

UNIVERZA V LJUBLJANI
NARAVNOSLOVNOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA TEKSTILSTVO

**ZAGOTAVLJANJE POISKUSNEGA ODTISA
ZA STANDARDNI OFSETNI TISK**

**ASSURING THE DIGITAL PROOF
FOR STANDARDIZED OFFSET PRINTING**

DIPLOMSKO DELO

Alenka BLATNIK

Ljubljana, november 2008

POPRAVKI

Stran

Vrstica

Namesto

Beri

PODATKI O PODROČJU DELA, MENTORSTVU IN ZAGOVORU

Naslov diplomskega dela: Zagotavljanje poiskusnega odtisa za standardni ofsetni tisk

Avtorica: Alenka BLATNIK

Smer študija: visokošolski študij grafične tehnike

Kraj zagovora: Ljubljana

Datum oddaje:

Datum zagovora:

Kraj izvajanja diplomskega dela: Celje – Cetus d.d., Ljubljana – Naravoslovnotehniška fakulteta, Ljubljana – Canon ADRIA d.d.

Področje raziskave: digitalne tehnike tiska, grafični materiali, ICC barvno upravljanje in barvna metrika

Število listov: 97

Število slik: 79

Število preglednic: 41

Število prilog: 3

Število literaturnih virov: 30

Mentor: vp. mag. Gorazd GOLOB

Člani komisije:

Predsednik: doc. dr. Sabina BRAČKO

Član: vp. mag. Gorazd GOLOB

Član: doc.dr. Tadeja MUCK

ZAHVALA

Ob zaključku diplomskega dela, bi se rada zahvalila predvsem očetu Francu Blatniku, vsem prijateljem in strokovnim sodelavcem, Hvala vsem!

IZVLEČEK

Pri izdelavi digitalnih poiskusnih odtisov in odtisovanju nižjih naklad z uporabo digitalnih tiskarskih tehnik (ISO 12637-1), je pomembna ustrezna reprodukcija barv. Z raziskavo smo želeli določiti ustrežnejši digitalni sistem za izdelavo poiskusnih odtisov. V raziskavi smo uporabili ICC barvno upravljanje, pri vrednotenju barvne reprodukcije UGRA/Fogra Mediawedge CMYK V2.0 medijskega klina, v skladu s specifikacijo FOGRA in tehničnim predpisom Media Standard Print 2006. V raziskavo je bilo vključeno diskontinuirano kapljično tiskanje (EPSON Stylus Pro 4800) in elektrofotografsko tiskanje (Canon imagePRESS C1), s pripadajočim rasterskim slikovnim procesorjem (RIP). V eksperimentalnem delu smo tiskalnika karakterizirali z generiranjem ICC barvnega profila. Izdelane ICC barvne profile smo uporabili pri primerjavi reprodukcije barv na dveh različnih substratih papirja in določanju barvnega območja tiskalnikov. V nadaljevanju raziskave smo se osredotočili na vrednotenje CIE L*a*b* in CIE L*C*h barvnih razlik pod vplivom dveh različnih standardiziranih svetlob (D₅₀ in F2). Rezultati raziskave so pokazali, da z uporabo diskontinuiranega kapljičnega tiska in visoko sijinega papirja foto kvatitete za kapljični tisk, lahko dosežemo manjše CIE barvne razlike. Pri vrednotenju osvetlitvenega pogoja procesnega tiska (D₅₀) in standardizirane svetlobe za razsvetljavo prostorov (F2), smo prepoznali pojav metamerizma.

Ključne besede: digitalne tiskarske tehnike, digitalni poiskusni odtis, ICC barvno upravljanje, CIE barvne razlike, metamerizem

ABSTRACT

ASSURING THE DIGITAL PROOF FOR STANDARDIZED OFFSET PRINTING

The use of digital printing techniques (ISO 12637-1) for digital proofing and short run production is essential for the proper reproduction of colours. The overall objective of this research was to establish appropriate digital proofing system for colour reproduction. In the present research ICC colour management was used to investigate the reproduction of UGRA/Fogra Media Wedge CMYK V2.0 colour patches in the terms of use by specification FOGRA and technical guidelines Media Standard Print 2006. The drop-on-demand (EPSON Stylus Pro 4800) and electrophotographic (Canon imagePRESS C1) printing techniques combined with raster image processor (RIP) were used in the research. In the experimental work both printers were characterized by generating ICC profiles. These profiles were used to compare the quality of colour reproduction on two different paper substrates for proofing and to define gamut of the devices. Further research was focused on evaluation of the CIE L*a*b* and CIE L*C*h colour differences gained from two different standardized illuminants (D₅₀ and F2). The results of the research showed that by using drop-on-demand printing technique combined with high gloss photo quality ink-jet paper smaller CIE colour differences could be achieved. By comparing the measurements of standardized illuminant used in the on-machine printing environment (D₅₀) against the standardized illuminant used in the office environment (F2) the occurrence of metamerism was recognized.

Key words: digital printing techniques, digital proof, ICC colour management, CIE colour difference, metamerism

POVZETEK

Poiskusni odtis je sredstvo s katerim že v fazi grafične priprave za tisk določimo cenovno vrednost naklade, predvidimo ali odpravimo napake in tehnološke omejitve, ki se lahko pojavijo pri procesnem ofsetnem tisku SIST ISO 12647-2:2004 (ISO 12647-2:2004). Izdelava poiskusnih odtisov z uporabo digitalnih tiskarskih tehnik (ISO 12637-1), pogojuje uporabo ustrezne strojne in programske opreme, grafičnih materialov ter merilnih instrumentov. RIP programska oprema interpretira raster in dokumente za specifično določen tiskalnik v RGB ali CMYK modulu. V procesu izdelave digitalnih poiskusnih odtisov moramo upoštevati lastnosti papirja (fizikalne, kemijske, površinske, optične in električne lastnosti), kot tudi interakcije med substratom in tiskarskimi barvami ali tonerji. Za izdelavo digitalnega poiskusnega odtisa v EU, trenutno upoštevamo priporočila specifikacije FOGRA v skladu s publikacijo Media Standard Print 2006. Publikacija vključuje priporočila za standardizacijo delokrogov in standardizirane pogoje tiska; vključno s procesno neodvisnimi karakterizacijskimi podatki in uporabo ICC barvnih profilov.

Izdelavo digitalnega poiskusnega odtisa sestavljajo trije osnovni delovni procesi. Kalibracija oz. linearizacija uravnava delovne pogoje, ki vplivajo na kakovost odtisov barvne reprodukcije. Z uporabo linearizacijske tablice vrednotimo pokritosti barv ali tonerjev. Denzitometrične vrednosti opisujejo nanos debeline tiskarskih barv. Profiliranje oz. karakterizacija pomeni pregledovanje, nastavljanje ali sistematično standardiziranje merilnega obsega kakšnega instrumenta. Standard ISO 12642:2006 normira merilno tablico ECI 2002. CIE barvnometrični podatki izmerjene tablice so izhodišče za izdelavo ICC barvnega profila. Nadzor delovnega procesa za izdelavo digitalnega poiskusnega odtisa vršimo z uporabo CIE meritev in uporabniškega paketa Altona Test Suite, ki vsebuje Ugra/Fogra CMYK V2.0 medijski klin. Odtisnjena barvna merilna polja vrednotimo s kolometričnimi funkcijami spektrofotometra. CIE $L^*a^*b^*$ vrednosti primerjamo s karakterističnimi podatki FOGRA27L. V okviru določenih toleranc lahko odobrimo barvno reprodukcijo za procesni tisk na tiskarskem stroju.

Barvni obseg ponazarja barve, ki jih lahko upodobimo z ICC barvnim profilom med napravami, procesi in grafičnimi materiali. Digitalni poiskusni odtis odtisnjen na papirju, ki bo uporaben na tiskarskem stroju nam omogoča predvidenje procesa. Uporaba barv različnih kemijskih sestav in raznovrstnost naprav vplivajo na barvni obseg tiskovnega materiala. Z vrednotenjem barvne reprodukcije v delovnem okolju procesnega tiska s svetlobnim pogojem D_{50} in pisarniškem okolju z uporabo fluorescentnih svetil (F2) lahko predvidimo nezaželen pojav metamerizma in ustreznost barvnih reprodukcij.

Namen raziskovalnega dela je bil, primerjati dve trenutno najbolj uporabljeni digitalni tehniki tiska ter določiti ustrežnejši digitalni sistem za izdelavo poiskusnih odtisov. Karakteristike posameznega digitanega sistema smo prikazali z barvnim obsegom izdelanega in referenčnega ICC barvnega profila ter z vrednotenjem CIE barvnih razlik (ΔL^* , Δa^* , Δb^* , ΔE^*_{ab} , ΔC^*_{ab} in ΔH^*_{ab}). Z uporabo dveh različnih standardiziranih svetlob (D_{50} in F2) smo raziskovali pojav metamerizma.

Kombinacija 1 je vsebovala diskontinuirano kapljično tiskanje (EPSON Stylus Pro 4800), z barvami na vodni osnovi (EPSON ultracrome K3 ink) in papir fotokvalitete 170 g/m², tiskalnik je nadzoroval RIP (EFI Color XF 2.6). Generirali smo ICC barvni profil (H64_260_A.icc). Barvni obseg generiranega ICC barvnega opisa ima večji volumen od standardnega barvnega obsega ICC barvnega profila (EuropeISOCoatedFogra_27L.icc). Potrdili smo ustreznost barvne reprodukcije digitalnega poiskusnega odtisa.

Kombinacija 2 je vsebovala elektrofotografsko tiskanje (Canon imagePRESS C1), praškasti in polimeriziran toner (V - toner) in super kalandriran papir za ofsetni tisk 130 g/m², tiskalnik je nadzoroval RIP (EFI Fiery). Generirali smo ICC barvni profil (Ofset_170.icc). Barvni obseg generiranega ICC barvnega opisa ima manjši volumen od standardnega barvnega obsega ICC barvnega profila (EuropeISOCoatedFogra_27L.icc). Barvna reprodukcija digitalnega poiskusnega odtisa je ustrezna, vendar slabša od rezultatov, ki smo jo dosegli pri Kombinaciji 1.

Z vrednotenjem CIE barvnih razlik, smo potrdili ustreznost obeh digitalnih sistemov za izdelavo digitalnih poiskusnih odtisov, ki smo jih uporabili v raziskavi (Kombinacija 1 in Kombinacija 2). Pri Kombinaciji 1 smo z vrednotenjem CIE barvnih razlik pod različnima pogojeva osvetlitve (D_{50} in F2) v povprečju dosegli majhne barvne razlike (Δ CIE = 1 - 3). Z meritvami smo potrdili, da je diskontinuirano kapljično tiskanje ustrežnejša digitalna tehnika, ki jo uporabljamo pri izdelavi digitalnih poiskusnih odtisov dražjih tiskovin in materialov. Z uporabo Kombinacije 2 smo z vrednotenjem CIE barvnih razlik pod pogojem osvetlitve D_{50} v povprečju dosegli očitne barvne razlike (Δ CIE = 3 - 6). Pri meritvah osvetlitvenega pogoja F2 smo v povprečju dosegli očitne barvne razlike (Δ CIE = 3 - 6), v nekaterih primerih pa tudi zelo velike barvne razlike (Δ CIE > 6). Z meritvami smo potrdili, da je elektrofotografsko tiskanje ustrezna digitalna tiskarska tehnika za izdelavo digitalnih poiskusnih odtisov tiskovin nižjih naklad z nizko cenovno in trajno uporabno vrednostjo, kjer svetlobna obstojnost odtisov ni ključnega pomena.

KAZALO VSEBINE

	IZVLEČEK	iv
	ABSTRACT	v
	POVZETEK	vi
	SEZNAM SLIK	xi
	SEZNAM PREGLEDNIC	xiii
	OKRAJŠAVE IN SIMBOLI	xiv
1	UVOD	1
2	TEORETIČNI DEL	2
2.1	RASTERSKO PROCESIRANJE DATOTEK	2
2.1.1	Rastrski slikovni procesor (RIP)	2
2.1.2	ISO 15930-3: 2003 (PDF/X-3)	3
2.2	DIGITALNI TISK	4
2.2.1	Digitalne tiskarske tehnike	4
2.2.2	Elektrofotografsko tiskanje	5
2.2.3	Diskontinuirano kapljično tiskanje	6
2.3	GRAFIČNI MATERIALI	8
2.3.1	Tiskarske barve za elektrofotografski tisk	8
2.3.2	Tiskarske barve za diskontinuirano kapljično tiskanje	9
2.3.2.1	Tiskarske barve na vodni osnovi	10
2.3.2.2	Tiskarske barve na osnovi organskih topil	10
2.3.2.3	Tiskarske barve na oljni osnovi	11
2.3.2.4	Barve s fazno spremembo/Hot - melt	11
2.3.2.5	UV tiskalniške barve	11
2.3.3	Papirji za elektrofotografski tisk	12
2.3.4	Papirji za kapljični tisk	14
2.3.4.1	Površinska obdelava papirja	15
2.3.4.2	Premazi za papirje v tehniki kapljičnega tiska	15
2.3.4.3	Pigmenti	16
2.3.4.4	Veziva	16
2.3.4.5	Aditivi	16

2.4	VODENJE PROCESA IZDELAVE DIGITALNEGA POISKUSNEGA ODTISA	17
2.4.1	Barvni prostori (sistemi)	17
2.4.1.1	Sistemske odvisni barvni prostori	17
2.4.1.2	Sistemske neodvisni barvni prostori	18
2.4.1.2.1	CIE (1931) XYZ barvni sistem	18
2.4.1.2.2	CIE (1976) LAB barvni sistem	19
2.4.2	Vodenje procesa barvne reprodukcije	20
2.4.2.1	Vrednotenje CIELAB barvnih razlik	20
2.4.2.2	Standardizirani opazovalec	21
2.4.2.3	Standardizirane vrste svetlob	21
2.4.2.4	Geometrija merjenja	21
2.4.2.5	Obseg barv (Gamut)	22
2.5	ICC BARVNO UPRAVLJANJE	24
2.5.1	Zgradba sistema ICC barvnega upravljanja	24
2.5.1.1	PCS (Profile Connection Space)	24
2.5.1.2	CMM (Color Management Module)	24
2.5.2	ICC barvni profil	25
2.5.2.1	Vhodni (Input) ICC profil	25
2.5.2.2	Izhodni (Output) ICC profil	26
2.5.2.3	ICC profil monitorja	26
2.5.2.4	Barvni profili ISO/ECI 12647 za ofsetni tisk	27
2.5.3	Upodobitveni modeli	28
2.5.4	Delovni procesi ICC Barvnega upravljanja	29
2.5.4.1	Kalibracija/Linearizacija	29
2.5.4.2	Karakterizacija tiskalnika pri izdelavi poiskusnega odtisa	30
2.5.5	Nadzor procesa izdelave digitalnega poiskusnega odtisa	31
2.5.5.1	Ugra/Fogra CMYK V2.0 medijski klin	31
2.5.5.2	Altona Test Suite	32
2.6	ZAKONODAJA	33
2.6.1	Mednarodni in nacionalni standardi	33
2.6.2	Tehnični predpis – Media Standard Print 2006	34
2.6.3	Specifikacija Fogra	35

3	EKSPERIMENTALNI DEL	36
3.1	METODOLOGIJA	36
3.1.1	Merilna polja Ugra/Fogra Mediawedge CMYK V2.0.	36
3.1.2	Oprema in materiali	36
3.1.3	Vrednotenje reproduciranja barvnih merilnih polj	37
3.2	IZDELAVA DIGITALNEGA POISKUSNEGA ODTISA Z UPORABO TEHNOLOGIJE KAPLJIČNEGA TISKA	39
3.2.1	Sinhronizacija programske in strojne opreme	39
3.2.2	Linearizacija/kalibracija tiskalnika EPSON Stylus Pro 4800	40
3.2.3	Karakterizacija/profiliranje tiskalnika EPSON Stylus Pro 4800	41
3.2.4	Kontrola odstopanja od standarda	42
3.3	IZDELAVA DIGITALNEGA POISKUSNEGA ODTISA Z UPORABO ELEKTROFOTOGRAFSKEGA TISKA	43
3.3.1	Priprava delovnega okolja (programske in strojne opreme)	43
3.3.2	Linearizacija/kalibracija tiskalnika Canon imagePRESS C1	44
3.3.3	Karakterizacija/profiliranje tiskalnika Canon imagePRESS C1	44
3.3.4	Kontrola odstopanja od standarda	45
3.4	OBSEG BARV	46
3.5	MERITVE IN REZULTATI	48
3.5.1	Barvnometrične meritve	48
3.5.2	Rezultati UFMW CMYK V2.0 – merilna polja A	50
3.5.3	Rezultati UFMW CMYK V2.0 – merilna polja K	56
3.5.4	Rezultati UFMW CMYK V2.0 – merilna polja B	62
3.5.5	Rezultati UFMW CMYK V2.0 – merilna polja G	68
4	RAZPRAVA	74
4.1	DIGITALNE TEHNIKE TISKA	75
4.2	OBSEG BARV	76
4.3	KOMENTARJI CIE MERITEV	77
4.4	ZAKLJUČKI	80
5	LITERATURA	81
	PRILOGA A Meritve UFMW CMYK V2.0	83
	PRILOBA B Prikaz meritev v CIE (1976) barvnem prostoru	90
	PRILOGA C Priporočljiva literatura	95

SEZNAM SLIK

Slika 1:	Elektrofotografski tisk – princip delovanja s svetlečimi diodami (LED)	5
Slika 2:	Diskontinuirani kapljični tisk – princip delovanja Termične tehnologije	6
Slika 3:	Diskontinuirani kapljični tisk – Piezoelektrična tehnologija	7
Slika 4:	Diskontinuirani kapljični tisk – Elektrostatična tehnologija	7
Slika 5:	Refleksija vpadne svetlobe od površine odtisa	9
Slika 6:	Matrica kvalitete in cenovnih razredov papirjev za kapljični tisk	14
Slika 7:	Sistemske odvisni barvni prostori	17
Slika 8:	CIE 1931 XYZ barvni sistem	18
Slika 9:	CIE (1976) LAB kartezijski in cilindrični barvni sistem	19
Slika 10:	Krivulje sevanja standardiziranih vrst svetlob	21
Slika 11:	Barvni prostor tiskalnika v CIE barvnem prostoru	22
Slika 12:	Barvno telo tiskalnika v 3D CIELAB barvnem prostoru	23
Slika 13:	Primerjava vrednosti barvenga obsega ISO/ECI profilov	27
Slika 14:	Linearizacijska merila testna tablica	29
Slika 15:	ECI 2002, normirani s standardom ISO 12642-2:2006	30
Slika 16:	Ugra/FOGRA CMYK V2.0 Medijski klin	31
Slika 17:	Epson Stylus Pro 4800	38
Slika 18:	Canon imagePRESS C1	38
Slika 19:	Referenčna datoteka FOGRA 27L.txt in izdelani ICC profil	42
Slika 20:	Barvni obseg ICC barvnih profilov v 3D CIELAB barvnem prostoru	46
Slika 21:	Barvni obseg ICC barvnih profilov ($L^*= 10$)	47
Slika 22:	Barvni obseg ICC barvnih profilov ($L^*= 50$)	47
Slika 23:	Barvni obseg ICC barvnih profilov ($L^*= 90$)	47
Slika 24:	Prikaz ΔL^* Kombinacije 1 pri D_{50} in F2 – merilna polja A	50
Slika 25:	Prikaz ΔL^* Kombinacije 2 pri D_{50} in F2 – merilna polja A	50
Slika 26:	Prikaz Δa^* Kombinacije 1 pri D_{50} in F2 – merilna polja A	51
Slika 27:	Prikaz Δa^* Kombinacije 2 pri D_{50} in F2 – merilna polja A	51
Slika 28:	Prikaz Δb^* Kombinacije 1 pri D_{50} in F2 – merilna polja A	52
Slika 29:	Prikaz Δb^* Kombinacije 2 pri D_{50} in F2 – merilna polja A	52
Slika 30:	Prikaz ΔE_{ab}^* Kombinacije 1 pri D_{50} in F2 – merilna polja A	53
Slika 31:	Prikaz ΔE_{ab}^* Kombinacije 2 pri D_{50} in F2 – merilna polja A	53
Slika 32:	Prikaz ΔC_{ab}^* Kombinacije 1 pri D_{50} in F2 – merilna polja A	54
Slika 33:	Prikaz ΔC_{ab}^* Kombinacije 2 pri D_{50} in F2 – merilna polja A	54
Slika 34:	Prikaz ΔH_{ab}^* Kombinacije 1 pri D_{50} in F2 – merilna polja A	55
Slika 35:	Prikaz ΔH_{ab}^* Kombinacije 2 pri D_{50} in F2 – merilna polja A	55
Slika 36:	Prikaz ΔL^* Kombinacije 1 pri D_{50} in F2 – merilna polja K	56
Slika 37:	Prikaz ΔL^* Kombinacije 2 pri D_{50} in F2 – merilna polja K	56
Slika 38:	Prikaz Δa^* Kombinacije 1 pri D_{50} in F2 – merilna polja K	57
Slika 39:	Prikaz Δa^* Kombinacije 2 pri D_{50} in F2 –merilna polja K	57
Slika 40:	Prikaz Δb^* Kombinacije 1 pri D_{50} in F2 – merilna polja K	58
Slika 41:	Prikaz Δb^* Kombinacije 2 pri D_{50} in F2 – merilna polja K	58

Slika 42:	Prikaz ΔE_{ab}^* Kombinacije 1 pri D_{50} in F2 – merilna polja K	59
Slika 43:	Prikaz ΔE_{ab}^* Kombinacije 2 pri D_{50} in F2 – merilna polja K	59
Slika 44:	Prikaz ΔC_{ab}^* Kombinacije 1 pri D_{50} in F2 – merilna polja K	60
Slika 45:	Prikaz ΔC_{ab}^* Kombinacije 2 pri D_{50} in F2 – merilna polja K	60
Slika 46:	Prikaz ΔH_{ab}^* Kombinacije 1 pri D_{50} in F2 – merilna polja K	61
Slika 47:	Prikaz ΔH_{ab}^* Kombinacije 2 pri D_{50} in F2 – merilna polja K	61
Slika 48:	Prikaz ΔL^* Kombinacije 1 pri D_{50} in F2 – merilna polja B	62
Slika 49:	Prikaz ΔL^* Kombinacije 2 pri D_{50} in F2 – merilna polja B	62
Slika 50:	Prikaz Δa^* Kombinacije 1 pri D_{50} in F2 – merilna polja B	63
Slika 51:	Prikaz Δa^* Kombinacije 2 pri D_{50} in F2 – merilna polja B	63
Slika 52:	Prikaz Δb^* Kombinacije 1 pri D_{50} in F2 – merilna polja B	64
Slika 53:	Prikaz Δb^* Kombinacije 2 pri D_{50} in F2 – merilna polja B	64
Slika 54:	Prikaz ΔE_{ab}^* Kombinacije 1 pri D_{50} in F2 – merilna polja B	65
Slika 55:	Prikaz ΔE_{ab}^* Kombinacije 2 pri D_{50} in F2 – merilna polja B	65
Slika 56:	Prikaz ΔC_{ab}^* Kombinacije 1 pri D_{50} in F2 – merilna polja B	66
Slika 57:	Prikaz ΔC_{ab}^* Kombinacije 2 pri D_{50} in F2 – merilna polja B	66
Slika 58:	Prikaz ΔH_{ab}^* Kombinacije 1 pri D_{50} in F2 – merilna polja B	67
Slika 59:	Prikaz ΔH_{ab}^* Kombinacije 2 pri D_{50} in F2 – merilna polja B	67
Slika 60:	Prikaz ΔL^* Kombinacije 1 pri D_{50} in F2 – merilna polja G	68
Slika 61:	Prikaz ΔL^* Kombinacije 2 pri D_{50} in F2 – merilna polja G	68
Slika 62:	Prikaz Δa^* Kombinacije 1 pri D_{50} in F2 – merilna polja G	69
Slika 63:	Prikaz Δa^* Kombinacije 2 pri D_{50} in F2 – merilna polja G	69
Slika 64:	Prikaz Δb^* Kombinacije 1 pri D_{50} in F2 – merilna polja G	70
Slika 65:	Prikaz Δb^* Kombinacije 2 pri D_{50} in F2 – merilna polja G	70
Slika 66:	Prikaz ΔE_{ab}^* Kombinacije 1 pri D_{50} in F2 – merilna polja G	71
Slika 67:	Prikaz ΔE_{ab}^* Kombinacije 2 pri D_{50} in F2 – merilna polja G	71
Slika 68:	Prikaz ΔC_{ab}^* Kombinacije 1 pri D_{50} in F2 – merilna polja G	72
Slika 69:	Prikaz ΔC_{ab}^* Kombinacije 2 pri D_{50} in F2 – merilna polja G	72
Slika 70:	Prikaz ΔH_{ab}^* Kombinacije 1 pri D_{50} in F2 – merilna polja G	73
Slika 71:	Prikaz ΔH_{ab}^* Kombinacije 2 pri D_{50} in F2 –merilna polja G	73
Slika B1:	UFMW CMYK V2.0 – Kombinacija 1; merilna polja A	91
Slika B2:	UFMW CMYK V2.0 – Kombinacija 2; merilna polja A	91
Slika B3:	UFMW CMYK V2.0 – Kombinacija 1; merilna polja K	92
Slika B4:	UFMW CMYK V2.0 – Kombinacija 2; merilna polja K	92
Slika B5:	UFMW CMYK V2.0 – Kombinacija 1; merilna polja B	93
Slika B6:	UFMW CMYK V2.0 – Kombinacija 2; merilna polja B	93
Slika B7:	UFMW CMYK V2.0 – Kombinacija 1; merilna polja G	94
Slika B8:	UFMW CMYK V2.0 – Kombinacija 2; merilna polja G	94

