	5,35	
B21	25,90	-13,29	-2,17	33,05	-7,47	-4,98	9,64	4,65	