SEZNAM PREGLEDNIC

Preglednica 1:	Prikaz razvoja verzij družine standardov ISO 15930:2003	3
Preglednica 2:	Delitev digitalni tehnik v skladu s standard ISO 12637-1:2006	4
Preglednica 3:	Mehanizmi sušenja TB za Diskontinuirani kapljični tisk	9
Preglednica 4:	Glavne komponente tiskarskih barv na vodni in osnovi topil	10
Preglednica 5:	Barvna odstopanja merilnih polj Ugra/FOGRA merilnega klina	31
Preglednica 6:	Digitalna sistema uporabljena v raziskavi	37
Preglednica 7:	Tehnična specifikacija tiskalnikov uporabljenih v raziskavi	38
Preglednica 8:	Nastavitve tiskalnika Epson Stylus Pro 4800	39
Preglednica 9:	Linearizacijki/kalibracijski proces: EPSON Stylus Pro 4800	40
Preglednica 10:	Proces karakterizacije/profiliranja: EPSON Stylus Pro 4800	41
Preglednica 11:	Poročilo kakovosti ICC barvnega profila H64_260_A.icc	42
Preglednica 12:	Nastavitve tiskalnika Canon imagePRESS C1	43
Preglednica 13:	Linearizacijki/kalibracijski proces: Canon imagePRESS C1	44
Preglednica 14:	Proces karakterizacije/profiliranja: Canon imagePRESS C1	45
Preglednica 15:	Poročilo kakovosti ICC barvnega profila Ofset_170.icc	45
Preglednica 16:	Volumen barvnega obsega ICC barvnih profilov	46
Preglednica 17:	Nastavitve spektrofotometra X-Ritte EyeOne	48
Preglednica 18:	Vrednotenje CIE barvnih razlik	49
Preglednica 19:	Pregled meritev CIE barvnih razlik v stopnji svetlosti (ΔL^*)	77
Preglednica 20:	Pregled meritev CIE barvnih razlik zeleno/rdečih vrednosti (Δa^*)	77
Preglednica 21:	Pregled meritev CIE barvnih razlik modro/rumenih vrednosti (Δb^*)	78
Preglednica 22:	Pregled meritev CIE barvnih razlik zaznave barv (ΔE^*_{ab})	78
Preglednica 23:	Pregled meritev CIE barvnih razlik zaznave barv (ΔC^*_{ab})	79
Preglednica 24:	Pregled meritev CIE barvnih razlik zaznave barv (ΔH^*_{ab})	79
Preglednica 25:	Zaključek meritev CIE barvnih razlik	80
Preglednica A1:	CIE $L^*a^*b^*$ vrednosti; $D_{50}/2^\circ$ – merilna polja A	83
Preglednica A2:	CIE L^*C^*h vrednosti; $D_{50}/2^\circ$ – merilna polja A	83
Preglednica A3:	CIE $L^*a^*b^*$ vrednosti; $(F2)/2^\circ$ – merilna polja A	84
Preglednica A4:	CIE L^*C^*h vrednosti; $(F2)/2^\circ$ – merilna polja A	84
Preglednica A5:	CIE $L^*a^*b^*$ vrednosti; $D_{50}/2^\circ$ – merilna polja K	85
Preglednica A6:	CIE L^*C^*h vrednosti; $D_{50}/2^\circ$ – merilna polja K	85
Preglednica A7:	CIE $L^*a^*b^*$ vrednosti; $(F2)/2^\circ$ – merilna polja K	85
Preglednica A8:	CIE L^*C^*h vrednosti; $(F2)/2^\circ$ – merilna polja K	85
Preglednica A9:	CIE $L^*a^*b^*$ vrednosti; $D_{50}/2^\circ$ – merilna polja B	86
Preglednica A10:	CIE L^*C^*h vrednosti; $D_{50}/2^\circ$ – merilna polja B	86
Preglednica A11:	CIE $L^*a^*b^*$ vrednosti; $(F2)/2^\circ$ – merilna polja B	87
Preglednica A12:	CIE L^*C^*h vrednosti; $(F2)/2^\circ$ – merilna polja B	87
Preglednica A13:	CIE $L^*a^*b^*$ vrednosti; $D_{50}/2^\circ$ – merilna polja G	88
Preglednica A14:	CIE L^*C^*h vrednosti; $D_{50}/2^\circ$ – merilna polja G	88
Preglednica A15:	CIE $L^*a^*b^*$ vrednosti; $(F2)/2^\circ$ – merilna polja G	88
Preglednica A16:	CIE L^*C^*h vrednosti; $(F2)/2^\circ$ – merilna polja G	88

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

Ωm^{-2}	Električna površinska upornost
+ZP	Pozitivni Zeta potencial (električni potencial)
A	Raster tonska vrednost (%)
A_d	Prirast raster tonske vrednosti (%)
b.p	Barvni prostor (barvni sistem)
BVDM	Nemška zveza za tisk in medije (Bundesverband Druck und Medien)
CIE	Mednarodna komisija za razsvetljavo (International Commission on Illumination)
CMM	Modul za ICC barvno upravljanje (Color Management Module)
CMS	Sistem barvnega upravljanja (Color Matching System)
CPU	Centralno procesna enota (Central Process Unit)
CTP	Digitalno kopiranje tiskovnih form (Computer to Plate)
d_E	Debelina tiskovnega materiala
D	Refleksijska optična gostota (Density)
DIN	Nemški inštitut za standardizacijo (Deutsches Institut für Normung e.V.)
DOD	Diskontinuirano kapljično tiskanje (Drop on Demand ink jet)
DTP	Namizno založništvo (Desk Top Publishing)
E	Električno polje; energijsko sevanje (%)
ECI	Evropska barvna pobuda (European Colour Initiative)
EMPA	Švicarski zavod za razvoj materialov in tehnologij (Forschungsinstitution für Materialwissenschaften und Technologie)
EPS	Datotečni format za prenos podatkov (Encapsulated Postscript)
FOGRA	Razvojno raziskovalni inštitut (Graphic Technology Research Association)
FTP	Protokol za prenos datotek (File Transfer Protocol)
GATF	Severno ameriško združenje za razvoj grafične in tiskarske industrije (Printing Industries of America/Graphic Arts Technical Foundation)
GCR	Nadomeščanje sive komponente (Gray Component Removal)
HTTP	Metoda za prenos informacij na spletu (HyperText Transfer Protocol)
ICC	Mednarodni barvni konzorcij (International Color Consortium)
ICM	Sistemske modul barvnega upravljanja na osebni računalnikih z Microsoft Windows operacijskimi sistemi (Image Colour Matching)
ISO	Mednarodna organizacija za standardizacijo (International Organization for Standardization)
JDF	Standard za komunikacijo med aplikacijami (Job Definition Format)
JPEG	Kompresijska tehnika v DTP aplikacijah (Joint Photographic Expert Group)

K	Kelvin; v barvni metriki enota za merjenje barvne temperature (T_b)
LED	Svetleče diode LED (Light Emitting Diode)
LUT	Tabela podatkov za barvne pretvorbe (Lookup Table)
NIP	Odtisovanje brez tiskovnega tlaka v kapljičnem tisku (Non Impact Printing)
OH	Ogljikovi hidrati; kisikovovimi (O), vodikovi (H) atomi
OPC	Fotoprevoden upodobitveni nosilec (Organic Photo Conductor)
OPI	Strežnik z visoko resolucijskimi objekti (Open Press Interface)
PCS	Referenčni barvni-vezni prostor ICC profilov (Profile Connection Space)
PDF	Prenosni podatkovni format (Portable Document Format)
PDF/X	Aplikacijski standardi in podatkovni formati (SIST ISO 15930:2002)
PDF/X-3	Aplikacijski standard in podatkovni format (SIST ISO 15930-1:2002)
PS	Programski jezik za programiranje v DTP delokrogih (Postscript)
PVOH	Polivinil alkohol – vodotopen sintetični polimer; ozn. tudi (PVA ali PVAL)
RAM	Dinamični pomnilnik procesnega računalnika (Random Access Memory)
RIP	Rastrska programska ali strojna oprema (Raster Image Processing)
SIST	Slovenski inštitut za standardizacijo (SIST/TC/GRT grafična tehnologija)
TB	Tiskarska barva
TE	Tiskovni element
TF	Tiskovna forma
TIFF	Datotečni format za vektoske ali bitne slike (Tagged Image File Format)
TM	Tiskovni material
UGRA	Združenje za pospeševanje raziskovanja v grafični industriji (Verein zur Förderung wissenschaftlicher Untersuchungen in der Grafischen Industrie)
UFMW	Ugra/Fogra CMYK V2.0 Medijski klin
UCR	Barvno odvzemanje (Under Color Removal)
XML	Označevalni jezik podoben HTML-ju (Extensible Markup Language)

V grafični pripravi za tisk, je že pred procesom tiska (SIST ISO 12647-2:2005) na tiskarskem stroju pomembno zagotoviti točen digitalni poiskusni odtis. Poiskusni odtis ponazarja prototip tiskovine; ta mora biti pregledan, odnosno odobren. Pri izdelavi digitalnih poiskusnih odtisov ali odtisovanju nižjih naklad uporabljamo digitalne tiskarske tehnike (ISO 12637-1:2006). Nema lokrat opazimo neujemanje barv na izhodni enoti z barvnimi vrednostmi dokumenta. Za tisk enostavnih dokumentov zadostuje izdelava PDF datoteke, tisk kompleksnih elementov pogojuje uporabo PDF/X in ICC delovnih procesov. Za barvni nadzor tiskalnika uporabljamo dve različni programski opremini. Gonilnik tiskalnika izvede transformacijo iz RGB v CMYK modul. RIP programska oprema interpretira rasterske in vektorske objekte za specifično določen Postscript (PS) tiskalnik v RGB ali CMYK modulu. Na reprodukcijo barv vplivajo površinske lastnosti tiskovnega materiala in interakcije med površino papirja in tiskarskimi barvami ali tonerji. Digitalni poiskusni odtis, odtisnjen na tiskovnem materialu naklade, nam omogoča natančnejše predvidenje procesa. Uporaba različnih grafičnih materialov in naprav v različnih delovnih okoljih, lahko vplivajo na barvni obseg tiskovnega materiala. Namen raziskave je bil primerjati dve trenutno najbolj uporabljene digitalni tehniki tiska. Cilj raziskovalnega dela je bil določiti ustrežnejši digitalni sistem za izdelavo poiskusnih odtisov. Barvne reprodukcije merilnih polj Ugra/Fogra Mediawedge CMYK V2.0 merilnega klina smo barvnometrično ovrednotili, v skladu s specifikacijo FOGRA (karakterizacijska tabela FOGRA27L) in navodili tehničnega predpisa Media Standard Print 2006. Uporabili smo diskontinuirano kapljično tiskanje (EPSON Stylus Pro 4800), z barvami na vodni osnovi (EPSON ultracrome K3 ink) in papir fotokvalitete 170 g/m², tiskalnik je nadzoroval RIP (EFI Color XF 2.6); in elektrofotografsko tiskanje (Canon imagePRESS C1), praškasti in polimeriziran toner (V - toner) in super kalandriran papir za ofsetni tisk 130 g/m², tiskalnik je nadzoroval RIP (EFI Fiery). Karakteristike posameznega digitanega sistema smo prikazali z barvnim obsegom izdelanega in referenčnega ICC barvnega profila ter z vrednotenjem CIE barvnih razlik (ΔL^* , Δa^* , Δb^* , ΔE^*_{ab} , ΔC^*_{ab} in ΔH^*_{ab}). Z uporabo dveh različnih standardiziranih svetlob (D₅₀ in F2) smo raziskovali pojav metamerizma.

2 TEORETIČNI DEL

2.1 RASTRSKO PROCESIRANJE DATOTEK

2.1.1 Rastrski slikovni procesor (RIP)

V grafični pripravi za tisk, rastrsko procesiranje datotek, pomeni proces in način s katerim se vektorski digitalni podatki, kot je na primer PostScript (PS) datoteka, pretvarjajo v rastrsko sliko visoke resolucije. RIP krmili vse tiskarske sisteme z oznako »Od računalnika do filma, plošče, tiskarskega stroja in odtisa« (Computer to Film, Plate, Press, Print). Tiskarski sistem »Od računalnika do odtisa« oziroma do tiskarske tehnike z digitalno tiskovno formo, to je tako imenovana NIP (Non impact printing) tehnologija brez tiskovnega tlaka dosega najvišjo stopnjo digitalizacije.

RIP uporabljamo kot: programsko opremo katera je vgrajena v napravo, ali kot programsko ali strojno opremo. Vgrajena programska oprema za RIP je vgrajena v napravo, kot je npr. PostScript RIP vgrajen v mnoge tiskalnike. Strojna oprema je namenjena procesiranju digitalnih datotek, ki je pogosto povezana z določeno vrsto naprave (npr. CTP). Programski RIP je neodvisen program, kateri se povezuje z drugimi napravami. [1]

RIP je prevajalec med aplikacijo (uporabnikom) in tiskalnikom (izhodno enoto) in ne deluje učinkovito kot samostojna aplikacija z lastnimi orodji. Uporabnik narekuje navodila v jeziku uporabljene DTP aplikacije, nakar RIP pretvori uporabnikova navodila v jezik tiskalnika (PS). Kompleksno sestavljena datoteka vsebuje veliko število elementov narejenih v različnih DTP aplikacijah, kateri morajo biti predvideni. To vključuje Device link profile, posebne barve, pretiske ter različne PS in PDF strukture. Vsi ti elementi otežujejo proces izdelave poiskusnega odtisa ter vplivajo tudi na PS RIP za CTP. Tiskalnik mora podpirati Postscript 3 pri izpisu EPS in sestavljenih (PDF) dokumentov. [1]

V kolikor RIP ni implementiran v delokrog, se pri komunikaciji med aplikativnimi programi in tiskalnikom zanašamo samo na gonilnik tiskalnika, kar pa ni učinkovito. RIP nam nudi dodatne karakteristike in možnosti, katere standardni gonilnik za tiskalnike ne podpira. Izpolnjuje dodatne funkcije samostojno ali z ustrežno programsko opremo; vključuje ICC barvno upravljanje, linearizacijo, sofisticirane tiskalniške gonilnike in integracijo delovnega okolja za zagotovitev optimalnih rezultatov, vključno s skupno obdelavo podatkov: impozicija, prekrivanje barv (trapping), barvno separacijo in rastriranjem. [2],[3]

2.1.2 ISO 15930-3: 2003 (PDF/X-3)

Stadarde za grafično in informacijsko tehnologijo na mednarodni ravni razvija ISO/TC130/WG2/TF2 (International standards Organization, Technical Committee 130, Working Group 2, Task Force 2), kateri preučuje znanstvene raziskave CGATS (The Committee for Graphic Arts Technologies Standards) ter drugih znanstveno raziskovalnih organizacij. Razvoj verzij družine standardov ISO 15930:2003 opisuje (preglednica 1).

Standard je osnovan na Adobe PDF specifikaciji 1.4, kot njegova nadgradnja namenjena specifično za prenos podatkov z uporabo ICC barvnega upravljanja. Uporabljamo ga kot aplikacijski standard in kot standardni podatkovni format. Podatkovni formati PDF/X niso namenjeni za kreiranje večnamenskih datotek. Pošiljatelj in prejemnik morata za doseganje skladnosti in ponovljivosti uporabljati aplikacije z enako stopnjo kompatibilnosti za tehnično dovršeno izmenjavo podatkov. Ne zajema informacij glede kvalitete podatkov (resolucija rastra, pogoji tiska, beležk, število strani dokumenta, uporaba posebnih barv, pisave), ki so vključeni v PDF/X datotekah. To je predmet specifikacij proizvajalcev informacijskih tehnologij, kateri implemetirajo uporabo PDF/X standardov. [4],[5]

PDF/X-3 datoteka mora vsebovati vse tehnične in vsebinske informacije, ki so kodirane znotraj dokumenta, katere potrebujemo za prikaz na monitorju in procesiranje. PDF/X-3 izmenjava dokumentov je neodvisna od načina prenosa podatkov ter operacijskih sistemov, ni odvisna od tehnoloških značilnosti delokrogov zato jo imenujemo slepa izmenjava (blind exchange). Grafični operaterji zahtevajo podatke v RGB modusu ali L*a*b*, ker predhodna pravilna konverzija v CMYK ni mogoča brez poznavanja tehnike tiska in obnašanje naprave, na kateri se bo izvedel odtis.

Preglednica 1: Prikaz razvoja verzij družine standardov ISO 15930:2003

Verzije ISO 15930	PDF/X-1:1999 (ANSI)	PDF/X-1:2001 ISO 15930-1	PDF/X-1a:2001 ISO 15930-1a	PDF/X-3:2002 ISO 15930-3	PDF/X-3:2003 ISO 15930-3
Adobe PDF verzija	1.2	1.3	1.3	1.3	1.4
Adobe Acrobat verzija	3.0	4.0	4.0	4.0	5.0
Vključeni bitni objekti	✓	✓	-	-	-
Vključene pisave	✓	✓	✓	✓	✓
OPI podpora	-	-	-	-	✓
Referenčni PDF	-	-	-	-	✓
Bitne pisave	-	-	-	✓	✓
ICC barvni prostori	-	-	-	✓	✓
ICC izhodni profil	-	✓	✓	✓	✓

2.2 DIGITALNI TISK

2.2.1 Digitalne tiskarske tehnike

Tehnike tiska digitaliziranih tehnologij brez tiskovnega tlaka NIP (Non Impact Printing), se naglo razvijajo in izpodrivajo konvencionalne tehnike tiska (Visoki, Globoki, Ploski in Prepustni tisk). Poznamo več digitalnih tiskarskih tehnik, vendar se za barvni tisk uporablja predvsem kapljično, termomehanično in elektrostatično tiskanje. Delitev digitalni tehnik prikazuje (preglednica 2), kot jih opredeljuje mednarodni standard ISO 12637-1:2006. Uporabljamo digitalno tiskovno formo oziroma numerične podatke iz dinamičnega pomnilnika procesnega računalnika RAM (Random Access Memory), z njim neposredno upravljamo pri izdelavi odtisa (nanašanje tiskarskih barv na substrat). Podatki se v dinamičnem spominu odčitajo tolikokrat, kolikor zahteva željena naklada, lahko jih tudi spreminjamo, kar omogoča razlikovanje odtisov v nakladi (personaliziranje odtisov). [6]

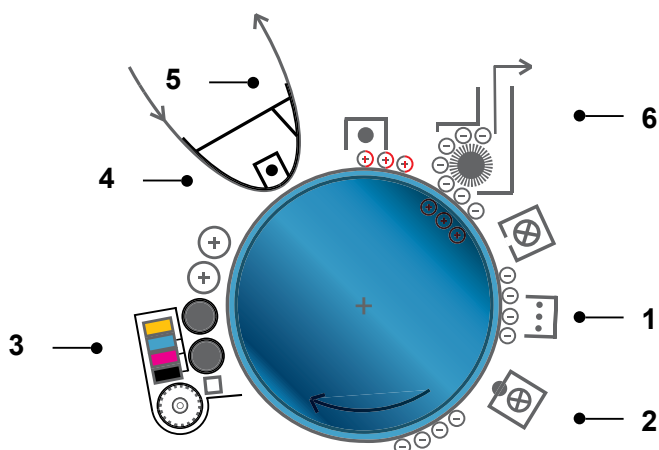
Preglednica 2: Delitev digitalni tehnik v skladu s standard ISO 12637-1:2006

DIGITALNE TISKARSKE TEHNIKE ISO 12637-1:2006 (SIST še ni privzet)		
TISKANJE BREZ TISKOVNE FORME	Kapljično tiskanje	Kontinuirano kapljično tiskanje
		Diskontinuirano kapljično tiskanje
	Termomehanično tiskanje	Termotalilno tiskanje
		Termodifuzijsko tiskanje
	Elektrostatično tiskanje	Elektrografsko tiskanje
		Elektrofotografsko tiskanje
		Ionografsko tiskanje
Magnetografsko tiskanje		
TISKANJE BREZ TISKARSKE BARVE	Fotokemično tiskanje	Srebrohalogenidno tiskanje
		Diazo tiskanje
	Termokemično tiskanje	Neposredno termično tiskanje
	Elektrokemično tiskanje	Indukcijsko tiskanje

Digitalne naprave delimo glede na tehnološko in proizvodno zmogljivost: namizni (osebni tiskalniki), pisarniški tiskalniki, studijski tiskalniki, tiskalniki velikega formata, tiskarski stroji in proizvodne tiskarske rotacije. Razvoj digitalnih tiskarskih tehnik je vzpodbudila implementacija informacijskih tehnologij v grafični in tiskarski industriji kot tehnološka težnja po izdelavi poskusnih odtisov, kateri so morali hitreje in ceneje zagotoviti barvno predvidljivost in ponovljivost odtisov naklad. [6]

2.2.2. Elektrofotografsko tiskanje

Uporablja fotoprevodne, elektrostatične upodobitvene nosilce (kovinski upodobitveni valj, prevlečen s tankim slojem svetlobno občutljivega organskega polprevodnika – OPC). Uporablja se kot tiskovna forma (TF) na katerem nastane latentna slika analogno projiciranih ali digitalno eksponiranih tiskovnih elementih (TE). OPC se enakomerno naelektri (nabije) z elektrostatičnim nabojem, ki ga proizvede žično navitje (korona). Elektrostatični naboj je lahko pozitiven ali negativen, glede na vrsto polprevodne snovi s katero je oslojen upodobitveni valj. Za selektivno osvetljevanje elementarnih točk na polprevodniškem valju se uporabljajo predvsem svetleče diode Light Emitting Diode (LED), princip delovanja prikazuje (slika 1). Na osvetljenih mestih se latentna slika razelektri, začne prevajati električni tok – polprevodnik postane prevoden. Naboj odteče, električna upornost polprevodnega upodobitvenega valja upade. [6]



Slika 1: Elektrofotografski tisk – princip delovanja s svetlečimi diodami (LED)

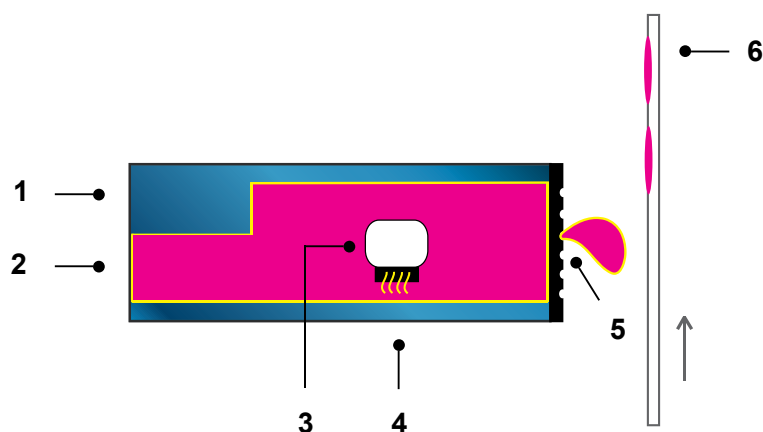
1 – Naelektritev s korono (nabijanje), 2 – Upodabljanje (LED), 3 – Nabarvanje, 4 – Prenos tonerja na TM, 5 – Fiksiranje (odtis), 6 – Čiščenje (odsosavanje); (Lit. vir (6), str. 10).

Na njegovi površini nastane latentna elektrostatična slika. Z razvijalcem se na latentno sliko nanese suh, pigmentiran, elektrostatično nabit prašek – toner. Njegov elektrostatični naboj je nasproten naboju električno nabiti površini upodobitvenega valja, zato postane latentna slika vidna; ta se prenese na tiskovni material (TM), katerega korona naelektri z nasprotnim nabojem. Smolo v tonerju raztalita fiksirna valja (200°C), raztaljena smola oblije pigment; nato se ohlajen fiksira na površini TM nasprotnega elektrostatičnega naboja, s čimer nastane vidna slika. S površine upodobitvenega valja se odstranijo ostanki tonerja in elektrostatične latentne slike s krtačo, odsosavanjem in svetlobno razelektritvijo. [6]

2.2.3 Diskontinuirano kapljično tiskanje

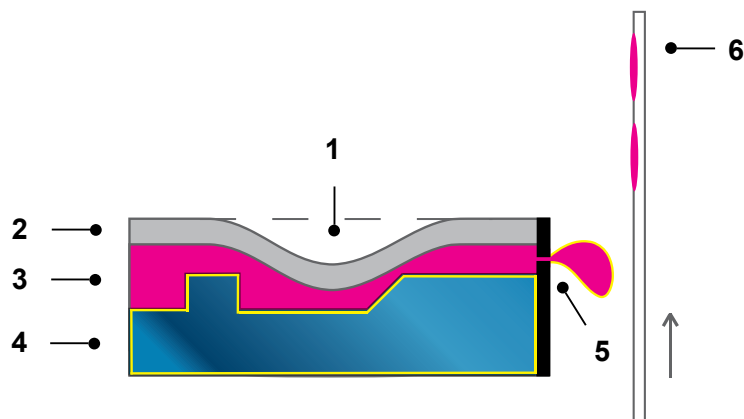
V kapljičnem tisku tiskarska barva (TB) zaradi pritiska tlačne črpalke potuje iz barvnega rezervoarja (kartuša) v tiskalno glavo, kjer se kapljica izbrizga iz šobe. Za prenos kapljic iz šobe na tiskovni material (TM) je potrebna le sila, ki na TM ne pusti nobenih sledi – NIP tehnika tiska. Ena kapljica ustreza eni elementarni točki, najmanjši tiskovni površini. Velikost kapljice (pl) po drugi strani določa ločljivost tiskalnika. [6] Tiskarski stroji delujejo po načelu kontinuiranega (neprekinjenega) toka kapljic (continuous ink jet), tiskalniki pa večinoma po principu diskontinuiranega (prekinjenega) toka kapljic (drop on demand ink jet – DOD) s termično, piezoelektrično ali elektrostatično tehnologijo.

Termični princip kapljico skozi šobo »izstreli« toplotni vir, ki tiskalniško barvo segreje do 300°. Kot prikazuje (slika 2), zaradi termičnega segrevanja (10 do 20 ms) najprej nastane zračni mehurček, ki močno poveča tlak v šobi. Ko ta preseže določeno raven, se delež tiskarske barve iz šobe iztreli v obliki kapljice. Hitrost kapljice, ki zapusti šobo, je več kot 700 km/h! Tisti hip, ko kapljica zapusti šobo, nastane tam podtlak, ki v šobo posrka novo tiskarsko barvo (TB) iz barvnika. Zmogljivi tiskalniki po termičnem principu delovanja lahko »iztrelijo« do 8000 kapljic na sekundo (8000 kHz). Ta frekvenca določa tiskovno hitrost. Za upodabljanje tiskovnih elementov (TE) uporabljamo tiskarske barve z barvili na vodni osnovi. Površina TM mora biti hidrofilna/oleofobna in ne preveč porozna, da se kapljice ne razlivajo in da nastane oster, jasen odtis. [6]



Slika 2: Diskontinuirani kapljični tisk – princip delovanja Termične tehnologije
1 – Barvni rezervoar (kartuša), 2 – Tiskarska barva, 3 – Zračni mehurček,
4 – Upodobitveni signal (toplotni vir), 5 – Šoba, 6 – Tiskovni material.
(Lit. vir (6), str. 14).

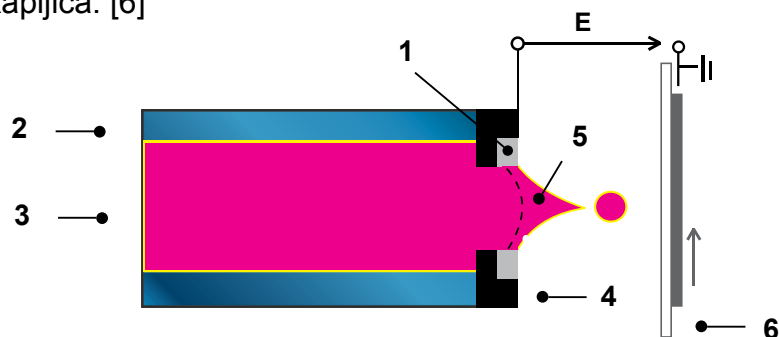
Piezelektrični princip delovanja, kot prikazuje (slika 3), proizvaja kapljice v tiskalni glavi kjer je pred šobo vgrajen piezokristal, ki se zaradi električne napetosti deformira, podobno kot membrana v zvočniku. Izbočen piezokristal močno poveča tlak v kapilari, tako da šoba »izstreli« kapljico tiskarske barve (TB). Gleda na namestitvev in raztezanje piezokeramičnih elementov ločimo upogibne, strižne in tlačne tiskalne glave. Na tiskovni material (TM) prileti hladna kapljica črnila na oljni, polimerizacijski ali vodni osnovi. Površina TM je oleofilna/hidrofobna – prilagojena reologiji TB, sicer se odtis ne posuši ali pa nastanejo madeži (motling). [6]



Slika 3: Diskontinuirani kapljični tisk – Piezoelektrična tehnologija

1 – Upodobitveni signal, 2 – Piezo kristal (keramika), 3 – Tiskarska barva, 4 – Barvni rezervoar (kartuša), 5 – Šoba, 6 – Substrat (tiskovni material).
(Lit. vir (6), str. 14).

Elektrostatični princip delovanja, kot prikazuje (slika 4) tvori med šobami in TM električno polje (E), ki ga modulira upodobitveni električni signal ali dovod toplote. Zaradi fazne spremembe se med šobami barvnega rezervoarja vzpostavi ravnotežje sil, med TB in šobo se spremeni površinska napetost tako, da se s pomočjo električnega polja izbrizga kapljica. [6]



Slika 4: Diskontinuirani kapljični tisk – Elektrostatična tehnologija

1 – Modulator, 2 – Barvni rezervoar (kartuša), 3 – Tiskarska barva, 4 – Upodobitveni signal, 5 – Meniskus, 6 – Substrat (tiskovni material).
(Lit. vir (6), str. 14).

2.3 GRAFIČNI MATERIALI

2.3.1 Tiskarske barve za elektrofotografski tisk

Digitalne tiskarske tehnike se med seboj razlikujejo v uporabljeni tehnologiji barvenga sistema in upodabljanju navidezne latentne slike (z izjemo kapljičnega tiska – NIP tehnologija). TB mora biti prilagojena fizikalno-kemijskim lastnostim barvenga sistema, latentne slike in tiskovnega materiala. Tehnologija elektrostatičnega tiska uporablja za obarvanje tiskovnega materiala toner, ki je lahko v trdi ali tekoči obliki.

Trdi toner je lahko enokomponentni ali dvokomponentni. Enokomponentni toner delimo na magnetne in nemagnetne tonerje. Magnetne enokomponentne tonerje uporabljamo v elektrostatičnih digitalnih tehnikah tiska pri enobarvnem tisku temnih barv. Zaradi vsebnosti železovega oksida, teh tonerjev ni mogoče pripraviti v procesnih barvah (CMYK). Nemagnetne enokomponentne tonerje uporabljamo v sistemih z nizko hitrostjo tiskanja. Enakomeren nanos večjih barvnih površin je težaven, poleg tega lahko prihaja tudi do krušenja tonerja iz tiskovnega materiala (TM) kar povzroča prašenje ter slabšo kakovost in obstojnost tiskovine. [7]

Dvokomponentni toner vsebuje poleg tonerjevih delcev (velikosti 8 μ m) tudi večje delce nosilca (velikost 80 μ m). Tonerjevi delci so nanešeni na večjih delih nosilca (polimeri ali termoplastične smole), ki prenašajo toner na površino tiskovnih elementov. Dodatki zagotavljajo elektrostatičen naboj tonerja (npr. negativni naboj imajo sulfonske in karboksilne kisline in njihove soli; pozitivni naboj imajo visoko akrilirani fenazini). Toner se pri tisku porabi, delci nosilca pa gredo nazaj v barvnik (razvijalni sistem) za ponovno uporabo. Trdi toner se pridobiva iz izhodnega granulata preko večstopenjskih postopkov taljenja, mletja in klasificiranja ali z kemijsko sintezo disperzij. Sušenje trdega tonerja poteka avtomatsko preko nujnega fiksiranja slike z zataljenjem slike na tiskovni material (TM) s pomočjo toplote. [7]

Tekoči toner uporabljamo za barvni tisk, vendar njegova uporaba trenutno še ni v komercialni rabi. Nosilna tekočina se pred obarvanjem tiskovnih površin odstrani nazaj v tiskovni proces. Za vzdrževanje elektrostatičnega naboja tonerja so potrebni dodatki. Proces sušenja poteka z odparevanjem oziroma odstranjevanjem nosilne tekočine, sledi postopek fiksiranja z zataljenjem pod tlakom in usidranje barvnih delcev v TM. [7]

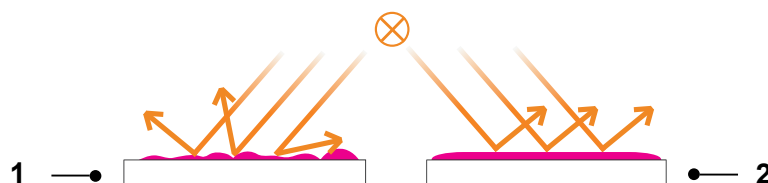
2.3.2 Tiskarske barve za diskontinuirano kapljično tiskanje

Kvaliteta odtisa je pogojena s kakovostjo, vrsto in količino tiskarske barve (TB), ki se nanaša na tiskovni material (TM). TB za kapljični tisk so namenjene za uporabo s specifičnimi tehnologijami tiskalnikov oziroma tiskalniških glav. Ločimo tri glavne skupine TB za kapljični tisk: na vodni osnovi, na ne vodni osnovi in hot melt (barve z fazno spremembo). Mehanizme sušenja različnih TB prikazuje (preglednica 3).

Preglednica 3: Mehanizmi sušenja TB za Diskontinuirani kapljični tisk

Vrsta tiskarske barve	Mehanizmi sušenja
Na vodni osnovi	Absorpcija in izhlapevanje
Na osnovi organskih topil – solvent	Izhlapevanje in absorpcija
Na oljni osnovi	Absorpcija
UV	Absorpcija in čas pred sušenjem
Hot - melt (Fazna sprememba)	Zamreževanje

TB je izpostavljena različnim stopnjam v procesu uporabe; zmes kemijskih komponent se zadržuje v barvnem rezervoarju (kartuši), šobe izbrizgajo kapljice katere nato absorbira (adsorbira) substrat, sledi proces fiksiranja in končna uporaba za ponazarjanje grafičnih objektov, kateri so odporni na vremenske in mehanske poškodbe. Koloranti v TB za kapljični tisk so lahko na osnovi barvil ali pigmentov. Barvilo je kolorant, ki je topen v nosilni tekočini; pigment je fini prah delcev kolorantov, ki je v nosilni tekočini dispergirani. Barvila omogočajo tisk zelo nasičenih barv z lomljenjem in absorpcijo vpadne svetlobe, vendar niso obstojna na bledenje, vodo in vlago ter so bolj občutljiva na pline iz ozračja – ozon. Pigmentni delci so večji od barvil (>100 nm), kar rezultira v stabilnosti odtisov, kateri so nemenjeni za zunanjo uporabo in manj podvrženi zunanjim vplivom okolja. Slabost pigmentnih delcev je njihova groba površina, ker se reflektirana vpadna svetloba iz odtisa razprši kar rezultira v slabši nasičenosti (C*) in enakomernosti barv. Razvoj tehnologije priprave pigmentov te slabosti izboljšuje z mletjem v manjše delce ter z vezanjem smol z delci, kar zgladi njihovo grobo površino. [8]



Slika 5: Refleksija vpadne svetlobe od površine odtisa

1 – Kolorant na osnovi pigmenta 2 – Kolorant na osnovi barvil.

(Lit. vir (8), str. 8).

2.3.2.1 Tiskarske barve na vodni osnovi

Barve na vodni osnovi se uporabljajo v tehnologijah kapljičnega tiska. Niso toksične, ker ne vsebujejo hlapljivih organskih sestavin. Sušijo se relativno počasi (nepremazni substrati), tiskovine imajo nizko odpornost na vodo; uporabljamo jih za tisk premazanih materialov, ki so namenjeni notranji uporabi. Tiskovine, ki so namenjene za zunanjo uporabo so prevlečene z zaščitnim laminatom, kar zvišuje ceno tiskovine.

2.3.2.2 Tiskarske barve na osnovi organskih topil

Izraz solvent je v slovarjih razložen kot substanca katera razgrajuje različne druge substance. To značilnost ima večina tekočin in tudi voda. V terminologiji kapljičnega tiska izraz solvent opisuje vse tiskarske barve, ki za nosilno tekočino ne uporabljajo vode. Tiskarske barve na osnovi organskih topil sestavljajo: topilo (vsebuje glikolester ali glikolesterester), pigmenti, smole in aditivi. Ko topilo izhlapi, se pigmentni delci s pomočjo smol zlepijo s substratom. To vrsto barv uporabljamo za tisk komercialnih tiskovin (označevanje izdelkov, črtne kode) in tisk tiskovin za zunanjo uporabo. Sušijo se hitreje kot barve na vodni osnovi, z izhlapevanjem hlapljivih organskih snovi. Glavna sestavina barv na osnovi topil in vodni osnovi, kot prikazuje (preglednica 4) je nosilna tekočina, katera se veže s koloranti in ohranja tiskarsko barvo v tekočem stanju. Sestavljena je iz glikola ali glicerina – obvladovanje časa sušenja in viskoznosti. [8]

V manjši meri so v tiskarskih barvah prisotni tudi drugi aditivi, ki obvladujejo faktorje kot je: prirast tonske vrednosti na odtisu (A), oblikovanje kapljic, korozijo tiskalniških glav, pH vrednost, odpornost proti bledenju ter bistrost barv. Glavne sestavine tiskarskih barv na osnovi topil in vodni osnovi so opisane v (preglednici 4). Posamezne sestavine lahko imajo tudi več funkcij; na primer določena sestavina se lahko obnaša kot sredstvo za uravnavanje vlažnosti in viskoznostni modifikator. [8]

Preglednica 4: Glavne komponente tiskarskih barv na vodni in osnovi topil

Sestava tiskarskih barv	Namen	Delež v %
Kolorant	Absorbcija valovnih dolžin vidne svetlobe	2-8
Nosilna tekočina	Raztapljanje ali vezanje koloranta	35-80
Površinsko aktivna snov	Znižuje površinsko napetost barv (omnoženje)	0.1-2.0
Sredstvo za uravnavanje vlažnosti	Z nosilno tekočino uravnava izhlapevanje	10-30
Penetrant	Omogoča penetracijo za obarvanje substrata	1-5
Topila	Topnost barv v nosilni tekočini	2-5
Aditivi	Preprečujejo zvijanje in gubanje vlaken	20-50

2.3.2.3 Tiskarske barve na oljni osnovi

Proces sušenja je počasen, saj sušenje uravnava nosilna tekočina (Isopar), ki je derivat mineralov oljnega izvora, od tod tudi izvira termin na oljni osnovi. Prednost tega principa dalovanja je v tem, da tiskalniki niso zahtevni za uporabo in vzdrževanje, medtem ko se pri drugih principih pojavlja mašenje šob z zasušenimi barvami. Barve na oljni osnovi se uporabljajo za tisk embalaže in na materiale, kjer se TB popolnoma absorbira. Kapljice, ki se formulirajo se zelo majhne, zato ta princip uporabljamo za tisk likovno-grafičnih ter fotografskih visoko resolucijskih odtisov. [8]

2.3.2.4 Tiskarske barve s fazno spremembo/Hot-melt

Hot melt tiskalniške barve so na sobni temperaturi v obliki gela. Topijo se s segrevanjem; v stopljenem stanju se izbrizgajo na substrat kjer se znova ohladijo. Zaradi spremembe agregatnega stanja (trdo - tekoče - trdo) TB jih imenujemo tudi barve s fazno spremembo. Nizko viskozni voski so nosilna tekočina za kolorante; hot melt tiskarske barve imajo v trdem stanju polimerne lastnosti, v tekočem pa ohranjajo nizko stopnjo viskoznosti. Glavna prednost pri uporabi te vrste barv je v tem, da kvaliteta odtisa ni pogojena z lastnostmi uporabljenega substrata. Pomanjkljivost pa v tem, da barve niso primerne za tisk fleksibilnih materialov, ker se barva lušči in poka s površine substrata. Pretežno se uporabljajo za industrijsko označevanje in tisk etiket, tudi vstopnic. [8]

2.3.2.4 UV tiskarske barve

UV TB za kapljični tisk se sušijo z uporabo UV sevanja. Pretežno jih uporabljamo za velikoformatni tisk togih substratov: npr. plastika, steklo, kovine in keramika. Njihova glavna prednost je v tem, da se barve na odtisu v hipu posušijo; zaradi hitrega sušenja nismo omejeni na značilnosti substratov. Možnost tiska neprozorne bele barve na tiskovni material. UV tiskarske barve se lahko uporabljajo kot osnova, ki dopušča barvni tisk na ne bele ali transparentne substrate ali za oplemenitenje tiskovin. Slabosti te vrste tiskarskih barv je relativno visoka cena in sporna uporaba glede zdravstvenih in okoljevarstvenih zahtev. Visoka cena se odraža v specifičnih surovih surovinah, ki se uporabljajo pri formulaciji barv. Izpostavljanje nevarnostim, ki jih povzročajo UV materiali se lahko odražajo v kroničnih boleznih kože, oči in imunskega sistema. UV sevanje proizvaja ozon, ta mora biti nevtraliziran in odvajan z ustreznim prezračevalnim sistemom. [8]

2.3.3 Papirji za elektrofotografski tisk

Najpogosteje uporabljamo za TM papir, čeprav lahko z digitalnimi tiskarskimi tehnikami tiskamo tudi na različne porozne materiale (tekstil, različne polimerne materiale, materiale na osnovi kovin, les idr.) enako, kot z uporabo konvencionalnih tehnik tiska. Les je osnovna surovina za izdelovanje papirja, saj je njegov delež med vsemi surovinami kar 90%. Kemijska zgradba lesa: [9]

- celuloza (40-50%),
- hemiceluloza (25-35%),
- lignin (20-25%),
- ekstraktivne snovi (2-8%).

Nekatere lesne vrste predvsem listavci pa vsebujejo tudi anorganske sestavine (0.2-0.8%). Za izdelavo papirja je najbolj uporabljena lesna komponenta celuloze, katero pridobivamo iz lesa s kemično odstranitvijo ostalih komponent lesa. Celuloza po svoji kemijski sestavi spada med ogljikove hidrate; je homopolisaharid sestavljen iz anhidroglukopiranoznih enot povezanih z b-D-glukoznimi vezmi. Je polimer s stopnjo polimerizacije od 2000 - 10000 (velja za lesno celulozo) s spodaj omenjeno kemijsko formulo pri čemer pomeni n stopnjo polimerizacije. [9]



Uporabljajo se tudi druge vrste surovin in drugi postopki pridobivanja vlaknin. Razlogi za to so zahteve po čimbolj ekološkem pridobivanju vlaknin, višjem dobitku vlaknin - večjem izkoristku same surovine, reciklaži starega papirja in boljši kakovosti vlaknin. Za različne vrste papirja se zahtevajo točno določene lastnosti vlaknin, katerih pa lesna celuloza vedno nima. V glavnem se pri vhodnih vlakninah za izdelavo papirja spremlja stopnja čistosti vlaken, oblika in velikost vlaken, in absortivna aktivnost vlaken (aktivnost - OH skupin). Vpliv sestave papirja, surovinske osnove in načina izdelave na kakovost odtisa določamo z različnimi metodami vrednotenja odtisa ter lastnosti površine. [10]

Papirji za elektrofotografijo so najprimernejši kadar so uporabljene primarne vlaknine, pridobljene po kemijskem postopku ter imajo dodano polnilo s pozitivnim zeta potencialom (+ZP); to polnilo pri izdelavi papirja izboljšuje retencijo in zmanjšuje obremenitve odpadnih vod. Papirji iz lesovinskih vlaken so zaradi vsebnosti večjega števila lesnih komponent, ki zmanjšujejo aktivnost površine vlaken rumenkasti. So slabše površinske trdnosti ker prihaja do cepljenja površine papirja zato tudi potencialno do prašenja med procesom odtisovanja, kar ni zaželeno. [7] Papirji za elektrofotografijo so nižje gramature (80 - 100 g/m²) embalirani so v polah obrezani na standardne formate (A4 - A3+).

Električne lastnosti papirja določajo učinkovitost prenosa tonerja in količino statičnega naboja na površini papirja. Električno površinsko upornost merimo z merilnikom površinske in prostorninske upornosti izolatorjev ter mora biti v mejah 10⁸ - 10¹¹ Ωm⁻² (DIN 19309). Struktura lista (gostota, orientacija vlaken, kristaličnost celuloze in lesne komponente) vplivajo na dielektrično (influenčno) konstanto. Mehanizem električne prevodnosti v papirju in celulozi je ionski, nosilci naboja so kationi. Prevoden medij je voda na površini vlaken in v vlakenski mreži. Obdelava formiranega papirja (glajenje in povečanje gostote) povzroči deformiranje intermolekularnih vodikovih vezi, kar vpliva na električne lastnosti papirja. Papirji morajo biti glajeni z mikrohrapavostjo 1 μm. V procesu tiska se poglajenim vzorcem znižuje hrapavost. Delci polnila (naravni kalcijev karbonat z + in - nabojem) vplivajo na gostoto papirnega lista in povečanje dielektrične konstante. Stopnja hidrofobnosti oziroma klejenosti ne sme biti visoka. Klejenje papirja povzroči znižanje površinske energije papirja ter slabšo adhezijo tonerja. Prisotnost škroba v papirju ali na površini papirja poveča površinsko energijo papirja in s tem adhezijo tonerja. [10]

Površinska energija papirja pove, koliko je površina papirja dovzetna za omočljivost s tekočino ter vpliva na lastnosti fiksiranja tonerja na papir v procesu odtisovanja. Okvirna vrednost površinske energije za tehniko elektrofotografije je 31.7 mN/m. To lastnost tekočin uporabljamo za merjenje in izračun kontaktnega kota ter omakanja z Youngovo enačbo: [10]

$$Y_{SV} - Y_{SL} = Y_{LV} \cos \theta \quad [3]$$

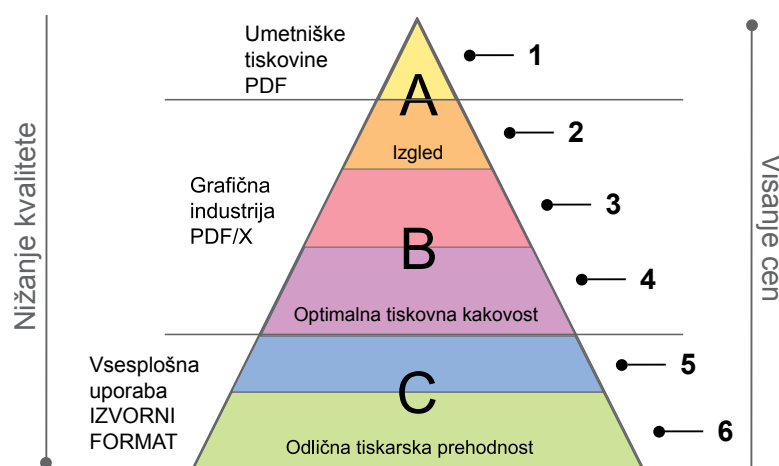
Površinska energija kapljevine je definirana z enačbo:

$$g^S = \sigma + \sum \Gamma_i \mu_i \quad [4]$$

2.3.4 Papirji za kapljični tisk

Kvaliteta odtisa je odvisna od nanosa kapljic, je pogojena tako z lastnostmi TB (površinska energija in viskoznost) kot tudi z lastnostmi absorpcije površine substrata (površinska energija, hrapavost in poroznost). Večina TB za kapljični tisk in nepremazni materiali imajo anionski naboj. Zato je otežen proces interakcij med barvo in papirjem kar povzroča tehnološke omejitve v procesu odtisovanja: zvijanje, gubanje in počasno sušenje. Koloranti morajo v stiku s površino papirja v hipu postati togi in se ločiti od nosilne tekočine. Kadar se tiskalniška barva prehitro absorbira v papir imajo barve na odtisu nizko optično gostoto. Prepočasna absorpcija povzroča razlivanje, nepestrost in nazobčenost odtisov. Te zahteve so kontradiktorne zato je potreben ustrezen kompromis z vplivanjem na karakteristike poroznosti in absorbtivnosti s površinsko odbelavo in premazovanja papirjev. [11]

Ločimo tri glavne skupine papirjev za kapljični tisk, ki jih natčneje prikazuje (slika 6). Pisalni papir (C) je večnamenski papir, ki ga uporabljamo v tisku elektrografije in fotokopiranju. To so lesovinski papirji premazani s smolo. Papirji za kapljični tisk (B) ima izboljšane lastnosti pisalnih papirjev (površinske lastnosti) z polimeri in pigmenti, kar na redi površino papirja bolj belo in ustrežnejšo za odtisovanje v tehniki kapljičnega tiska. Premazni papirji za kapljični tisk (A) bolje vežejo tiskalniške barve. Premazi ustvarijo pestrost barv, višji sijaj in ostrost odtisa. Premazi vsebujejo materiale kot je kremenovo steklo, snovi na osnovi aluminija, titan oksid, kalcijev karbonat in različne polimerne substrate. [11]



Slika 6: Matrica kvalitete in cenovnih razredov papirjev za kapljični tisk

1 – Foto kvaliteta, 2 – Premazni papirji za kapljični tisk, 3 – Večnamenski papirji, 4 – Papirji za umetniški tisk, 5 – Papirji za kapljični tisk, 6 – Pisalni papir.
(Lit. vir (12), str. 22).

2.3.4.1 Površinska obdelava papirja

Papirji z nizko stopnjo površinske obdelave (časopisni tisk) barve hitreje absorbirajo; kar povzroča nabrekanje vlaken in posledično slabšo kakovost odtisovanja, kot tudi gubanje in zvijanje vlaken v papirju. Papirji s previsoko stopnjo površinske obdelave imajo nizko stopnjo penetracije in vezanja nosilne tekočine na površino papirja. Nosilna tekočina, ki ostaja na površini papirja povzroča počasno sušenje in nekontrolirano XY- širjenje kolorantov. Papirji, ki so primerni za odtisovanje v tehniki kapljičnega tiska morajo pri metodi testiranja površinskih lastnosti Hercules Size Test (HST) presežati vrednost 200 sekund. Za površinsko obdelavo papirja uporabljamo škrob in polivinil alkohol (PVOH). Površinska obdelava papirja sama po sebi ne omogoča osnove za visoko kvalitetne odtise – to dosežemo z uporabo premazov. [8]

2.3.4.2 Premazi za papirje v tehniki kapljičnega tiska

Papir za odtisovanje v tehniki kapljičnega tiska mora biti hidrofilen, z visoko stopnjo poroznosti površine brez makroskopske strukture, kar omogoča hitro absorbcijo tiskalniške barve z nizko stopnjo razlivanja (bleeding), neprakrivanja (wicking) in penetracije. Silikatni premazi so z uporabo barv na vodni osnovi najprimernejši za odtisovanje v tehniki kapljičnega tiska. Površinska obdelava papirja s tankim nanosom hidrofilnega premaza in uporabo surfaktantov rezultirajo v ustrezni kvaliteti odtisovanja. Konvencionalne premazni pigmenti: kaolin, kalicijev karbonat in titanoksid niso uporabljeni za premazovanje v papirjev za kapljični tisk v glavnem zaradi majhnega števila prostih delcev v katere se tekočina veže in ozkega premera por v katere se streka tekočina in strojnega kalandriranja za doseganje sijaja in gladkosti, kar zmanjšuje število prostih delcev za vezanje nosilne tekočine. [8]

Kombinacija silikatnih pigmentov, polivinil alkohol veziva in kationskih utrjevalcev kolorantov skupaj tvorijo premaze s katerimi so premazani papirji za odtisovanje v tehniki kapljičnega tiska. Kljub vsemu imajo premazi relativno slabo reologijo in zelo nizko zadovoljivo trdno stanje, kar pojasnjuje zakaj se premazovanje papirjev za kapljični tisk izvršuje zunaj papirnega stroja z nizkimi hitrostmi. Največkrat uporabljeni metodi sta: premazovanje z zračnim nožem in valjčnikom. Strukture premazov se razlikujejo od enoslojnega premaza do bolj kompleksnih več-slojnih struktur. [8]

2.3.4.3 Pigmenti

Silikat (SiO_2) je mineral, ki se uporablja v različnih agregatnih stanjih. Sintetični silikati se uporabljamo v tiskarski industriji zaradi pozitivnih učinkov na optične lastnosti in kakovost odtisovanja. Različne vrste silikatnih pigmentov se razlikujejo v volumnu, razporeditvi in premeru notranjih por. Silikati imajo visoko stopnjo notranje poroznosti (omogočanje navzemanja tekočin) in veliko površino ($50 - 1000 \text{ m}^2/\text{g}$) za omogočanje adhezije TB. Silikatne gele in kondenzate uporabljamo za matirane premaze; silikatne pline in koloide pa uporabljamo za sijajne premaze. Kot alternativa silikatnim pigmentom razvijajo pigmente posebnih zgradb, ki so definirani kot: pigmenti katere velikost in oblika delcev ter lastnosti površine so bili namensko in izključno prilagojeni z mehansko, kemijsko in toplotno odbelavo za povečanje izvedbenih lastnosti, primeri so: klejiva, kalcijevi karbonati, kondenzirani kalcijevi karbonati, zeolit pigmenti. [8]

2.3.4.4 Veziva

Silikatni pigmenti so manj odporni zaradi visoke notranje poroznosti, zato dodajajo veliko količino veziv. Veziva, kot sta lateks ali škrob sta prešibka v možnosti vezanja, ker povzročata prašenje ali oviranje absorpcije TB v papir. Premazi na osnovi silikatov, za vezivo največkrat uporabljajo PVOH, kateri tvori močan film za povečanje tiskovne kakovosti (printability). PVOH je karakteriziran z molekulsko maso in stopnjo hidrolize (stopnja pri kateri se polivinil acetat spremeni v polivinil alkohol). Molekulska masa določa reologijo premaza in vezivno zmožnost za adhezijo pigmenta, medtem ko sta tiskovna kakovost in optična gostota (D), vzdrževana s stopnjo hidrolize. Stopnja hidrolize vpliva na reologijo TB in zmožnost veziv. Kot alternativa PVOH se uporablja tudi kationski škrob. [8]

2.3.4.5 Aditivi

Aditivi v premazih vsebujejo optična belila in utrjevalce kolorantov. Optična belila zvišujejo stopnjo sijaja premazov, utrjevalci kolorantov, kot so: poly-DADMAC, etilamin ali polivinilamin vežejo anionske kolorante s površino premaza. Kationi vežejo molekule anionskih kolorantov na veliko površino silikatnih pigmentov. Utrjevalce uporabljamo v manjši meri (1 do 3 delce na 100 delcev pigmenta). Kationske lastnosti premazov ali pigmentirane površine papirja za kapljični tisk povzročijo nevtralizacijo nabojev med površino in anionskih kolorantov. To daje papirjem lastnosti odporne na vodo in zvišanje optične gostote in kvalitete odtisovanja za ustrezno barvno odtisovanje. [8]

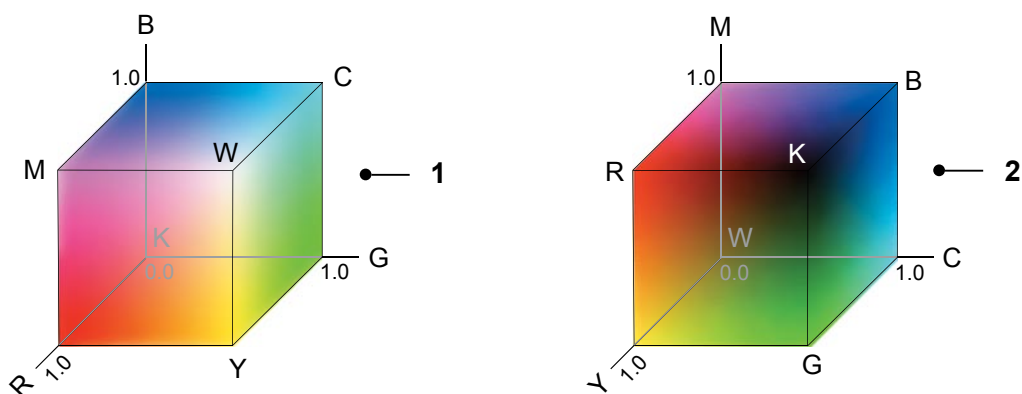
2.4 VODENJE PROCESA IZDELAVE DIGITALNEGA POISKUSNEGA ODTISA

2.4.1 Barvni prostori (sistemi)

V znanosti in grafičnih procesih uporabljamo za opisovanje barv predvsem mednarodno, sistematično urejene barvne sisteme (prostore), ki omogočajo matematično tri-dimenzionalno vrednotenje barv v t.i. barvno telo. [13] Tiskovni elementi v PDF/X-3 datoteki so definirani kot: vrednosti izhodne naprave (odstotki posameznega barvila ali moč električnih signalov) ali kot CIE (International Commission on Illumination) kolorimetričnimi podatki ovrednoteni z merilnimi instrumenti. [14]

2.4.1.1 Sistemsko odvisni barvni prostori

Barvne vrednosti prikazuje (slika 7), so opisane z numeričnimi podatki izhodne naprave in ponazarjajo količino posameznega koloranta ali moč električnih signalov katerega uporablja izhodna naprava za reproduciranje barvnih vrednosti. RGB (rdeča, zelena, modra) barvne vrednosti ponazarjajo kot: moč signala katerega proizvaja senzor optičnega čitalnika med osvetljevanjem z RGB filtri, napetost električnega toka kot impulz katerega povzročijo monitorjevi RGB fosforji ali količino koloranta, ki ga uporablja DTP tiskalnik. CMYK (cian, magenta, rumena, črna) barvne vrednosti opisujejo količino posameznega koloranta TB tiskalnika za reproduciranje določene barvne vrednosti. [14]



Slika 7: Sistemsko odvisni barvni prostori

1 – RGB barvni prostor, 2 – CMYK barvni prostor.

(Lit. vir (15), zapiski iz predavanj doc. dr. BRAČKO, S. Barvna metrika).

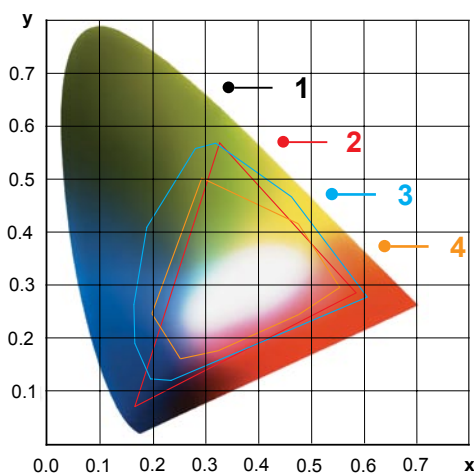
RGB ali CMYK vrednosti so na izhodnih napravah različne. Za skladnost barv med napravami v delokrogu, katere uporabljajo različne barvne prostore, potrebujemo način transformacije (pretvorbe) sistemsko odvisnih vrednosti, tako da z njimi lahko dosežemo pravilno barvno reprodukcijo na različnih napravah. To je naloga ICC barvnega upravljanja.

2.4.1.2 Sistemsko neodvisni barvni prostori

Barvni sistemi mednarodne organizacije CIE, opisujejo numerične barvne vrednosti in normalno percepcijo barvnega vida, pod predpisanimi pogoji opazovanja. Opisujejo dejanske barvne vrednosti, ki jih ponazarja določena naprava in ostanejo identične skozi vse platforme OS. Za ujemanje barvnih ustreznosti, moramo prilagoditi naprave, z uporabo mednarodnih industrijskih standardov ICC (International Colour Consortium). [14]

2.4.1.2.1 CIE (1931) XYZ barvni sistem

CIE b.p., predstavlja linearno transformacijo RGB b.p. in hkrati odpravlja njegove negativne vrednosti. Deleži barvnih vrednosti (kromatične koordinate) so izraženi kot spektralne funkcije $\bar{x}(\lambda)$, $\bar{y}(\lambda)$, $\bar{z}(\lambda)$ navideznih vrednosti standardiziranih primarnih barv – rdeče (X), zelene (Y) in modre (Z), ki so prisotne pri aditivnem mešanju barv v vidnem delu spektra (380 - 730 nm). Za ponazarjanje kromatičnih količin (barvitost in nasičenost) uporabljamo dvodimenzionalen barvni sistem CIExy, kot prikazuje (slika 8). Prikaz barvnih vrednosti v tridimenzionalnem barvnem prostoru – CIExyY omogoča komponenta Y (svetlost), ki izhaja iz akromatične (središčne) točke in tvori CIE barvno telo. Središčna točka je merilo za barvo svetlobe – barvno temperaturo (K). ICC specifikacija in PS določata CIE (1931) XYZ barvni sistem pod standardnim pogojem osvetljevanja D_{50} in kotom opazovanja 2° , kot izvorni (referenčni) barvni prostor. Uporabljamo ga za merjenje barvnih vrednosti, referenčni barvni prostor (PCS) ter preračunavanje spektralnih vrednosti. Ni vizualno enoten barvni sistem, zato ga ne uporabljamo za vrednotenje barvnih razlik (ΔE^*_{ab}). [14], [15], [16]



Slika 8: CIE 1931 XYZ barvni sistem

- 1 – Vidni spekter barv (380 - 730 nm), 2 – B.p. monitorja (RGB),
 - 3 – B.p. kapljičnega tiskalnika (CMYK), 4 – B.p. procesnega ofset tiska (CMYK).
- (Lit. vir (17), str. 22).

2.4.1.2.2 CIE (1976) LAB barvni sistem

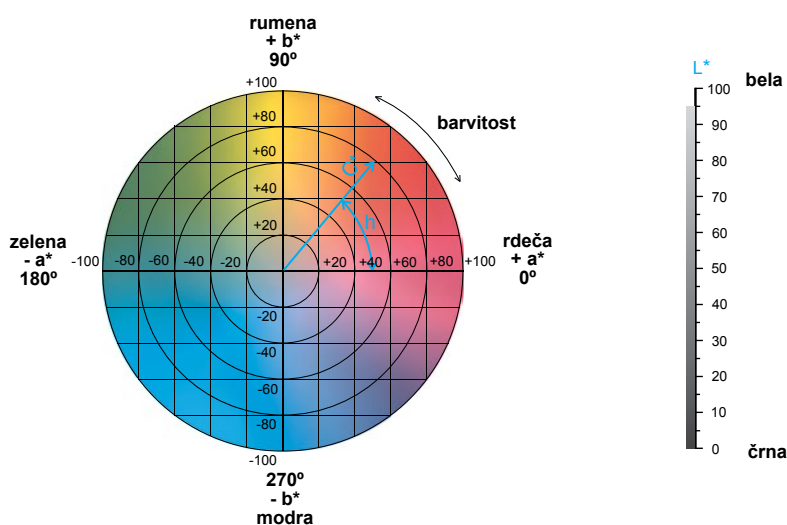
Osnovan je na človeški precepciji vidnega spektra barv ter izpopolnjuje pomanjkljivosti barvnega sistema CIE (1931) XYZ. Perceptualno najbolj izpopolnjen in uporabljen barvni sistem prikazuje (slika 9), je neenoten le v nenasičenih modrih območjih, kjer se barvne vrednosti ob stranici kota (h) nagibajo k vijolični. Matematično je ponazorjen v kartezijskem (pravokotnem) koordinatnem sistemu s koordinatami L^* , a^* , b^* katere opisujejo:

- L^* svetlost barve opisujejo vrednosti od 0 do 100,
- a^* os opisuje zeleno/rdeče vrednosti,
- b^* os opisuje rumeno/modre vrednosti.

S kartezijskimi koordinatami opisan barvni prostor je lahko opisan tudi s cilindričnimi (polarnimi) koordinatami L^* , C^* , h katere opisujejo kolorimetrične količine:

- L^* svetlost barve (Lightness),
- C^* nasičenost (Chroma, Saturation),
- h kot v barvnega tona (Hue angle).

Z njim numerično vrednotimo digitalne barve in barvne odtisa, opazovanje perceptualnih fenomenov (vpliv sosednjih barv), vrednotenju CIE ΔE^*_{ab} , čeprav prvotno zato ni bil namenjen. Prvotno je bila njegova uporaba namenjena predvideti stopnjo pri kateri bosta dva barvna vzorca specifične velikosti na specifičnem barvnem ozadju, pod specifičnimi pogoji osvetlitve ob specifičnih pogojih kota opazovanja prepoznana kot enaka s strani standardiziranega opzovalca. [14]



Slika 9: CIE (1976) LAB kartezijski in cilindrični barvni sistem (Lit. vir (18), str. 22).

2.4.2 Vodenje procesa barvne reprodukcije

2.4.2.1 Vrednotenje CIELAB barvnih razlik

Barvne razlike (ΔE^*_{ab}) v kartezijskem (pravokotnem) CIE (1976) LAB barvnem sistemu s simbolom delta E označujemo prostorski barvni razmik, to je barvno razliko med dvema barvama. Barvni razmik se v osnovi računa po enačbi (color difference equation) za oddaljenost dveh točk v prostoru, torej kot kvadratni koren iz vsote kvadratov razlik v kromatičnosti (Δa^* in Δb^*) ter svetlost (ΔL^*): [18]

$$\Delta E^*_{ab} = \sqrt{\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}} \quad [7]$$

$$\Delta L^* = L^*_{\text{vzorca}} - L^*_{\text{standarda}}$$

$$\Delta a^* = a^*_{\text{vzorca}} - a^*_{\text{standarda}}$$

$$\Delta b^* = b^*_{\text{vzorca}} - b^*_{\text{standarda}}$$

Barvna razlika krome (ΔC^*_{ab}) pomeni bolj čisto (+ Δ) ali bolj umazano, motno (+ Δ) barvno vrednost opazovanega barvnega vzorca:

$$\Delta C^*_{ab} = C^*_{ab, \text{vzorca}} - C^*_{ab, \text{standarda}} \quad [9]$$

Barvna razlika pestrosti (ΔH^*_{ab}) je odvisna od barvne razlike zaznavanja barv (ΔE^*_{ab}), razliki v stopnji svetlosti (ΔL^*) in krome (ΔC^*_{ab}) in spremembe kota pestrosti (h):

$$\Delta H^*_{ab} = \sqrt{\Delta E^{*2} - \Delta L^{*2} - \Delta C^{*2}_{ab}} \quad [10]$$

$$\Delta H^*_{ab} = \Delta C^* \times \Delta h(\pi/180) \quad [11]$$

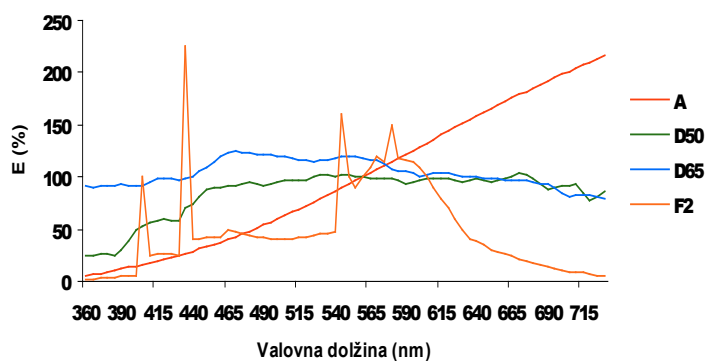
$$h = \arctan(b^*/a^*) \quad [12]$$

2.4.2.2 Standardizirani opazovalec

Funkcije spektralnih vrednosti $\bar{x}(\lambda)$, $\bar{y}(\lambda)$, $\bar{z}(\lambda)$ opišejo odziv očesa na svetlobo določene valovne dolžine in definirajo CIE idealnega opazovalca za vidno polje, ki ga določa kot opazovanja 2° . Kasneje je bil na podlagi novih poskusov definiran še CIE dodatni barvnometrični opazovalec za vidno polje, ki ga določa kot opazovanja 10° s pripadajočimi funkcijami spektralnih vrednosti $\bar{x}_{10}(\lambda)$, $\bar{y}_{10}(\lambda)$, $\bar{z}_{10}(\lambda)$ ter standardnimi barvnimi vrednostimi X_{10} , Y_{10} , Z_{10} . Te vrednosti so namenjene opazovanju večjih površin. [18]

2.4.2.3 Standardizirane vrste svetlob

CIE numerično vrednotenje barv predpisuje uporabo standardiziranih svetlob – barvna temperatura (K), kot prikazuje (slika 10). Svetloba A ponazarja večerno svetlobo, ki jo seva volframova žarnica, in barvno temperaturo 2856K. Svetloba D, je definirana z relativno spektralno porazdelitvijo energije, niso pa določeni svetlobni viri. D₅₀ predstavlja standardiziran pogoj opazovanja odtisov z barvno temperaturo 5000K. D₆₅ uporabljamo kot standardiziran pogoj opazovanja grafičnih objektov na zaslonu (Soft proof), ponazarja povprečno dnevno svetlobo z UV sevanjem in barvno temperaturo 6500K. Svetlobe F ponazarjajo fluorescentne svetlobne vire, ki jih uporabljamo za razsvetljavo prostorov. Uporaba različnih standardiziranih svetlob omogoča vrednotenje metametije – pogojne enakosti. [18], [19]



Slika 10: Krivulje sevanja standardiziranih vrst svetlob
(Lit. vir (19), str. 6).

2.4.2.4 Geometrija merjenja

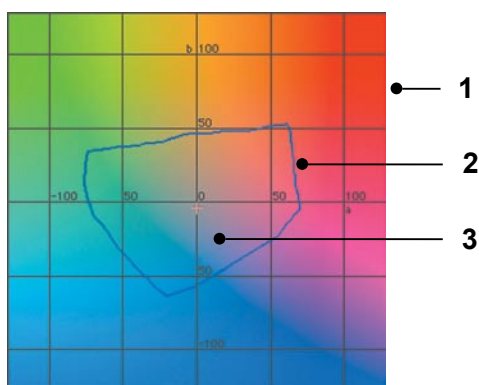
Za barvnometrična vrednotenja priporoča CIE merjenje faktorja radiance / svetlosti β z eno izmed naslednjih merilnih geometrij:

- 45° /normala (okrajšava 45/0) faktor radiance / svetlosti $\beta_{45/0}$,
- Normala/ 45° (okrajšava 0/45) faktor radiance / svetlosti $\beta_{0/45}$.

2.4.2.5 Obseg barv (Gamut)

Obseg barv opredeljujemo kot: barvni obseg – Color Gamut (nabor barv, ki so omejene z C^* in L^* vrednostjo primarnih kolorantov RGB in CMYK vhodno/izhodnih naprav, tiskovnega materiala in RIP sistema) in dinamični obseg – Dynamic range (optična gostota opredeljuje L^* in C^* vrednosti bele in črne točke določene naprave). Barvne vrednosti vhodne naprave je fizično nemogoče pravilno reproducirati, zaradi tehnoloških omejitev in manjšega barvnega obsega izhodnih naprav. [14]

Izhodne naprave imajo določen barvni in dinamični obseg, s strani primarnih kolorantov (CMYK in RGB), ki jih uporabljajo za reproduciranje barv, kot prikazuje (slika 11). Monitor lahko ponazori najtemnejšo črno (K) z barvnimi vrednostimi (0,0,0) ter najsvetlejšo belo (W), kadar fosforji žarijo na maksimumu (255, 255, 255). Tiskalnik in procesni tisk ponazarjata najsvetlejšo belo točko z belino tiskovnega materiala in najtemnejšo črno z najvišjo odstotno vrednostjo primarnih procesnih barv (CMYK), ki se pretisujejo, brez da s tem rezultiramo v razmočenem TM (ponavadi občutno manj kot 400%). [14]

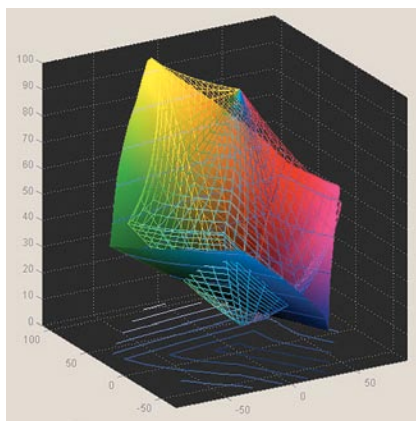


Slika 11: Barvni prostor tiskalnika v CIE barvnem prostoru

- 1 – Sistemsko neodvisen 2D CIELAB barvni prostor,
- 2 – Barvni obseg naprave,
- 3 – Barvni prostor naprave (tiskalnika).

Vhodne naprave nimajo določenega barvnega obsega. Barve zajemajo iz živega sveta, kjer ni definirana meja med barvami, ki jih zaznamo in barvami izven vidnega spektra barv ($\lambda = 380 - 730 \text{ nm}$). Imajo določen dinamični obseg, ta je večji kot ga lahko ponazorimo na izhodni napravi. Pod in nad določeno stopnjo optične gostote (D) naprava ne razlikuje v L^* vrednosti. Optični čitalci nimajo določenega barvnega obsega, govorimo o vplivu barvega obsega substratov (refleksne in transparentne predloge). Digitalni fotoaparati nimajo določenega barvnega obsega, zato jih težje pravilno karakteriziramo. [14]

Vrednotenje barvnega obsega nam omogočajo aplikacijski programi, za izdelavo in primerjavo barvnih obsegov ICC barvnih opisov v sistemsko neodvisnih CIE barvnih prostorih. Dvodimenzionalen (2D) ogled barvnega prostora je nepopolen, saj ponazarja le del barvnega obsega na določeni stopnji svetlosti (L^*) ali ponazarja projekcijo maksimalnega nasičenja v vseh stopnjah svetlosti. V realnosti je barvni prostor kompleksne tridimenzionalne oblike (3D), kot prikazuje (slika 12) in predstavlja barvno telo.



Slika 12: Barvno telo tiskalnika v 3D CIELAB barvnem prostoru

ICC barvno upravljanje v grafični pripravi za tisk omogoča barvni nadzor, ustrezno reproduciranje in transformacijo barvnih vrednosti različnih obsegov iz izvirnega formata datoteke na različne izhodne naprave ter jasno komunikacijo s katerim si zagotovimo osnovo na podlagi katere lahko izvajamo presojo barv. ICC specifikacija vključuje štiri različne metode za ravnanje z barvami izven barvnega obsega, ki jih imenujemo: upodobitveni modeli. Barvne vrednosti, ki so prisotne v izvornem barvnem prostoru in jih ne moremo reproducirati z končnim barvnim prostorom imenujemo barve izven obsega. Priponka barvnega obsega (gamutTag) je tabela katera vsebuje vrednosti (0- barva znotraj barvnega obsega, 1- barva zunaj barvnega obsega), ki jih potrebuje PCS za ravnanje z barvami izven barvnega obsega. [15]

Sistemsko neodvisne barvne vrednosti so izražene v PCS-u kot CIEXYZ ali CIELAB vrednosti. ICC barvni profili vsebujejo informacijo o treh glavnih spremenljivkah, katere opisujejo kako se obnaša določena barva:

- Barvni obseg (C^* in L^* vrednosti kolorantov primarnih barv),
- Dinamični obseg (C^* in L^* vrednosti bele in črna točke),
- Karakteristika tonske lestvice kolorantov.

2.5 ICC BARVNO UPRAVLJANJE

Z uporabo ICC barvnega upravljanja ne rešujemo slabe kakovosti procesnih komponent; prednosti njegove uporabe funkcionirajo samo v standardiziranih in certificiranih tehnoloških procesih. Sistem barvnega upravljanja (CMS) je ključni element pri uspostavitvi zanesljivega, predvidljivega in merljivega procesa izdelave barvne reprodukcije. Ugotavlja katere numerične vrednosti opisujejo sistemsko odvisne barvne vrednosti (RGB in CMYK) in jim zagotavlja konsistentnost od naprave do naprave s pretvorbo v sistemsko neodvisne perceptualne (CIE LAB in CIE XYZ) barvne prostore. ICC (International Color Consortium) definira barvno upravljanje kot komunikacijo združljivih podatkov, katere potrebujemo za jasno interpretacijo in pretvorbo barvnih vrednosti. Izraz ICC barvno upravljanje uporabljamo, kadar govorimo o sistemih CMS, kateri uporabljajo za pretvorbo med barvnimi prostori referenčne podatke izmerjenih barvnih vrednosti, z uporabo datotečnega formata *.icc. [14], [20], [21].

2.5.1 Zgradba sistema ICC barvnega upravljanja

2.5.1.1 PCS (Profile Connection Space)

Povezavni ali referenčni barvni prostor ICC profilov opravlja nalogo pretvornika (vmesnika) skozi katerega potekajo pretvorbe med sistemsko odvisnimi barvnimi prostori v sistemsko neodvisne perceptualne barvne prostore z določitvijo numeričnih vrednosti ter definiranjem barv. ICC specifikacija uporablja perceptualna CIELAB in CIE XYZ barvna prostora kot PCS za različne vrste ICC profilov. CIELAB barvni prostor je najbolj razširjen kot referenčni barvni prostor, medtem ko sta CIE XYZ in CIE x₁y₁ pogosteje uporabljena za barvnometrične meritve. [14], [20], [21].

2.5.1.2 CMM (Color Management Module)

Modul za ICC barvno upravljanje je programska oprema, katera izvede izračun za pretvorbo RGB ali CMYK barvnih vrednosti katere vsebuje ICC barvni profil. CMM oskrbuje metodo, katero uporablja CMS za konverzijo vrednosti iz izvirnega barvnega prostora v PCS in iz PCS-a v končni barvni prostor. Z uporabo ICC profilov definira sistemsko neodvisne barvne vrednosti na vhodu, ki se morajo ujemati s sistemsko odvisnimi na izhodu. CMM-si so namenjeni medoperativni izmenjavi, vendar se razlikujejo v zmožnostih in preračunavanju bele točke in interpolaciji. Na Apple Macintosh računalnikih vlogo CMM-a opravlja ColorSync, na računalnikih PC Windows to vlogo opravlja ICM. [14], [20], [21].

2.5.2 ICC barvni profil

ICC barvni profili karakterizirajo barvne prostore naprav ali ICC barvne prostore. Datotečni format (*.icc) temelji na karakterizacijskih (look up) tabelah z izračuni navodil za CMM in pretvorbo med sistemsko odvisnimi (RGB in CMYK) in kolorimetričnimi podatki CIELAB. [28] Vključujejo informacije o barvnem in dinamičnem obsegu, navodila za upravljanje z barvami zunaj barvnega obsega ter matematične strukture za preračunavanje interpolacije. Vsebujejo tag (priponka), katera jim omogoča izbiro prioritetnega CMM-a. Namen uporabe ICC profilov je zagotoviti profil, kateri je neodvisen od OS in zagotavlja konsistentno, sistemsko neodvisno barvo skozi celoten produkcijski proces. Z uporabo ICC barvnih profilov lahko opisujemo:

- posamezno napravo ali tiskovni material (tiskalnik, monitor, tip papirja),
- skupino naprav (device link profile),
- barvne prostore (Adobe RGB, CIELAB).

ICC profil ne spreminja obnašanje naprav, temveč opisuje njihovo obnašanje. Generične opise izdelujejo proizvajalci naprav, lahko jih skonstruiramo sami z uporabo merilnih kart in naprav ter programske opreme za izdelavo ICC opisov. Za barvno pretvorbo potrebujemo izvorni (Source) in ciljni (Destination) ICC profil, ki opisujeta začasne naloge, ki jih opravljata v momentu ko se izvede barvna pretvorba. Izvorni ICC profil opisuje lastnosti podatkov in njihovo zvezo z absolutnim barvnim prostorom. Naslovni ICC profil opisuje sistemsko odvisne vrednosti izhodne naprave. [14], [20], [21].

2.5.2.1 Vhodni (Input) ICC profil

Opisuje točno določeno napravo (optični čitalec ali digitalni fotoaparati) za katero je izdelan ICC profil in uporablja pretvorbo med barvnimi prostori RGB in CIEXYZ. ICC profil izdelamo s skeniranjem ali fotografiranjem referenčnih merilnih tablic. Na podlagi izmerjenih in referenčnih vrednosti merilnih polj aplikacijski program za izdelavo ICC profilov izvede pretvorbo barvnih podatkov in generira ICC profil. Karakterizacijski postopek lahko izvedemo za refleksijske, transmisijske predloge ter negative. Definirajo pretvorbo iz barvnega prostora vhodne naprave v PCS. Komunikacija med CMS-om in vhodnim ICC profilom poteka samo v eno smer (A v B), zato ker CMS potrebuje samo podatke, katere barve ponazarjajo vhodne RGB vrednosti. [14], [20], [21].

2.5.2.2 Izhodni (Output) ICC profil

Opisuje točno določeno napravo (tiskalnik ali procesni tisk), označuje pogoj tiska in uporablja pretvorbo med barvnimi prostori CMYK in CIELAB. Kadar prikazujemo CMYK objekt na RGB monitorju, se CMS zanaša na CMYK izhodni ICC profil s katerim pretvori vrednosti nazaj v PCS in končno v monitorjeve RGB vrednosti. Komunikacija med CMS-om in izhodnimi napravami je dvostrani proces, tako da lahko CMS prevede CMYK ali RGB izhodne vrednosti v RGB vrednosti monitorja. Podatki za barvne pretvorbe so osnovali na LUT tabelah. Barvno pretvorbo Naprava do PCS (backwards transform) imenujemo A v B, Barvno pretvorbo PCS do Naprave (forward transform) imenujemo B v A. Komunikacija med CMS-om in ICC profilom poteka v obe smeri (A v B in B v A), ker ICC profile ne uporabljamo samo za pretvorbo iz PCS-a v izhodni barvni prostor tiskalnika, temveč tudi za prikaz datotek na zaslonu monitorja ali za pretvorbo CMYK datoteke za procesni tisk v kateri drug izhodni barvni prostor za izdelavo poiskusnega odtisa. [14], [20], [21].

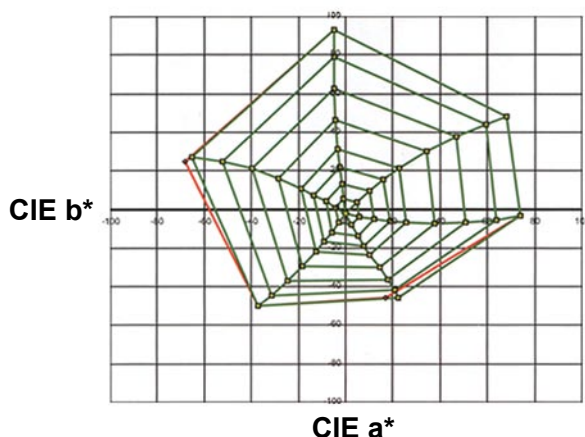
2.5.2.3 ICC profil monitorja

ICC profil monitorja omogoča vez med sistemsko odvisnimi RGB podatki monitorja in CIE barvnimi podatki. Podatki za barvne pretvorbe so osnovali na matrikah. Komunikacija med CMS-om in ICC profilom poteka v obe smeri (A v B in B v A), ker se monitor obnaša kot vhodno izhodna naprava. Za kreiranje in urejanje barv za prikaz na zaslonu uporabljamo monitor kot vhodno napravo. CMS mora vedeti katero barva je simulirana na zaslonu, da jo lahko ponazori z izhodno napravo. CMS pregleda zaslonske RGB vrednosti in uporabi ICC profil za preračun dejanske barve RGB vrednosti. Za prikazovanje objektov na zaslonu se monitor vede kot izhodna naprava. CMS ovrednoti pripeti ICC profil objekta za določitev dejanske barve ponazorjene z vrednostimi v datoteki, nato uporabi ICC profil monitorja za preračun RGB vrednosti za pravilen prikaz barv na zaslonu. Komunikacija med CMS-om in ICC profilom poteka v obe smeri (A v B in B v A), tako da CMS pošlje prave RGB vrednosti na zaslon za reprodukcijo željene barve, nato pa interpretira RGB vrednosti monitorja za njihovo reprodukcijo na izhodnih napravah. ICC opis monitorja izdelamo s kolorimernimi meritvami zaslona in aplikacijskim programom za izdelavo ICC opisov. Izmerjene vrednosti primerja z referenčnimi CIE XYZ ali LAB barvnimi vrednostmi, generan ICC opis shrani v sistem, kjer je na voljo vsem aplikacijam, ki podpirajo ICC barvno upravljanje. [14], [20], [21].

2.5.2.4 Barvni profili ISO/ECI 12647 za ofsetni tisk

V akcidenčnem ofsetnem tisku se je za izdelavo barvnih izvlečkov (RGB v CMYK) za preizkusni pregled tiskovine na ekranu (simulacija tiskanja) ali za izdelavo barvno obvezujočih preizkusnih natisov po standardu ISO 12647-2 uveljavil barvni profil ISOcoated.icc. Pripravila ga je evropska barvna pobuda ECI (European Colour Initiative) na podlagi Fogrinih barvnometričnih podatkov za standardiziran ofsetni tisk v tabeli FOGRA27. Pri namestitvi programskega paketa Adobe CS2 se ta barvni profil pod imenom Europe ISOcoated Fogra27.icc samodejno namesti v okno barvne nastavitve (Color Settings). [22]

Septembra 2006 je zasedal tehnični odbor ISO TC 130 za grafično dejavnost in priporočil nekoliko spremenjene barvnometrične vrednosti primarnih in sekundarnih procesnih barv na premaznih papirjih. Navaja jih dololnilo standarda ISO 12647-2 DAM 1, grafično pa prikazuje (slika 13). Fogra je na tej podlagi pripravila nove karakteristične podatke FOGRA39, ECI pa nov barvni profil ISOcoated_v2_ECI.icc, ki je namenjen izdelavi poiskusnih natisov z digitalnimi tiskalniki. [22]



Slika 13: Primerjava vrednosti barvenega obsega ISO/ECI profilov
— ISO 12647-2:2004 DAM 1, — karakteristični podatki FOGRA 39.
(Lit. vir (22), str. 6).

Pri običajnih barvnokontrastnih slikah dobimo s starim profilom Europe ISOcoated Fogra27.icc in novim ISOcoated_v2_ECI.icc, skoraj enake rezultate. Razlike postanejo očitne pri barvno enoličnih reprodukcijah, še zlasti če sodijo v plavo-modro področje. Zaslonski predogled in preizkusni natisi barvno niso dovolj precizno simulirali proizvodnega tiska. Zaradi teh sprememb je Fogra pripravila tudi nove željene vrednosti za svoj medijski klin (Medienkiel CMYK), ki jim mora ustrezati standardiziran in certificiran preizkusni odtis. Karakteristični podatki FOGRA 39 in željene vrednosti za medijski klin sedaj precizno ustrezajo standardu ISO 12647-2, medtem ko je stari profil barvne učinke sicer upodabljal v okviru toleranc, a bolj v zeleno modrem področju. [22]

2.5.3 Upodobitveni modeli

Določene barvne vrednosti, ki so prisotne v izvornem barvnem prostoru, ne moremo ponazoriti v končnem barvnem prostoru zaradi fizikalnih zakonov izhodne naprave, imenujemo jih barve izven obsega. ICC specifikacija vključuje štiri različne upodobitvene modele (Rendering intent) s katerimi CMM pretvarja kolorimetrične podatke med sistemsko odvisnimi barvnimi prostori. Uporabljen model je shranjen kot pripotka (tag) ICC profila.

Fotografski ali precepcijski upodobitveni model (Perceptual) uporablja kompresijo barvnega obsega; zmanjša nasičenost vseh barv v izvornem barvnem prostoru, tako da se lahko ponazorijo v končnem barvnem obsegu. Pri pretvorbi upošteva barvo papirja ter barvni in dinamični obseg izhodne naprave. Ohranja celostno barvno razmerje, ker smo opazovalci bolj občutljivi na razmerje med barvami kot na posamezne absolutne vrednosti barv. Ta model uporabljamo pri reprodukciji fotografij. [21]

Upodobitveni model nasičenje (Saturation) zmanjša nasičenost barv v izvornem barvnem prostoru tako, da se barvne vrednosti ponazorijo v končnem barvnem obsegu. Ponazarja živahnost barv, brez ozira na reproduciranje absolutnih točnih barvnih vrednosti s pretvorbo nasičenih barv iz izvirnega v končni barvni prostor. Model uporabljamo za poslovne grafike, kjer je pomemben izgled čistih nasičenih barv (C^*). [21]

Relativno kolorimetrični upodobitveni model (Relative colorimetric) se kot človeško oko prilagaja na belino medija. Belo barvno vrednost izvirnega barvnega prostora pripne k beli barvni vrednosti v končnem barvnem prostoru. Bela barvna vrednost na izhodu je bela barvna vrednost tiskovnega materiala kot bela vrednost iz izvirnega barvnega prostora. Barvne vrednosti izven barvnega prostora pripne najbližje ujemajoči se vrednosti. Model ohranja več originalnih barv. [21]

Absolutno kolorimetrični upodobitveni model (Absolute Colorimetric) barve izven barvnega obsega priključi najbližji podobni barvni vrednosti, ki se jo da ponazoriti na izhodu. Od relativnega upodobitvenega modela se razlikuje v tem, da ne skuša ujemati belo barvno vrednost na vhodu z belo barvno vrednostjo na izhodu. Modrikasta bela vrednost vhodnega barvnega prostora k končnem barvnem prostoru z rumenkasto belo tiskovnega materiala in C^* tiskarske barve določi predele bele barve in s tem simulira belo barvo originala. Model je namenjen izdelavi poiskusnih odtisov, kjer je cilj simulirati izhod na enem tiskalniku (vključno z belo točko D_{50}) na drugi napravi. [21]

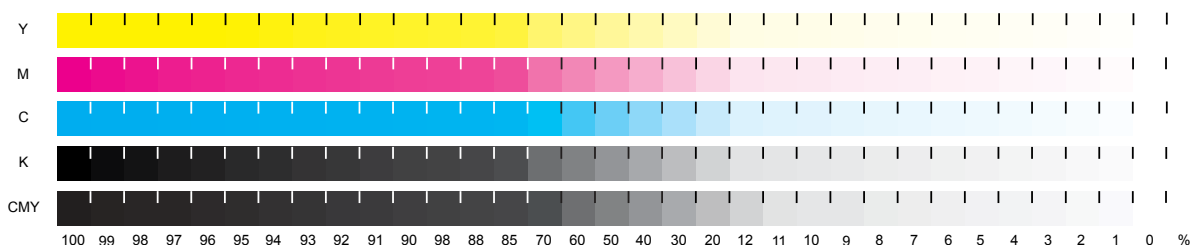
2.5.4 Delovni procesi ICC Barvnega upravljanja

Izvedbo ICC barvnega upravljanja sestavljajo trije osnovni delovni procesi: kalibracija/linearizacija naprav, profiliranje/karakterizacija in nadzor procesa.

2.5.4.1 Kalibracija/linearizacija

Linearizacijski proces je temelj ICC barvnega upravljanja izhodnih naprav; odločilen je, kadar želimo ohraniti stanje kritičnih barv (logotip, ponatis). Namen uporabe linearizacijskega postopka je kompenzacija glede kakovosti odtisov, ki se navezuje na temperaturo in vlago ozračja, uporabe tiskalniškega materiala in rastrov ter vsakodnevne uporabe tiskalnika.

Linearizacijska merilna testna tablica, kot prikazuje (slika 14) vsebuje vsaj 20 merilnih polj, katera obsegajo 0 do 100% pokritosti s tiskalniško barvo za vsako primarno barvo, ki jo uporablja tiskalnik. Namen uporabe linearizacijske testne tablice je vrednotenje pokritosti črnila. Prehod pokritosti črnila med posameznimi merilnimi polji mora biti gladek, medtem ko se debelina nanosa barvnega filma povečuje ali zmanjšuje. Čim več črnila je na tiskovnem materialu, tem težje je zaznati spremembe v debelini nanosa barvnega filma. [23]



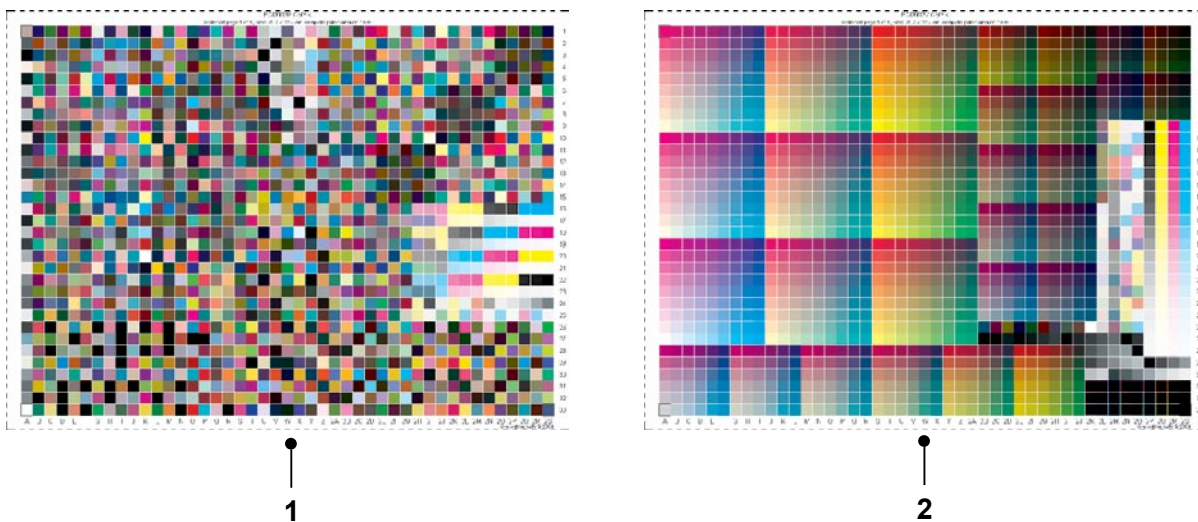
Slika 14: Linearizacijska merilna testna tablica

(Lit. vir (23), str. 2).

Izmerjene denzitometrične vrednosti se z uporabo direktnih vmesnikov za merilne instrumente direktno prenesejo v RIP kalibracijski proces. Denzitometrične vrednosti opisujejo odstotne številčne vrednosti oz. debelino nanosa barvnega filma. Višje denzitometrične vrednosti opisujejo debelejši nanos barvnega filma, nižje pa opisujejo tanjši nanos filma na tiskovni material. Večina instrumentov lahko prebere 80 merilnih polj v približno petih minutah. Kalibracijska programska oprema omogoča primerjavo med podatki prejšnjih meritev (kalibracije) ali ravnokar vnešenih. Z vizualno presojo odtisnjene merilne tablice ugotovimo ali je potrebno tiskalnik ponovno kalibrirati. [23]

2.5.4.2 Karakterizacija tiskalnika pri izdelavi poiskusnega odtisa

Karakteristične podatke dobimo s tiskanjem standardizirane barvne tablice in barvnometričnim vrednotenjem odtisov. Barvni učinki polj v tablici so izbrani tako, da na podlagi izmerjenih vrednosti izvemo skoraj vse, kar je pri repromodulaciji in barvno obvezujočem preiskusnem tisku treba vedeti o razmerah tiskanja. Standard ISO 12642:2006 normira tablico s 1485 polji (slika 15), ki se imenuje ECI 2002. Tablica ima dve podobi z naključno (Random) in vizualno (Visual) razporejenimi polji. [24]



Slika 15: ECI 2002, normirani s standardom ISO 12642-2:2006

1 – ECI 2002 R (Random), 2 – ECI 2002 V (Visual)

(Lit. vir (24), str. 6).

Barvnometrični podatki izmerjene tablice so izhodišče za barvni profil. Navadno se shranijo v formatu *.txt, da bi ustrezna programska oprema za izdelavo ICC profilov z njimi po naših zahtevah in navodilih pripravila barvni profil formata *.icc. Parametri, ki jih pri izdelavi profila sami določimo, so lahko različni, zato alhko na podlagi istih karakterističnih podatkov pripravimo več barvnih profilov. Parametri, ki jih spreminjamo so najpogosteje [24]:

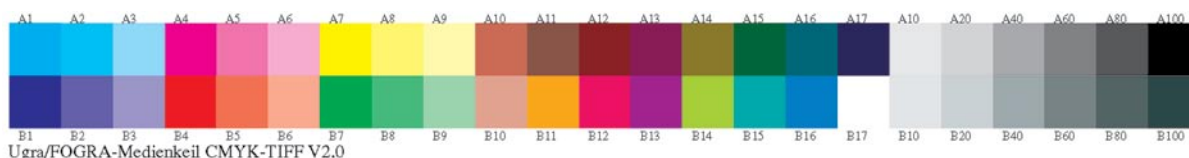
- vsota rastrskih tonov (skupna rastrska pokritost),
- tonski obseg črnega izvlečka,
- nadomeščanje sive komponente (GCR),
- odvzemanje barvne komponente (UCR),
- največji delež črne barve v nasičenih pisanih barvnih učinkih,
- črno ravnovesje, ipd.

2.5.5 Nadzor procesa izdelave digitalnega poiskusnega odtisa

2.5.5.1 Ugra/Fogra CMYK V2.0 medijski klin

Barvna merilna polja so selektivno izbrana iz barvne tablice IT8.7/3 (ISO 12642-1). V digitalni obliki ga lahko uporabljamo kot EPS, TIFF ali PDF verziji. Njegova glavna naloga je zagotoviti nadzor procesa izdelave digitalnega poiskusnega odtisa. Uporabljamo ga lahko tudi za opazovanje posledic procesiranja objektov v CMYK barvnem prostoru.

Ugra/Fogra CMYK V2.0 medijski klin prikazuje (slika 16). Ureditev merilnih polj je v vseh datotečnih formatih enaka. Sestoji se iz dveh vrst, v katerih so razvrščena posamezna merilna polja (6mm x 6mm), ki so razdeljena v dve skupini. Vsako merilno polje je oštevilčeno. Stolpca 1 do 9 vsebujeta 100%, 70% in 40% tonske vrednosti za primarne barvne vrednosti (CMYK), in sekundarne (RGB) barvne vrednosti. Stolpca 10 do 17 obsegata kritične mešane barvne vrednosti, ki so pomembne za ocenitev barvnih transformacij ICC barvnega upravljanja in kvalitete natisa digitalnega poiskusnega odtisa. Vsebuje tudi merilno polje, katero predstavlja barvo uporabljenega substrata. Zadnji sklop merilnih polj predstavljajo tonske vrednosti sivih barvnih vrednosti. V zgornji vrsti so siva merilna polja sestavljena z uporabo K (true gray) z 10%, 20%, 40%, 60%, 80% in 100% tonskimi vrednostimi. V spodnji vrsti merilna polja sestavljajo primarne barvne vrednosti (chromatic gray) v skladu z navodili ISO 12642 standardom. [25]



Slika 16: Ugra/FOGRA CMYK V2.0 Medijski klin
(Lit. vir (25), str. 15).

S sprejetjem standarda (SIST) ISO 12647-7 Grafična tehnologija – Vodenje procesa izdelave rastriranih barvnih izvlečkov, preizkusnih in proizvodnih odtisov – 7. del: Neposredni preizkusni procesi z digitalnimi podatki; leta 2007 so se spremenile tolerance za Ugra/FOGRA CMYK Medijski klin, ki jih prikazuje (preglednica 5).

Preglednica 5: Barvna odstopanja merilnih polj Ugra/FOGRA merilnega klina

Tolerance	UFMW CMYK V2.0	UFMW CMYK V2.2
Barva substrata/simulacija	$\Delta E^*ab \leq 3.00$	$\Delta E^*ab \leq 3.00$
Opstopanje procesnih barv CMYK	$\Delta E^*ab \leq 5.00$	$\Delta E^*ab \leq 5.00$
Povprečno odstopanje vseh merilnih polj	$\Delta E^*ab \leq 4.00$	$\Delta E^*ab \leq 3.00$
Največje odstopanje v klinu	$\Delta E^*ab \leq 10.00$	$\Delta E^*ab \leq 6.00$

2.5.5.2 Altona Test Suite

Altona Test Suite je uporabniški paket, boljše instrument za standardiziran nadzor digitalnih tehnoloških in/ali delovnih procesov v grafični dejavnosti. To je rezultat skupnega projekta, ki so ga od januarja 2004 izvajali: Bundesverband Druck und Medien (bvdm), Wiesbaden, Nemčija; European color Initiative (ECI); EMPA/Ugra, ST. Gallen; Švica in Forschungsgesellschaft Druck (FOGRA), München, Nemčija. [26]

Obsežen uporabniški paket vsebuje skupno 16 referenčnih odtisov, 25 datotek, sedem barvnih vzorcev, karakterizacijske podatke, ICC profile in pripadajočo dokumentacijo. Altona Test Suite vsebuje tri PDF datoteke, ki so namenjene za točno določen namen uporabe. Referenčni odtisi so odtisnjeni v skladu z pogoji tiska, ki jih predpisuje mednarodni standard ISO 12647-2, nad katerim je na dobo dveh let opravljena revizija. Ostali pogoji tiska se navezujejo na mednarodne standarde, ki jih opisuje ISO 12647. [26]

Merilna testna forma (Altona Measure) vsebuje testne elemente za uspostavitve in nadzor izhodnih sistemov kot npr. tiskalnik za poiskusni odtis, konvencionalne ali digitalne sisteme odtisovanja z uporabo denzitometričnih in kolorimetričnih meritev. Pripadajoči datotečni format je datoteka PDF 1.3, ki ni omejena na enkratni pogoj odtisovanja. [26]

Vizualna testna forma (Altona Visual) je PDF/X-3 datoteka, namenjena za vizualno presojo uporabnosti PDF/X-3 datotek. Omogoča uporabo ICC barvno upravljanega delokroga, vsebuje elemente CMYK in posebnih barv ter sestavljene objekte, kateri vsebujejo sistemsko neodvisne barvne vrednosti kot so CIELAB in ICCRGB. Z uporabo referenčnih odtisov, Altona Test Suite omogoča vizualno presojo in prilagoditev ustreznosti barvnih vrednosti simulacije procesnega tiska na sistemu za izdelavo poiskusnih odtisov. [26], [27].

Tehnična testna forma (Altona Technical) je namenjena ovrednotenju pretiskov (overprints) in formatov pisav (font formats) iz tehnične perspektive. Elementi, ki jih vključuje tehnična testna forma, ki so namenjeni ovrednotenju prekrivanja ne morejo upoštevati vse možne kombinacije elementov, ki se lahko prekrivajo. Zaradi tega tehnična testna forma vsebuje 864 strukturiranih merilnih polj za celostno oceno ovrednotenja prekrivanja PostScript RIP-a. Dodatno tehnična testna forma vključuje besedilo, ki je kodirano v vseh relevantnih formatih pisav (Type 0, Type1, Type 2CID, Type 3, TrueType). [26], [27].

2.6 ZAKONODAJA

2.6.1 Mednarodni in nacionalni standardi – digitalni poiskusni odtis

- ISO 15930-3: 2003, Graphic technology – Preepress digital data exchange – Use of PDF – Part 3: Complete exchange suitable for color-managed workflows (PDF/X-3)
SIST ISO 15930-1:2002, Grafična tehnologija — Izmenjava digitalnih podatkov v grafični pripravi — Uporaba PDF — 3. Del: Kompletna izmenjava primerna za barvno upravljane procese (PDF/X-3),
- ISO 12646:2004, Graphic technology – Displays for colour proofing
 - Character isitcs and viewing conditions
 - SIST ISO 12646:2005 Grafična tehnologija – Zaslone za barvno preskušanje
 - Značilnosti in pogoji za vizualno opazovanje,
- ISO 12647-2:2004, Graphic technology — Process control for the manufacture of halftone colour separations, proof and production prints — Part 2: Offset processes (SIST) ISO 12647-2:2005 Grafična tehnologija – Vodenje procesa izdelave rastriranih barvnih izvlečkov preizkusnih in proizvodnih odtisov – 2. del: procesi v ofsetnem tisku
- 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
(SIST) ISO 12647-7:2008 Grafična tehnologija – Vodenje procesa izdelave rastriranih barvnih izvlečkov, preizkusnih in proizvodnih odtisov – 7. del: Neposredni preizkusni procesi z digitalnimi podatki

(SIST) ISO 12647-7 velja za izdelavo certificiranih preizkusnih natisov s katero koli digitalno tiskarsko tehniko ter proizvodni in preizkusni tisk ofsetne gume. Švicarska Ugra in nemška Fogra sta začeli 1. aprila 2007 certificirati tudi digitalni tisk, ki ga izvajajo tiskarne, studii in agencije, sisteme (tiskalnike) za izdelavo digitalnih preizkusnih natisov, ki jih dobavljajo proizvajalci, ter tiskovne materiale različnih dobaviteljev.[28]

2.6.2 Tehnični predpis – Media Standard Print 2006

Publikacijo Media Standard Print objavlja in revizira bvdm (Bundesverband Druck und Medien e.V.) v sodelovanju s številnimi evropskimi industrijskimi organizacijami (Eci, Fogra, UGRA, ISO idr.). Publikacijo uporabljamo kot osnovo vodilo pri izdelavi poiskusnih odtisov za vse standardizirane pogoje tiska, v skladu z aktualno verzijo družine standardov SIST ISO 12647-2:2005. Publikacija Media Standard Print vključuje priporočila za standardizacijo delokrogov in standardizirane pogoje tiska, vključno z procesno neodvisnimi karakterizacijskimi podatki $L^*a^*b^*$ in uporabo ICC barvnih profilov. [25]

Sekcija A vsebuje informacije o barvnih procesno odvisnih in neodvisnih podatkovnih formatih oz. barvnih prostorih, karakteriziranih referenčnih pogojev procesnega tiska, kot tudi procese simulacij in uporabo merilnih naprav. Sekcija B vsebuje navodila oskrbovanja podatkov pri izdelavi poiskusnih in procesnih odtisov ter filmov. Obrazloženi in grafično ponazorjeni so trije tipični delokrogi, ki so lahko implementirani v grafični pripravi za tisk. Sekcija C opisuje pripomočke za kontrolo procesov, vključno s pripadajočimi referenčnimi vrednostmi in pogoji merjenja, vključuje tudi obsežen slovar, pregled tabel, grafične prikaze in navedbo literaturnih virov. [25]

Pri izdelavi diplomskega dela (Zagotavljanje poiskusnega odtisa za standardizirani ofsetni tisk) smo se ravnali v skladu z navodili publikacije Media Standard Print 2006 – Technical Guidelines for Data, Proofs and Films 2006. Pri izdelavi barvnih poiskusnih odtisov za ofsetni procesni tisk, z uporabo premaznih materialov v skladu s SIST ISO 12647-2:2005, definira uporabo ICC barvnega profila ISOcoated.icc in datotečni format Europe ISOcoated Fogra27.icc. Pripravila ga je evropska barvna pobuda ECI (European Colour Initiative) na podlagi Fogrinih barvnometričnih podatkov za standardiziran ofsetni tisk v tabeli FOGRA27L. Aktualna izdaja publikacije MedienStandard Druck 2007 – Technische Richtlinien für Daten, Prüfdrucke und Filme za izdelavo barvnih poiskusnih odtisov za ofsetni procesni tisk, z uporabo premaznih materialov v skladu s SIST ISO 12647-2:2005, definira uporabo ICC barvnega profila ISO coated v2 (ECI) in datotečnega formata ISOcoated_v2_ECI.icc na podlagi Fogrinih barvnometričnih podatkov za standardiziran ofsetni tisk v tabeli FOGRA39. [25]

2.6.3 Specifikacija Fogra

Podatki v karakterizacijskih tabelah določajo referenčne pogoje odtisovanja v skladu z 2. in 5. del standarda ISO 12647. Karakterizacijske tabele, v skladu z ISO 12647 uporabljamo za izdelavo ICC barvnih profilov ter preverjanje ustreznosti pogodbenega poisknega odtisa z ustreznim pogojem odtisovanja. Merilne testne tablice ECI 2002 z 1485 polji so barvnometrično ovrednotene v 40 datotekah karakterističnih podatkov.

Karakteristični podatki v tabelah FOGRA1 do FOGRA8 temeljijo na zastarelih standardih (ISO 12647-2:1996), zato so za uporabo neprimerni. Podatki v tabeli FOGRA9 veljajo za Sitotisk (ISO 12647-5:2001; SIST ISO 12647-5:2002), Tabela FOGRA10 se navezuje na Časopisni tisk (ISO 12647-3: 2005; SIST še ni privzet). [25], [27], [28].

Podatki v tabelah od FOGRA11 do FOGRA38, veljajo v različnih razmerah standardiziranega ofsetnega tiska z rastroma 60 in 70 L/cm, tisti v tabelah od FOGRA31 do 38 za tisk neskončnih obrazcev (ISO 12647-2:2004; SIST ISO 12647-2:2005), za štiri tipične vrste papirja, za merjenje z belo podlago (bela podlaga mora biti motna s kromo C* pod 3 in svetlostjo L* nad 92). Tabele FOGRA15 do FOGRA18 temeljijo na istih odtisih barvne tablice, na istih razmerah v tisku, za pozitivne analogne ali digitalne kemigrafske postopke. Barvne tablice za karakteristične tabele FOGRA11 do FOGRA26 so natislili na preskusni odtisovalnici s tiskovno geometrijo ravno/okroglo, v skladu z ISO 12647-2:2001. [25], [27], [28].

Karakteristični podatki v TABELAH 27-32 so pripravili pri izvedbi projekta Altona Test Suite. [33] Tabela FOGRA27 (uporabljena v eksperimentalnem delu diplomske naloge) karakterizira pogoj odtisovanja v skladu z (ISO/DIS 12647-2:2004) za pozitiven postopek kopiranja tiskovnih form, tip papirja 1 in 2 mat ali premazni 115 g/m² z liniaturo rastra 60L/cm in referenčnim ICC barvnim profilom (EuropeISOcoated Fogra27.icc). Dopolnilo standarda ISO 12647-2 DAM 1 predpisuje spremenjene barvnometrične vrednosti primarnih in sekundarnih procesnih barv na premaznih papirjih (razlika med matiranim in premaznim papirjem je poenotena). Prenovljene karakteristične podatke navaja TABELA39 z uporabo ICC barvnega profila ISOcoated_v2_ECI.icc, ki je namenjen izdelavi poiskusnih odtisov z digitalnimi tehnikami tiska v skladu z ISO 12647-7:2007; (SIST) ISO 12647-7:2008. TABELA40 karakterizira pogoj tiska v skladu z ISO 12647-2:2004 na super kalandrirna papir (SC) z gramaturo 60g/m² in rastrom 60L/cm. [25], [27], [28].

3 EKSPERIMENTALNI DEL

3.1 METODOLOGIJA

Cilj raziskovalnega dela smo si zastavili, kot primerjavo dveh digitalnih sistemov za izdelavo digitalnih pogodbenih poiskusnih odtisov; z vrednotenjem reprodukcije barvnih merilnih polj Ugra/Fogra Mediawedge CMYK V2.0. merilnega klina v skladu z navodili Tehničnega predpisa Media Standard Print 2006 in Fogra specifikacije – karakterizacijske tabele FOGRA27L. Uporabili smo dve različni digitalni tehniki odtisovanja (kapljično in elektrofotografsko), dva RIP sistema proizvajalca EFI ter različna substrata tiskalniškega materiala SC in papir foto kvalitete. Karakteristike posameznega digitalnega sistema smo prikazali z barvnim obsegom izdelanega in referenčnega ICC barvnega profila ter z vrednotenjem CIE barvnih razlik (ΔL^* , Δa^* , Δb^* , ΔE^*_{ab} , ΔC^*_{ab} in ΔH^*_{ab}). Metamerija – pojav pri katerem dve barvi z različno spektralno sestavo izgledata enako pri določeni osvetlitvi, smo ovrednotili v 2D CIE a^*b^* barvnem prostoru za svetlobni pogoj procesnega tiska D_{50} in svetlobni pogoj osvetlitve pisarniških prostorov F2.

3.1.1 Merilna polja Ugra/Fogra Mediawedge CMYK V2.0.

Pri vrednotenju barvne reprodukcije smo za ocenitev posameznega digitalnega sistema uporabili merilni klin Ugra/Fogra Mediawedge CMYK V2.0. z 46 merilnimi polji. Vsakem od merilnih polj smo določili $L^*a^*b^*$ in L^*C^*h vrednosti tako, da smo posamezno merilno polje izmerili petkrat (natančnost meritev) ter izračunali standardno deviacijo.

3.1.2 Oprema in materiali

V prvem delu raziskave smo v družbi Cetis d.d. uporabili tiskalnik Epson Stylus Pro 4800 s tiskalniškimi barvami na vodni osnovi, ki uporabljajo pigmentni kolorant. Proces odtisovanja sta nadzorovala gonilnik tiskalnika in Rip EFI Color XF 2.6. Pri procesu odtisovanja smo uporabili papir foto kvalitete (170 g/m^2) generirali ICC barvni profil za uporabljen substrat (Tip papirja 1 in 2) in pogoj tiska. Iz aplikacijskega programa EFI Color XF 2.6 Rip smo odtisnili merilno testno tablico ECI2002R, brez omejitve nanosa tiskarske barve (specifičen poln ICC profil barvnega obsega tiskalnika za reprodukcijo barv). Odtisnjeno merilno tablico smo izmerili z GretagMacbeth SpectroScan T, s podporo aplikacijskega programa za izdelavo ICC profilov Profile Maker 5.0.5.Pro. Datoteke izmerjenih podatkov smo uporabili za generacijo ICC barvnega profila substrata papirja H64_260_A.icc, ki smo ga primerjali z referenčnim EuropeISOCoatedFOGRA_27L.icc in prikazali obnašanje tiskalnika v različnih CIE barvnih prostorih in območjih.

V drugem delu raziskave smo v družbi Canon ADRIA d.d. uporabili tiskalnik Canon imagePRESS C1 s tiskarskimi barvami v obliki praškastega in polimeriziranega tonerja (V-toner). Proces odtisovanja sta nadzorovala gonilnik tiskalnika in EFI Fiery Rip. Pri procesu odtisovanja smo uporabili ofsetni SC papir (130 g/m²). Generirali smo ICC barvni profil za uporabljen substrat in pogoj tiska. Iz aplikacijskega programa EFI Fiery Rip smo odtisnili merilno testno tablico ECI A3 2002R ter jo izmerili s spektrofotometrom iProfile Pro in podpora aplikacijskih programov za izdelavo ICC profilov Profile Maker 5.0.5.Pro, Eye - One Process Control in Color Wise Pro Tools. Datoteke izmerjenih podatkov smo uporabili za generacijo ICC barvnega profila substrata papirja Ofset_170.icc, ki smo ga primerjali z referenčnim EuropeISOCoatedFOGRA_27L.icc. V obeh sklopih eksperimentalnega dela diplomske naloge smo nastale barvne razlike primerjali z referenčnimi vrednostmi karakterizacijske tabele FOGRA27L in prikazali obnašanje tiskalnika v različnih CIE barvnih prostorih in območjih. Digitalna sistema, ki smo ju uporabili v raziskavi opisuje preglednica 6; tehnični pregled specifikaciji tiskalnikov opisuje (preglednica 7), na strani 37.



Preglednica 6: Digitalna sistema uporabljena v raziskavi

Oprema	Kombinacija 1 (Cetis d.d.)	Kombinacija 2 (Canon ADRIA d.d.)
Tiskalnik	Epson Stylus Pro 4800	imagePRESS C1
Substrat	papir foto kvalitete (170 g/m ²)	SC ofsetni papir (130 g/m ²)
Format substrata	zvitek (š = 43.18 cm; 17#)	pola (A3+)
Tiskalniša barva	na vodni osnovi - pigment, (<i>Epson Ultrachrome K3</i>)	praškasti in polimerni toner, (V-toner)
RIP aplikacija	EFI Color XF 2.6	EFI Fiery
Merilna naprava	GretagMacbeth SpectroScan T	X-Ritte iProfile Pro
Aplikacija	Profile Maker 5.0.5.Pro, EPL Viewer	EFI Color Wise Pro Tools, Eye - One Process Control, Profile Maker 5.0.5.Pro.
Merilna testna tablica	ECI 2002R, ECI 2002V	ECI 2002R, ECI 2002V
ICC barvni profil	H64_260_A.icc	Ofset_170.icc

3.1.3 Vrednotenje reproduciranja barvnih merilnih polj

Medijski testni klin Ugra/Fogra Mediawedge CMYK 2.0. smo odtisovali s pomočjo RIP programskih aplikacij, medtem ko smo ICC barvna profila določili v relevantnih funkcijah. L*a*b* vrednosti izmerjenih merilnih polj Ugra/Fogra Mediawedge CMYK V2.0. klina smo izmerili z ustreznimi funkcijami spektrofotometra. Reprodukcijsko barv smo vrednotili v skladu z predpisi publikacije Media Standard Print 2006 v 2D CIE LAB barvnem prostoru in vrednotenjem CIE barvnih razlik.. Barvni obseg smo ponazorili z aplikacijskim programom Profile Maker 5.0.5 Pro/Gamut View.

Preglednica 7: Tehnična specifikacija tiskalnikov uporabljenih v raziskavi

Primerjava tehničnih specifikacij tiskalnikov uporabljenih v raziskavi		
Kategorije	Epson Stylus Pro 4800	Canon imagePRESS C1
Tiskalnik (ogled)	 SLIKA 17: Epson Stylus Pro 4800, Lit. vir 29	 SLIKA 18: Canon imagePRESS C1, Lit. vir 30
ISO 12637-1 Digitalna tiskarska tehnika	KAPLJIČNO TISKANJE Diskontinuirano kapljično tiskanje	ELEKTROSTATIČNO TISKANJE Elektrofotografsko tiskanje
Tržni segment	Grafična priprava za tisk, Oblikovalski in fotografski studii, Reklamne agencije.	Srednja in velika podjetja Arhihekturni biroji, Fotokopirnice.
Namembnost tiskovin	Tisk umetniških fotografij in grafik Izdelava poiskusnih odtisov, Izdelava POP UP tiskovin (reklamni nameni)	Personalizirane tiskovine nižjih naklad, Tisk brošur, skript, dokumentacij, konferenčne tiskovine, Izdelava fotokopij
Dimenzije (w × d × h)	848 mm × 765 mm × 354 mm	1476 mm × 1339 × 898 mm
Teža	38.4 kg	280 kg
Tehnologija odtisovanja	Epson Micro Piezo™ drop-on demand, Epson Variable-sized Droplet Technology and 3.5 pl Ultra Micro Dot™	Enoprehodni elektrofotografski valj, Dvojni laserski žarek rdeče barve
Barvni sistem	Koloranti – na osnovi pigmentov Kartuše: C, M, Y, LC, LM, LK, LLK, Photo K, Matte K	V toner (praškasti + polimeriziran toner) Kasete: C, M, Y, K
Sušenje tiskalniških barv	30 min	Ni potrebno
Ločljivost	2880 × 1440 dpi Epson Variable-sized Droplet Technology™	1200 × 1200 256 gradacijskih stopenj
Hitrost odtisovanja	12.9 m ² /h (A2/nepremazan papir/vektorski izpis)	7.6 s (tisk črne); 14.1 s (tisk barv)
Pomnilnik (RAM)	64 MB	Max. 1.5GB
Tiskalniški papir	Zvitek: Da Središčni premer: 5.08 cm (2 ") ali 7.62 cm (3"), Zunanji premer: ø 150 mm, Širina zvitka: 203.2 mm - 431.8 mm (8" - 17"), Max dolžina zvitka: 279 mm, Debelina tiskalniškega materiala: 0.08 mm - 0.50 mm. Pole: Da Format papirja: A2, A3, A4 Debelina tiskalniškega materiala: 0.08 mm - 1.50 mm. Vrste tiskalniškega papirja: Papir foto kvalitete, Premazni papirji za kapljični tisk, Papirji za umetniški tisk, Papirji za kapljični tisk, Večnamenski papirji, Pisalni papir.	Zvitek: Ne Pole: Da Format papirja: A3+, A3, A4, A5 Gramatura: 64 - 256 g/m ² Vrste tiskalniškega papirja: Nepremazani, glajeni papirji z mikrohrapavostjo 1 µm, Premazni, vendar ne površinsko oplemeniteni papirji, Papirji za tehniko elektrofotografije Papirji iz primarnih vlaknin, Visoka površinska trdnost, Nižje gramature.
Dodatne enote	Rezilo, Dodatni nastavek za zvitek, Dodatni pladenj za odtisnjen papir.	Enota za knjigoveško dodelavo, Enota za perforacijo, Pomožni nastavek za poravnavo, Optični čitalec.

3.2 IZDELAVA DIGITALNEGA POISKUSNEGA ODTISA Z UPORABO TEHNOLOGIJE KAPLJIČNEGA TISKA

3.2.1 Sinhronizacija programske in strojne opreme

Pred začetkom procesa izdelave pogodbenega poiskusnega odtisa, smo uskladili programsko in strojno opremo, katero smo uporabljali v celotnem procesu. Iz aplikacije gonilnika tiskalnika Epson Stylus Pro 4800 smo odtisnili testno tablico za čiščenje šob na glavah barvnega rezervoarja. Sestavljena je iz vertikalnih in horizontalnih linij, katere morajo biti v izpisane v celoti, neprekinjene in nerazmazane, iz referenčnega indeksa smo določili debelino tiskovnega materiala (dE). V tem segmentu smo tiskalniku določili tudi hitrost vleke tiskovnega materiala skozi tiskovni člen tiskalnika.

V programskem Rip-u smo določili parametre za izdelavo linearizacijske datoteke in ICC barvnega profila materiala. Linearizacijski postopek vodi programski RIP EFI Color XF 2.6 iz niza aplikacije Color Manager/Lin tool. Programski RIP EFI Color XF 2.6 deluje na principu strežnik odjemalec. V aplikaciji smo najprej izbrali napravo, za katero smo izdelali linearizacijo: EPSON Stylus Pro 4800, določili IP naslov s katerim naslovimo napravo, kar omogoča mrežno povezavo z drugimi napravami.

Določili smo nov delovni postopek, kot prikazuje (preglednica 8); za izdelavo linearizacijske datoteke in ga shranili v mapo z delovnimi postopki in izdelali nov ICC barvni profil. Merilni instrument, spektrofotometer iProfile Pro se samodejno umerja v procesu merjenja odtisnjenih testnih tablic, na standardnem delovnem etalonu BaSO₄. Spektrofotometer mora biti priključen na procesno enoto na kateri je nameščen RIP.

Preglednica 8: Nastavitve tiskalnika Epson Stylus Pro 4800

Nastavitve	Kombinacija 1 (Cetis d.d.)
Tiskalnik	Epson Stylus Pro 4800
Ločljivost	720 × 720 dpi
Barvni model	CMYKcmkk
Tiskalniša barva	Ultra Crome Photo
Modus odtisovanja	Normal
Tip substrata	Proofing paper semi-mat
Papir	H64_260_A
Modulacija poltonov	Super Enhanced 2
Linearizacijska baza	Proof
Prirast (A)	40%

3.2.2 Linearizacija/kalibracija tiskalnika EPSON Stylus Pro 4800

Maksimalen nanos tiskarske barve (Total ink limit) znaša 400%. Količino nanosa prilagajamo glede na gramaturo (G) tiskovnega materiala, zato smo nanos tiskarske barve predoločili. V procesu smo uporabili 170 g/m² tiskovni material, kateremu smo določili nanos tisklaniške barve za 50% nižji od maksimalnega, torej 250%. Procesor na podlagi meritev in preddefinirane vrednosti nanosa filma tisklaniške barve izračuna dejansko vrednost nanosa, v našem primeru je ta vrednost 212%.

Nanos filma tiskarske barve za vsako primarno barvo (CMYK) smo določili optimalno mejo nanosa tisklaniške barve za vsako primarno barvo posebjaj. Procesor izračuna in določi izmerjene vrednosti, katere so odvisne od: maksimalnega nanosa filma barve, izbranega referenčnega profila, odmika barvnega odtenka od primarnih procesnih barv, namen linearizacije (poiskusni tisk, fotografski nameni).

Linearizacija/kalibracija definira zvezo med svetlimi (cmyk) in normiranimi (CMYK) primarnimi barvami ter gradacijo nanosa tisklaniške barve. Pred odtisom merilne tablice, nam aplikacijski program nudi možnost spremembe začetne točke normiranih barv, katero lahko uporabimo, kadar gradacija ni ustrezna.

Nadzor kakovosti – povzetek nastavljenih parametrov, prikazuje Preglednica 9. Rip - EFI Color Proof XF 2.6. zapiše izmerjene podatke linearizacije z datotečnim formatom *.epi (Encirq\PL Programming language). Aplikacijski program (EFI Color manager/Lin tool) programskega Rip-a (EFI Color Proof XF 2.6.) po končanem procesu izda poročilo.

Preglednica 9: Linearizacijski/kalibracijski proces: EPSON Stylus Pro 4800

Linaerizacija/Kalibracija EPSON Stylus Pro 4800	Kombinacija 1 (Cetis d.d.)
Izvajanje meritev	30 min po odtisu merilne tablice
Tiskovni material (G)	170 g/m ²
Resolucija	720 × 729 dpi
Tiskalnik	Epson Stylus Pro 4800
RIP	EFI Colorproof XF 2.6
Aplikacijski program	EFI Color manager/Lin tool
Merilni instrument	Spektrofotometer: SpectroScan T
Maksimelen nanos tisklaniške barve (Total Ink Limit) C+M+Y+K	212%
Nanos filma za posamezne procesne barve (CMYK)	Proofing paper semi-mat
Linearizacijski/Kalibracijski postopek	H64_260_A
Nadzor kakovosti	Super Enhanced 2
Lineatizacijska/Kalibracijska datoteka	SP4800_720 × 720_090307_0901.epi.

3.2.3 Karakterizacija/Profiliranje tiskalnika EPSON Stylus Pro 4800

Meritve smo izvedli v absolutno - kolorimetričnem upodobitvenem modelu, kateri je enak relativno kolorimetričnem modelu s spremembo bele točke vhodnega sistema (paper simualtion for proofing). Uporablja se za poskusno tiskanje in ne za izdelavo separacij za proizvodni tisk.

V aplikaciji Profile Maker 5.0.5 Pro smo izbrali referenčno testno tablico ECI2002R CMYK.tiff, katera je osnova za izdelavo ICC profila. Pripeli smo linearizacijsko datoteko SP4800_720 × 720_090307_0901.epl in tablico brez aktivnega barvnega upravljanja odtisnili na tiskalniku EPSON Stylus Pro 4800, kateremu smo določili kvaliteto izpisa 720 × 720 dpi. Otisnjeni referenčni barvni tablici smo z uporabo spektrofotometra iProfile Pro in s pripadajočo merilno mizico Transmision izmerili merilna polja, katera opisujejo različne CMYK vrednosti. Z opravljeno meritvijo smo dobili datoteko ECI 2002R_Lin.txt.

V aplikaciji EPL Viewer, katera je namenjena branju *epl (Encirq\PL Programming language) datotek smo določili izvorni profil ISOcoated.icc, priložili linearizacijsko datoteko SP4800_720 × 720_090307_0901.epl in izmerjeno datoteko ECI 2002R_Lin.txt. Z nastavljenimi parametri smo ponovno odtisnili referenčno testno tablico ECI 2002R, izmerili merilna polja s spektrofotometrom, dobili datoteko ECI 2002R_ISO.txt in izdelali profil papirja H64_260_A.icc.

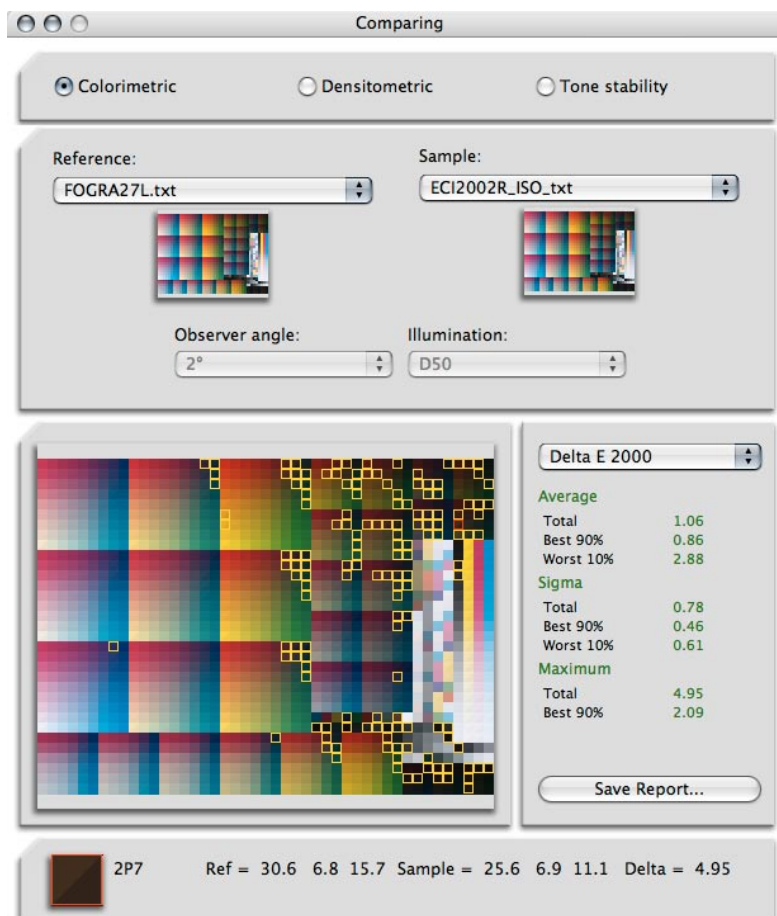
Uporabljene parametre in nastavitve, ki smo jih uporabili v procesu karakterizacija/profiliranja navaja (preglednica 10).

Preglednica 10: Proces karakterizacije/profiliranja: EPSON Stylus Pro 4800

Karakterizacija/Profiliranje EPSON Stylus Pro 4800	Kombinacija 1 (Cetis d.d.)
Tiskalnik	Epson Stylus Pro 4800
Tiskovni material	115 g/m ²
Procesna enota (CPU)	Apple Machintosh G5
Merilni instrument	Spektrofotometer: SpectroScan T
Aplikacijski program	Profile Maker 5.0.5 Pro
Merilna tablica za izdelavo ICC barvnega profila	ECI2002R, ECI2002V
Upodobitveni model	Absolutno kolorimetrični
Linearizacijska/Kalibracijska datoteka	SP4800_720 × 720_090307_0901.epl.
Referenčni ICC barvni profil	EuropeISOcoated.icc
Izdelani ICC barvni profil	H64_260_A.icc

3.2.4 Kontrola odstopanja od standarda

Z aplikacijo Profile Maker 5.0.5 Pro/Measure tool/Comparing smo izvedli primerjavo med referenčno datoteko FOGRA 27L.txt in datoteko izdelanega ICC profila, kot prikazuje (slika 19). Označena merilna polja ponazarjajo barvne razlike (ΔE^*_{ab}) merilnih polj izdelanega ICC barvnega profila od referenčnega standarda. Aplikacijski program izračunane barvne razlike poda v obliki poročila (preglednica 11).



Slika 19: Referenčna datoteka FOGRA 27L.txt in izdelani ICC profil

Preglednica 11: Poročilo kakovosti ICC barvnega profila H64_260_A.icc

Povzetek poročila kakovosti odstopanj od standarda			
Category	Check for	ΔE_{ab}^*	Result
Paper white	3.00	1.16	OK
Mean ΔE_{ab}^*	4.00	1.59	OK
Max ΔE_{ab}^*	10.00	4.76	OK
Primary C	5.00	1.33	OK
Primary M	5.00	3.29	OK
Primary Y	5.00	2.08	OK
Primary K	5.00	1.92	OK

3.3 IZDELAVA DIGITALNEGA POISKUSNEGA ODTISA Z UPORABO ELEKTROFOTOGRAFSKEGA TISKA

3.3.1 Priprava delovnega okolja (programske in strojne opreme)

Iz aplikacije gonilnika tiskalnika Canon imagePRESS C1 Server/Printing Preferences/Media, smo določili naslednje nastavitve: velikost in tip tiskovnega materiala, izvorni predal iz katerega naj tiskalnik vzema tiskovni material in izklopili opcijo za zmanjševanje nanosa tonerja na tiskovni material. V aplikaciji sistema za barvno upravljanje (Eye - One Process Control/ColourWise Settings), smo za izdelavo izhodnega ICC profila naprave, določili pripadajoče parametre za odtis merilne testne tablice ECI A3 2002V, katera vsebuje 1485 merilnih polj. Izpis merilnih polj na testni tablici je izpisan v CMYK območju, zato smo izklopili možnost uporabe opcije CMYK Simulation Profile, prav tako funkcijo za ponazarjanje posebnih barv (Spot colors) in uporabo prekrivanja (Overprint). Za ponazarjanje črne barve, pisav in vektorskih izpisov pa smo uporabili opcijo Normal. Merilni instrument, X-Rite Eye -One mora biti priključen na procesno enoto kjer je nameščen RIP, umerjali smo ga ročno na standardnem delovnem etalonu BaSO₄.

V pred izvedbo linearizacije sistema, smo na tiskalniku naravnali niansiranje gradacije (Shading gradation). Iz aplikacije (ColourWise Pro Tools/Calibrator/Shading Correction) smo izbrali pripadajočo merilno tablico, katera je sestavljena vrstično, za vsako procesno barvo (CMYK) posebej, jo odtisnili in ročno izmerili s spektrofotometrrom. Pokritost merilnih polj s tonerjem mora biti na izpisu enakomerna. Popravke posameznih merilnih polj manualno vnesemo s pomočjo kontrolne plošče. Nastavitve tiskalnika prikazuje (preglednica 12):

Preglednica 12: Nastavitve tiskalnika Canon imagePRESS C1

Nastavitve	Kombinacija 2 (Canon ADRIA d.d.)
Tiskalnik	imagePRESS C1
Ločljivost	600 dpi
Velikost papirja	A3
Tip papirja	SC Ofset 100 g/m ²
CMYK simulation	None
Black/Text/Graphics	Normal
Black overprint	Off
Output profile	Use servers default

3.3.2 Linearizacija/Kalibracija tiskalnika Canon imagePRESS C1

Proces linearizacije tiskalnika smo izvedli z uporabo aplikacije (ColourWise Pro Tools/ Calibrator). V pogovornem oknu smo določili merilno napravo, določili tip materiala kateri se je uporabil za odtis linearizacijske tablice, izbrali tip linearizacijske tablice, jo odtisnili s tiskalnikom, in ročno izmerili s spektrofotometrom. Linearizacijske meritve se shranijo kot txt. datoteka v program. Nastavitve prikazuje (preglednica 13).

Preglednica 13: Linearizacijki/kalibracijski proces: Canon imagePRESS C1

Linaerizacija/Kalibracija Canon imagePRESS C1	Kombinacija 2 (Canon ADRIA d.d.)
Izvajanje meritev	30 min po odtisu merilne tablice
Tiskovni material (G)	130 g/m ²
Resolucija	600 dpi
Tiskalnik	Canon imagePRESS C1
RIP	EFI Fiery
Aplikacijski program	ColourWise Pro Tools
Merilni instrument	Spektrofotometer: X-Ritte Eye - One
Linearizacijki/Kalibracijski postopek	Neusiedler 100 g/m ²
Lineatizacijka/Kalibracijska tablica	34 patches/sorted

3.3.3 Karakterizacija/profiliranje tiskalnika Canon imagePRESS C1

Izdelavo ICC profila za tiskovni material, smo izvedli s pomočjo aplikacije (Eye - One Process Control). Iz menija smo izbrali merilno tablico za izdelavo ICC profilov (ECI A3 Visual) z 1485 merilnimi polji. Nato smo merilno tablico odtisnili s tiskalnikom in in ročno izmerili s spektrofotometrom. Po končani meritvi in preden smo shranili oziroma generirali ICC profil tiskovnega materiala, smo datoteki še določili kako naj ta zajema barvne vrednosti.

Generirani ICC profil tskovnega materiala smo shranili v mapo gonilnika tiskalnika, kjer je na uporabo vsem aplikacijam, katere podpirajo ICC barvno upravljanje. V nizu aplikacije (ColourWise Pro Tools/Profile manager) smo izbrali izdelani ICC profil in ga vložili v datoteko Color Settings, iz katere smo izdelani ICC profil izbrali kot izhodni ICC profil naprave. Nastavitve karakterizacije/profiliranja prikazuje (preglednica 14) na strani 45.

Preglednica 14: Proces karakterizacije/profiliranja: Canon imagePRESS C1

Karakterizacija/Profiliranje Canon imagePRESS C1	Kombinacija 2 (Canon ADRIA d.d.)
Tiskalnik	Canon imagePRESS C1
Aplikacijski program	Eye-One Process Control
Merilna tablica za izdelavo ICC barvnega profila	ECI A3 Visual
Merilni instrument	Spektrofotometer: X-Ritte Eye - One
Predefined	Ofset
Separation	GCR 2
Start black	7
CMYK max	320
Define black point	C = 90
Define black point	M = 70
Define black point	Y = 65
Define black point	K = 95
Black Width	25
Halftone simulation	60 L/cm (150 lp/l)

3.3.4 Kontrola odstopanja od standarda

Izdelani ICC profil tiskovnega materiala smo primerjali z referenčnimi vrednostni Ugra/Fogra Mediawedge CMYK V2.0. merilnega klina, kateri se uporablja za preverjanje poiskusnih odtisov v grafični pripravi za tisk. Iz aplikacije Eye - One Process Control smo kot merilno tablico izbrali Ugra/Fogra Mediawedge CMYK V2.0. merilni klin, ga odtisnili na tiskalniku nato pa merilna polja ročno izmerili s spektrofotometrom. Po končani meritvi, aplikacija poda poročilo, katero ponazarja barvna odstopanja merilnih polj od referenčnih klina v $L^*a^*b^*$ vrednosti. Na podlagi izmerjenih barvnih razlik (ΔE^*_{ab}) razberemo ali je izdelani ICC profil v barvnem območju standarda EuropeISOCoated-FOGRA_27L.icc, kot prikazuje (preglednica 15). Posledično smo potrdili, da bomo s tem ICC profilom lahko zagotovili pogodbeni poiskusni odtis.

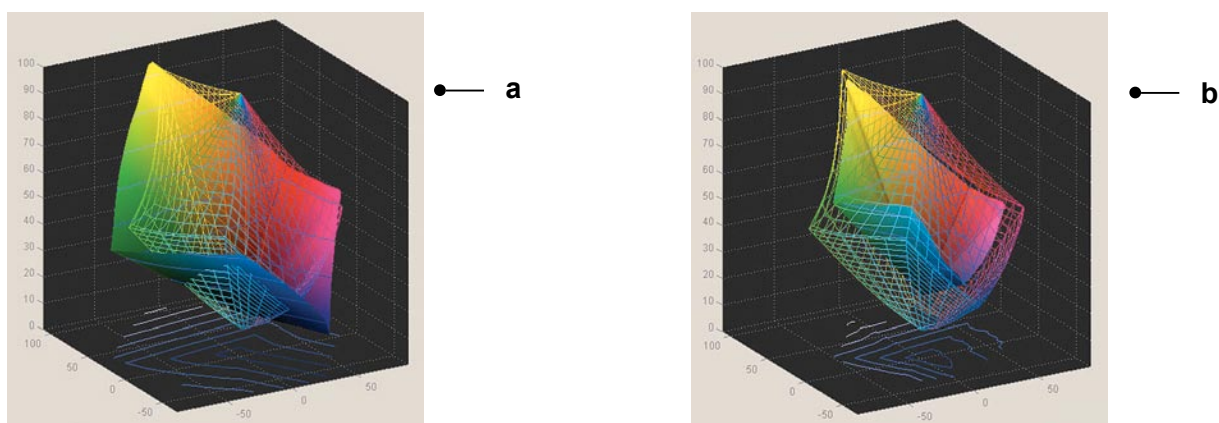
Preglednica 15: Poročilo kakovosti ICC barvnega profila Ofset_170.icc

Povzetek poročila kakovosti odstopanj od standarda			
Category	Check for	ΔE_{ab}^*	Result
Paper white	3.00	2.09	OK
Mean ΔE_{ab}^*	4.00	3.80	OK
Max ΔE_{ab}^*	10.00	8.01	OK
Primary	5.00	4.87	OK

3.4 OBSEG BARV

Ponazarja nabor barv barvnega ICC profila, ki jih lahko reproduciramo z ustrezno kombinacijo oz. upoštevanjem tehnoloških omejitev: tiskalnika, tiskalniškega materiala ter RIP sistema. V območjih, kjer izdelani profil ne vključuje vrednosti referenčnega profila, izhodna naprava (tiskalnik) teh barvnih vrednosti ni sposobna zagotoviti na odtisu, kar rezultira v odtisih, ki niso skladni z UGRA/Fogra specifikacijo.

Z aplikacijo Gamutvision 1.3.7, smo v 3D CIELAB barvnem prostoru, kot prikazuje Slika 20, izvedli primerjavo barvnih obsegov ICC barvnih profilov tiskovnega materiala (Kombinacija 1 in 2) z referenčnim ICC barvnim profilom EuropeISOCoatedFOGRA_27L.icc.



Slika 20: Barvni obseg ICC barvnih profilov v 3D CIELAB barvnem prostoru

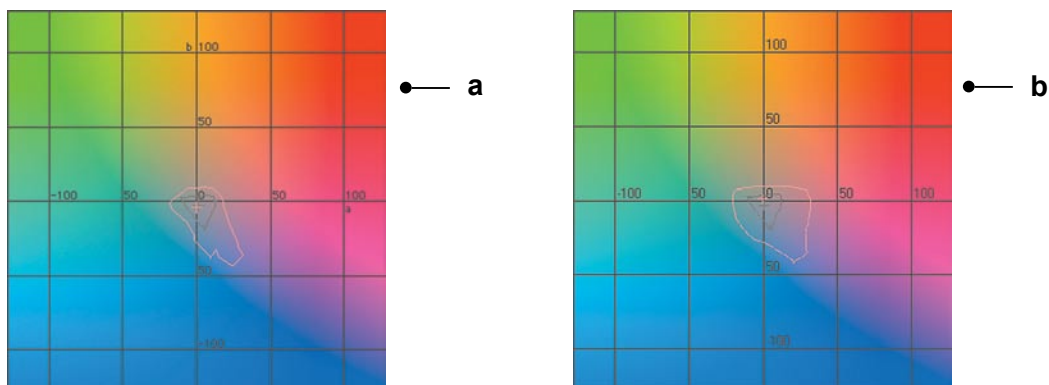
- a – EuropeISOCoatedFOGRA_27L.icc, Kombinacija 1 (H64_260_A.icc),
- b – EuropeISOCoatedFOGRA_27L.icc, Kombinacija 2 (Ofset_170.icc).

Aplikacija Gamutvision 1.3.7 na podlagi matematičnih algoritmov (pretvorba središčne točke $L^* = 50$, $a^* = b^* = 0$ v cilindrične koordinate R, Θ, Φ) izračuna volumen barvnega obsega ICC barvnega profila, vrednosti prikazuje (preglednica 16).

Preglednica 16: Volumen barvnega obsega ICC barvnih profilov

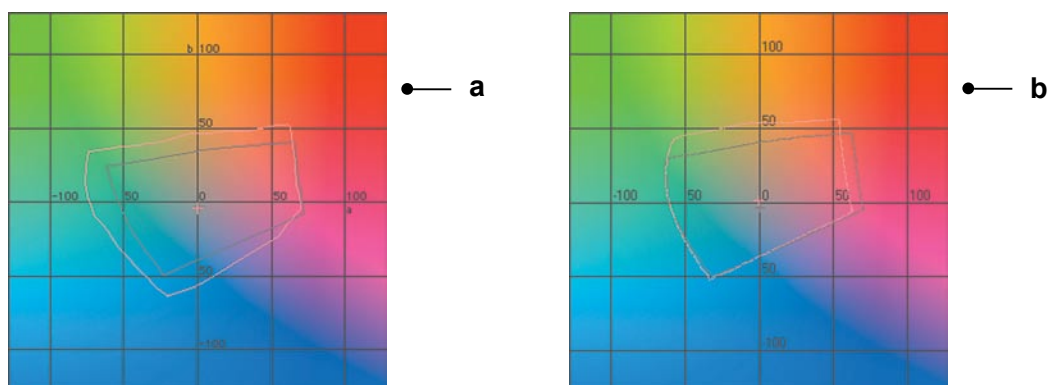
Pogoji odtisovanja (ICC barvni profili)	Volumen barvnega obsega
Referenčni ICC barvni profil (EuropeISOCoatedFOGRA_27L.icc)	438.355
Kombinacija 1 – Epson Stylus Pro 4800, papir foto kvalitete 190 g/m ² , EFI Color XF 2.6 (H64_260_A.icc)	738.290
Kombinacija 2 – imagePRESS C1, ofsetni papir 170 g/m ² , EFI Fiery (Ofset_170.icc)	256.149

Z aplikacijo Profile Maker 5.0.5 Pro/Gamut View, smo primerjali barvne obsege ICC barvnih profilov v različnih L^* območjih, kot prikazujejo (slike 21, 22, 23) nastrani 47.



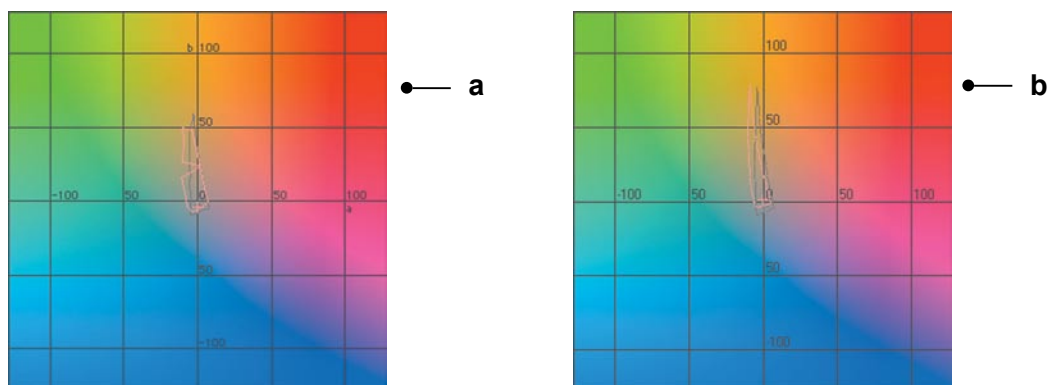
Slika 21: Barvni obseg ICC barvnih profilov ($L^*= 10$)

- a – EuropelSOCoatedFOGRA_27L.icc, Kombinacija 1 (H64_260_A.icc),
b – EuropelSOCoatedFOGRA_27L.icc, Kombinacija 2 (Ofset_170.icc).



Slika 22: Barvni obseg ICC barvnih profilov ($L^*= 50$)

- a – EuropelSOCoatedFOGRA_27L.icc, Kombinacija 1 (H64_260_A.icc),
b – EuropelSOCoatedFOGRA_27L.icc, Kombinacija 2 (Ofset_170.icc).



Slika 23: Barvni obseg ICC barvnih profilov ($L^*= 90$)

- a – EuropelSOCoatedFOGRA_27L.icc, Kombinacija 1 (H64_260_A.icc),
b – EuropelSOCoatedFOGRA_27L.icc, Kombinacija 2 (Ofset_170.icc).

3.5 MERITVE IN REZULTATI

3.5.1 Barvnometrične meritve

Z barvnometričnimi funkcijami spektrofotometra smo izmerili kartezijske ($L^*a^*b^*$) in cilindrične (L^*C^*h) barvne koordinate merilnih polj Ugra/Fogra Mediawedge CMYK V2.0. merilnega klina (odtisnjene z ICC profilom H64_260_A.icc in Ofset_170.icc) z uporabo svetlobnih virov D_{50} , kateri ustreza standardiziranemu pogoju procesnega tiska in s svetlobnim pogojem F2 kateri ustreza razsvetljavi v pisarniškem okolju ter z primerjavo ovrednotili pojav metamerije.

Barvnometrične meritve smo prikazali v kartezijskem CIELAB barvnem prostoru. Splošne nastavitve spektrofotometra X-Ritte EyeOne smo podali v (preglednici 17):

Preglednica 17: Nastavitve spektrofotometra X-Ritte EyeOne

Nastavitve spektrofotometra X-Ritte EyeOne	
Illumination	D50/ F2
Observer angle	2°
Density	DIN
White base	ABS
Filter	NO

Meritve smo izvedli s programom GratagMacbeth KeyWizard, ketere se samodejno prenesejo v program Microsoft Excel. Vsako merilno polje smo zaradi večje natančnosti meritev izmerili petkrat, izračunali povprečne vrednosti nato pa je sledil izračun CIE barvnih razlik:

- Δa^* ,
- Δb^* ,
- ΔL^* ,
- ΔE^*_{ab} ,
- ΔC^*_{ab} ,
- ΔH^*_{ab} .

Z vrednotenjem CIE barvnih razlik, smo primerjali digitalna delovna procesa (Kombinacija 1 in 2) njuna odstopanja od standardiziranih vrednosti ter določili ustrežnejši digitalni sistem pri izdelavi digitalnega poiskusnega odtisa, kot ga predpisuje specifikacija FOGRA v karakterizacijski tabeli FOGRA27L.

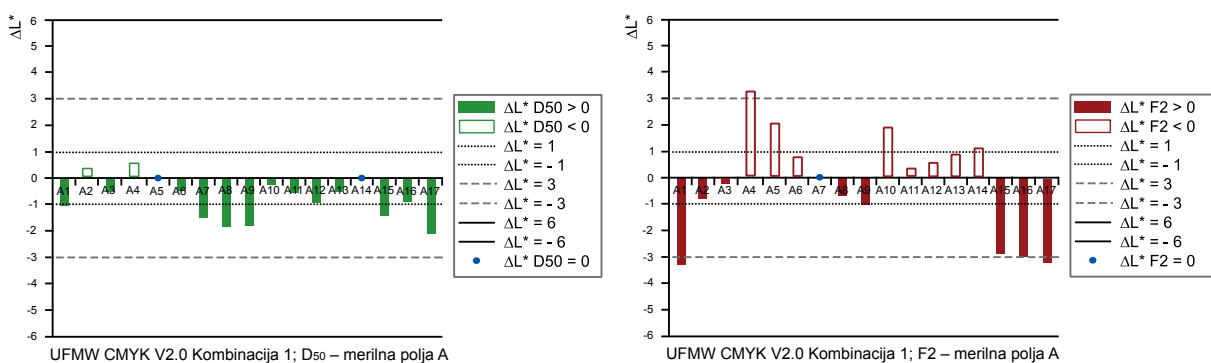
Rezultate meritev Kombinacije 1 in 2, smo grafično ponazorili in ovrednotili na podlagi kriterijev za vrednotenje CIE barvnih razlik, kot jih prikazuje (preglednica 18):

Preglednica 18: Vrednotenje CIE barvnih razlik

Vrednotenje CIE barvnih razlik	
ΔL^* CIE barvna razlika v stopnji svetlosti	<ul style="list-style-type: none"> - $\Delta L^* > 0$ merilna polja vzorcev so svetlejša od standardnih, - $\Delta L^* < 0$ merilna polja vzorcev so temnejša od standardnih. - $\Delta L^* = 1$ nevtralna barvna razlika v stopnji svetlosti, - $\Delta L^* = 1 - 3$ majhna barvna razlika v stopnji svetlosti, - $\Delta L^* = 3 - 6$ očitna barvna razlika v stopnji svetlosti, - $\Delta L^* > 6$ zelo velika barvna razlika v stopnji svetlosti.
Δa^* CIE barvna razlika v kromatičnosti zeleno/rdečih vrednosti	<ul style="list-style-type: none"> - $\Delta a^* > 0$ vzorec je bolj rdeč od standarda, - $\Delta a^* < 0$ vzorec je bolj zelen od standarda. - $\Delta a^* = 1$ nevtralna barvna razlika v kromatičnosti, - $\Delta a^* = 1 - 3$ majhna barvna razlika v kromatičnosti, - $\Delta a^* = 3 - 6$ očitna barvna razlika v stopnji kromatičnosti, - $\Delta a^* > 6$ zelo velika barvna razlika v stopnji kromatičnosti.
Δb^* CIE barvna razlika v kromatičnosti rumeno/modrih vrednosti	<ul style="list-style-type: none"> - $\Delta b^* > 0$ vzorec je bolj rumen od standarda, - $\Delta b^* < 0$ vzorec je bolj moder od standarda. - $\Delta b^* = 1$ nevtralna barvna razlika v kromatičnosti, - $\Delta b^* = 1 - 3$ majhna barvna razlika v kromatičnosti, - $\Delta b^* = 3 - 6$ očitna barvna razlika v stopnji kromatičnosti, - $\Delta b^* > 6$ zelo velika barvna razlika v stopnji kromatičnosti.
ΔE^*ab CIE barvna razlika v barvnem prostoru - zaznava barv	<ul style="list-style-type: none"> - $\Delta E^*ab = 3$ barvna simulacija substrata, - $\Delta E^*ab = 4$ povprečno odstopanje vseh merilnih polj, - $\Delta E^*ab = 5$ odstopanje procesnih barv CMYK, - $\Delta E^*ab =$ Največje odstopanje
ΔC^*ab CIE barvna razlika v nasičenosti barv - kromatičnosti	<ul style="list-style-type: none"> - $\Delta C^*ab > 0$ merilna polja vzorcev so bolj izrazita od standardnih, - $\Delta C^*ab < 0$ merilna polja vzorcev so manj izrazita od standardnih. - $\Delta C^*ab = 1$ nevtralna barvna razlika v nasičenosti, - $\Delta C^*ab = 1 - 3$ majhna barvna razlika v nasičenosti, - $\Delta C^*ab = 3 - 6$ očitna barvna razlika v stopnji nasičenosti, - $\Delta C^*ab > 6$ zelo velika barvna razlika v stopnji nasičenosti.
ΔH^*ab CIE barvna razlika v barvnem tonu - barvitosti	<div style="text-align: center;"> b^* </div>

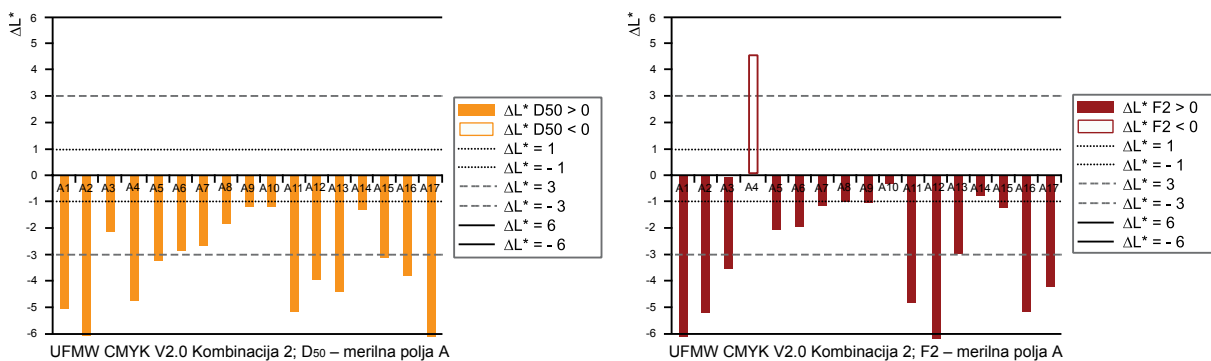
3.5.2 Rezultati UFMW CMYK V2.0 – merilna polja A

Rezultati CIE barvne razlike (ΔL^*) Kombinacija 1; pri pogoju D_{50} sta s standardom identični merilni polji: magenta 70% (A5) in nenasičena zelena (A14). Svetleje od standarda ($\Delta L^* > 0$) se odražata merilni polji: cian 70% (A2) in magenta 100% (A4) z minimalno barvno razliko ($\Delta L^* = 1$). Večina merilnih polj je temnejših ($\Delta L^* < 0$). Največ odstopajo merilna polja: rumena (A7 - A9), nasičena zelena (A15) ter modra (A17), z majhno barvno razliko ($\Delta L^* = 1 - 3$). Pri pogoju **F2 je s standardom identično merilno polje: 100% rumena (A7). Svetlejša ($\Delta L^* > 0$) merilna polja so: magenta (A4 - A6), nasičene in nenasičene rdeče vrednosti (A10 - A13) ter merilno polje nenasičene zelene (A14), kjer smo v povprečju dosegli majhne barvne razlike ($\Delta L^* = 1 - 3$).**



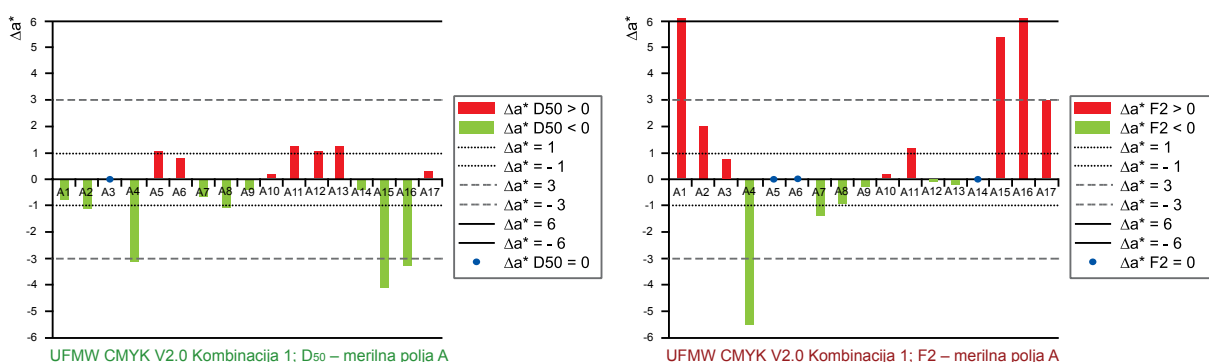
Slika 24: Prikaz ΔL^* Kombinacije 1 pri D_{50} in $F2$ – merilna polja A

Rezultati CIE barvne razlike (ΔL^*) Kombinacija 2; pri pogoju D_{50} se vsa merilna polja odražajo temneje ($\Delta L^* < 0$). V povprečju smo pri meritvah dosegli očitne barvne razlike ($\Delta L^* = 1 - 3$). Največje odstopanje ($\Delta L^* > 6$) smo zabeležili pri merilnih poljih: cian 70% (A2) in nasičena modra (A17). Pri pogoju **F2 se svetleje ($\Delta L^* > 0$) odraža merilno polje: magenta 100% (A4). V povprečju smo dosegli majhne barvne razlike ($\Delta L^* = 1 - 3$). Očitne barvne razlike ($\Delta L^* = 3 - 6$) smo zabeležili pri vseh primarnih merilnih poljih.**



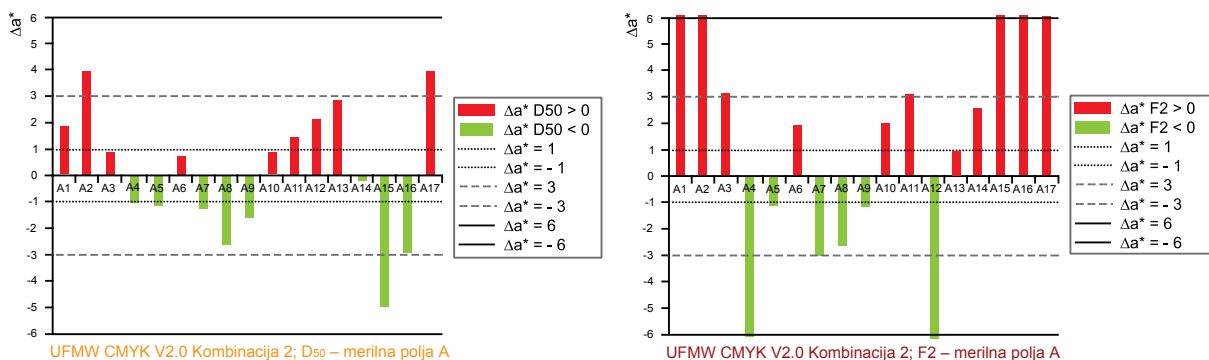
Slika 25: Prikaz ΔL^* Kombinacije 2 pri D_{50} in $F2$ – merilna polja A

Rezultati CIE barvne razlike (Δa^*) Kombinacija 1; pri pogoju **D₅₀** je s standardom identično merilno polje: cian 40% (A3). Bolj rdeča merilna polja ($\Delta a^* > 0$) se v CIE (1976) LAB barvnem prostoru nahajajo v okolici osi $+a^*$; magenta (A5,A6), rdeča (A10 - A13) ter modra (A17). V povprečju smo dosegli majhne barvne razlike ($\Delta a^* = 1- 3$). Bolj zelena merilna polja ($\Delta a^* < 0$), so tonske vrednosti (CMY) ter zelena polja (A15 in A16) z očitno barvno razliko ($\Delta a^* = 3 - 6$). Pri pogoju **F11 (TL84)** so s standardom identična merilna polja (A5, A6 in A14). Bolj rdeča merilna polja ($\Delta a^* > 0$) se v CIE (1976) LAB barvnem prostoru nahajajo v okolici osi $-a^*$; cian (A1 - A3), zelene vrednos-ti (A15 - A16) ter modra (A17). V povprečju smo dosegli očitne barvne razlike ($\Delta a^* = 3 - 6$). Bolj zelena merilna polja ($\Delta a^* < 0$) so magenta 100% (A4) ter rumena (A7 - A9).



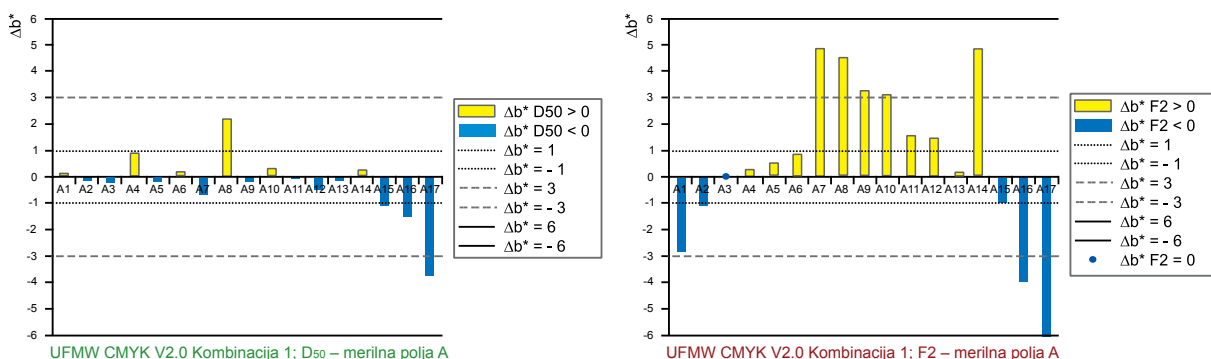
Slika 26: Prikaz Δa^* Kombinacije 1 pri **D₅₀** in **F2** – merilna polja A

Rezultati CIE barvne razlike (Δa^*) Kombinacija 2; pri pogoju **D₅₀** so bolj rdeča, merilna polja: cian (A1 - A3) in magenta (A6), rdeča (A10 - A13) ter polje (A17). V povprečju smo dosegli majhne barvne razlike ($\Delta a^* = 1- 3$). Bolj zelena merilna polja ($\Delta a^* < 0$) so: primarna magenta (A5 - A6) in rumena (A7 - A9), polja (A14 - A16) z najvišjim odstopanjem. V povprečju smo dosegli majhne barvne razlike ($\Delta a^* = 1- 3$). Pri pogoju **F2** se bolj rdeča merilna polja ($\Delta a^* > 0$) v povprečju odražajo z očitno barvno razliko ($\Delta a^* = 3 - 6$). Bolj zelena merilna polja ($\Delta a^* < 0$) so magenta (A4, A5), rumena (A7 - A8) ter A12.



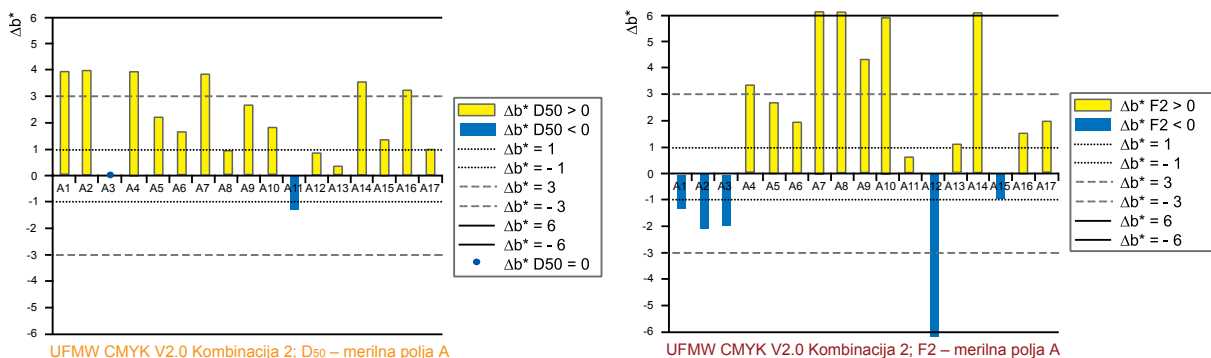
Slika 27: Prikaz Δa^* Kombinacije 2 pri **D₅₀** in **F2** – merilna polja A

Rezultati CIE barvne razlike (Δb^*) Kombinacija 1; pri pogoju **D₅₀** so bolj rumena ($\Delta b^* > 0$) merilna polja: procesne barve višjih tonskih vrednosti (A1, A4, A5, A7), nenasičena rdeča (A10) ter nenasičena zelena (A14). V povprečju dosegli minimalne barvne razlike ($\Delta b^* = 1$). Najvišje odstopanje predstavlja rumena 70% (A8). Bolj modra ($\Delta b^* < 0$) merilna polja so: nasičena zelena (A15 - A16) in modra (A17) pri katerih smo dosegli majhne barvne razlike ($\Delta b^* = 1 - 3$). Pri pogoju **F2** je s standardom identično merilno polje: cian 40% (A3). Večina merilnih polj se odraža bolj rumeno (A4 - A14). V povprečju zabeležili očitne barvne razlike ($\Delta b^* = 3 - 6$). Bolj modra ($\Delta b^* < 0$) so merilna polja cian (A1, A2) ter nasičeni zeleni (A15 - A16) in modro (A17) merilno polje.



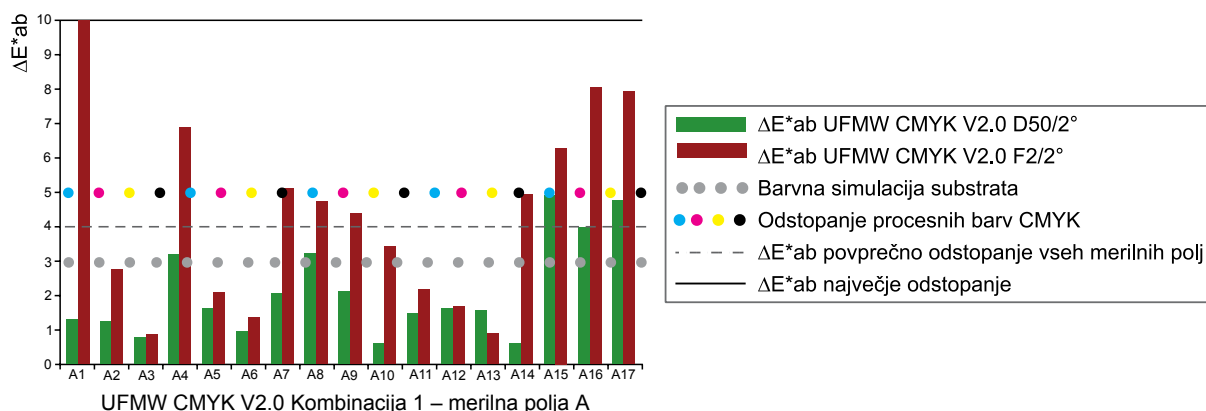
Slika 28: Prikaz Δb^* Kombinacije 1 pri **D₅₀** in **F2** – merilna polja A

Rezultati CIE barvne razlike (Δb^*) Kombinacija 2; pri pogoju **D₅₀** je s standardom identično merilno polje cian 40% (A3). Večina merilnih polj je bolj rumenih ($\Delta b^* > 0$) z majhnimi barvnimi razlikami ($\Delta b^* = 1 - 3$). Najmajšne odstopanje smo dosegli pri merilnem polju vijolične (A13), najvišje odstopanje je vidno pri 100% primarnih vrednostih (CMY). Bolj modro ($\Delta b^* < 0$) z majhno barvno razliko ($\Delta b^* = 1 - 3$) se odraža nenasičena rdeča (A11). Pri pogoju **F2** se bolj rumeno ($\Delta b^* > 0$) z očitno barvno razliko ($\Delta b^* = 3 - 6$) odraža večina merilnih polj. Bolj modra ($\Delta b^* < 0$) merilna polja so: cian (A1 - A3), nasičena rdeča (A12) pri kateri smo zaznali zelo veliko barvno razliko ($\Delta b^* > 6$) ter merilno polje (A15).



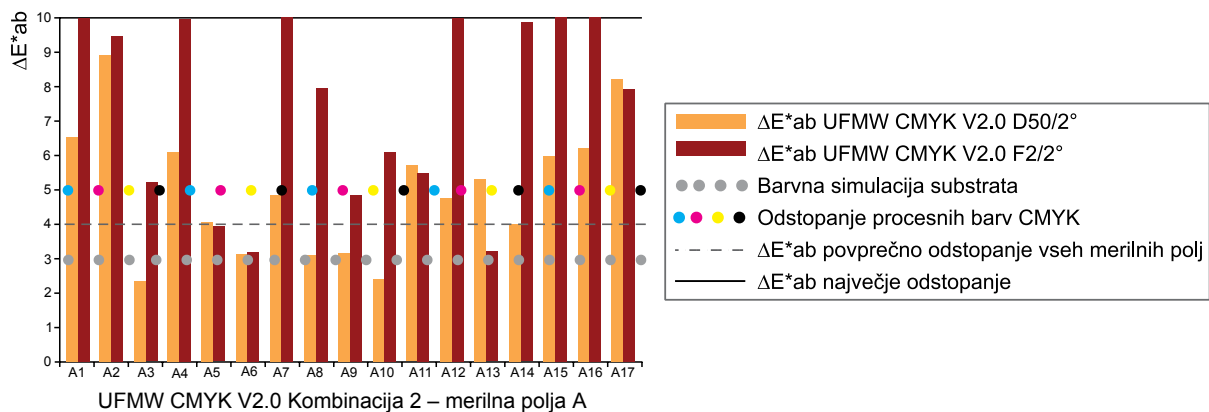
Slika 29: Prikaz Δb^* Kombinacije 2 pri **D₅₀** in **F2** – merilna polja A

Rezultati CIE barvne razlike (ΔE^*_{ab}) Kombinacija 1; pri pogoju **D₅₀** smo v povprečju dosegli majhne barvne razlike ($\Delta E^*_{ab} = 1 - 3$). Od standarda najmanj odstopa merilno polje: nenasičena rdeča (A10). Največ od standarda odstopna merilno polje: nasičena zelena (A15). Vsa merilna polja A, ustrezajo specifikaciji FOGRA pri vrednotenju procesnih (CMYK) barv ($\Delta E^*_{ab} = 5$). Pri pogoju **F2** smo pri meritvah v povprečju dosegli velike barvne razlike ($\Delta E^*_{ab} = 3 - 6$). Od standarda najmanj odstopa merilno polje: cian 40% (A3). Največ od standarda odstopna merilno polje: cian 100% (A1) s preseženo dovoljeno mejo največjega odstopanja specifikacije FOGRA ($\Delta E^*_{ab} = 10$). Pri vrednotenju procesnih (CMYK) barv, specifikaciji ne ustrezajo merilna polja 100% primarnih (CMY) barv.



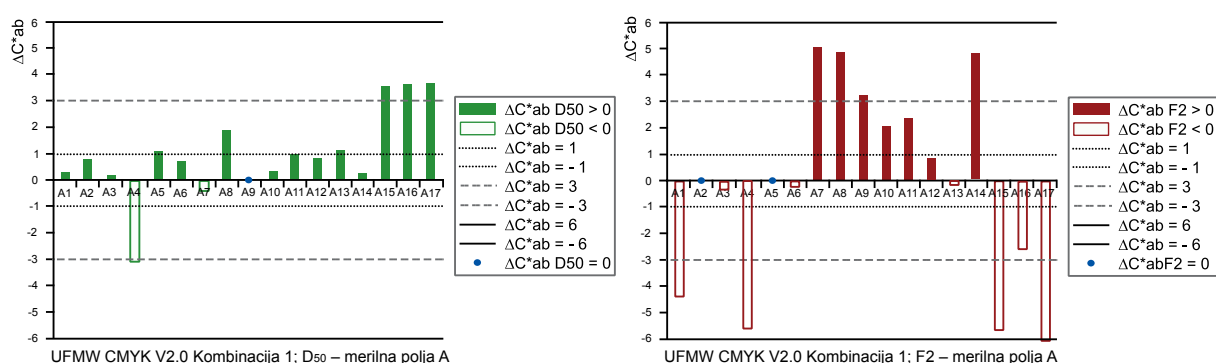
Slika 30: Prikaz ΔE^*_{ab} Kombinacije 1 pri **D₅₀** in **F2** – merilna polja A

Rezultati CIE barvne razlike (ΔE^*_{ab}) Kombinacija 2; pri pogoju **D₅₀** smo v povprečju dosegli velike barvne razlike ($\Delta E^*_{ab} = 3 - 6$). Od standarda najmanj odstopa merilno polje: cian 40% (A3). Največ od standarda odstopna merilno polje: cian 70% (A2). Pri pogoju **F2** smo v povprečju dosegli zelo velike barvne razlike ($\Delta E^*_{ab} > 6$). Tako pogoj **D₅₀** kot **F2** ne ustreza specifikacijskih zahtevam: vednotenje procesnih (CMYK) barv ($\Delta E^*_{ab} = 5$), povprečno odstopanje vseh merilnih polj ($\Delta E^*_{ab} = 4$) ter največjem dovoljenem odstopanju merilnih polj ($\Delta E^*_{ab} = 10$); v obeh pogojih so dosežene vrednosti višje od dovoljenih.



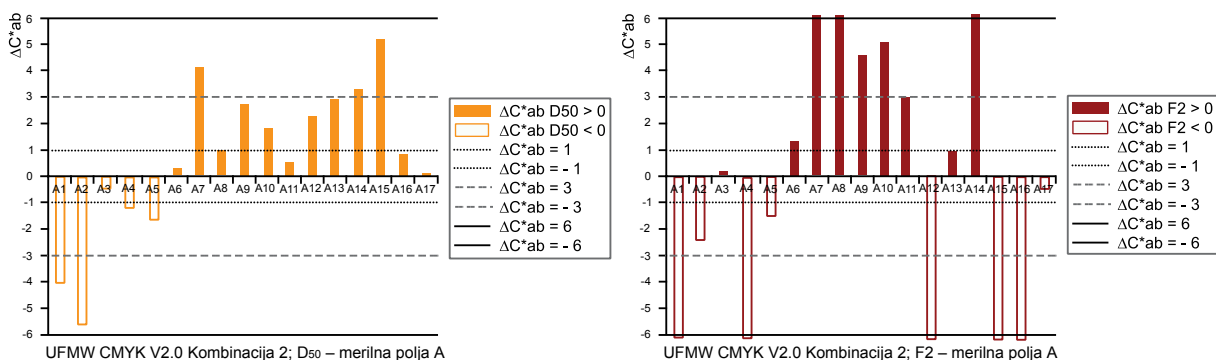
Slika 31: Prikaz ΔE^*_{ab} Kombinacije 2 pri **D₅₀** in **F2** – merilna polja A

Rezultati CIE barvne razlike (ΔC^*_{ab}) Kombinacija 1; pri pogoju **D₅₀** je s standardom identično merilno polje: primarna rumena 40% (A7). Pri izrazitejših ($\Delta C^*_{ab} > 0$) merilnih poljih smo v povprečju dosegli majhne barvne razlike v nasičenosti barv ($\Delta C^*_{ab} = 1 - 3$). Manj izraziti ($\Delta C^*_{ab} < 0$) merilni polji sta: magenta 100% (A4) in primarna rumena 100% (A7). Pri pogoju **F2** sta s standardom identični merilni polji: cian 70% (A2) in magenta 70% (A5). Bolj izrazita ($\Delta C^*_{ab} > 0$) merilna polja so: primarna rumena (A7 - A9), rdeča merilna polja (A10 - A12) ter nenasičena zelena (A14); v povprečju smo dosegli velike barvne razlike ($\Delta C^*_{ab} = 3 - 6$). Manj izrazita ($\Delta C^*_{ab} < 0$) merilna polja so: cian (A1 in A3), magenta 40% (A6), rdeča (A13), nasičena zelena (A15 - A16) in modra (A17); v povprečju smo dosegli velike barvne razlike ($\Delta C^*_{ab} = 3 - 6$).



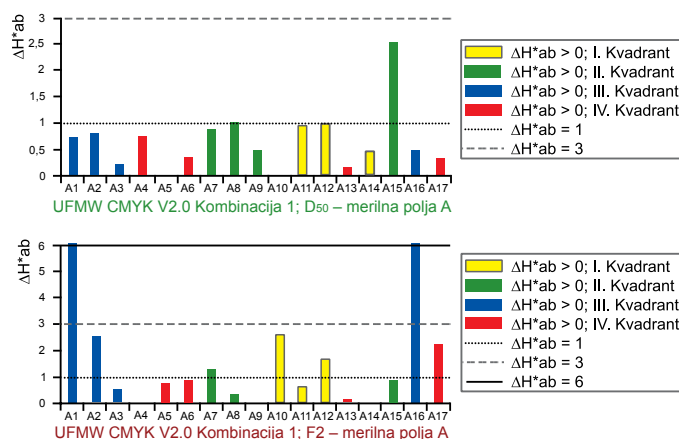
Slika 32: Prikaz ΔC^*_{ab} Kombinacije 1 pri **D₅₀** in **F2** – merilna polja A

Rezultati CIE barvne razlike (ΔC^*_{ab}) Kombinacija 2; pri pogoju **D₅₀** so od standarda manj izrazita ($\Delta C^*_{ab} < 0$) merilni polji sta: cian (A1 - A3) in magenta (A4 - A5); v povprečju smo dosegli majhne barvne razlike ($\Delta C^*_{ab} = 1 - 3$). Od standarda bolj izrazita ($\Delta C^*_{ab} > 0$) so ostala merilna polja A. V povprečju dosegli majhne barvne razlike ($\Delta C^*_{ab} = 1 - 3$). Pri pogoju **F2** je s standardom identično je merilno polje: cian 40% (A3). Pri manj izrazitih ($\Delta C^*_{ab} < 0$) merilnih poljih smo v povprečju dosegli zelo velike barvne razlike ($\Delta C^*_{ab} > 0$). Pri bolj izrazitih merilnih poljih smo v povprečju dosegli velike barvne razlike ($\Delta C^*_{ab} = 3 - 6$).



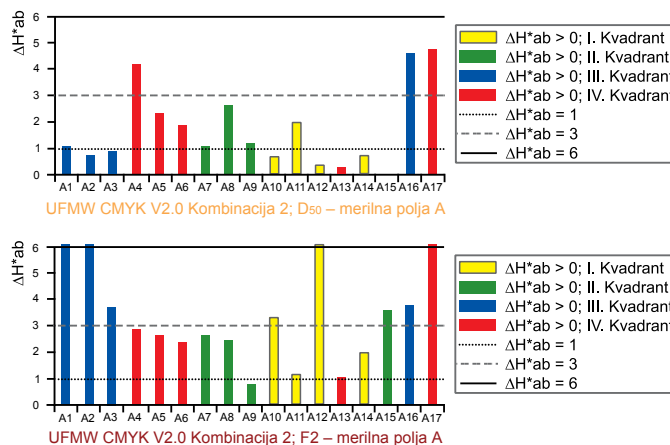
Slika 33: Prikaz ΔC^*_{ab} Kombinacije 2 pri **D₅₀** in **F2** – merilna polja A

Rezultati CIE barvne razlike (ΔH^*_{ab}) Kombinacija 1; pri pogoju **D₅₀** je s standardom identično merilno polje magenta 70% (A5), in redeče merilno polje (A10). V povprečju smo dosegli minimalne barvne razlike ($\Delta H^*_{ab} = 1$). Najmanjši zamik barvnega kota (h^*) smo dosegli pri merilnem polju vijolične (A13). Največji zamik smo zaznali pri merilnem polju zelene (A15). Pri pogoju **F2** sta s standardom identični merilni polji: magenta 100% (A4) in primarna rumena 40% (A9). V povprečju smo dosegli majhne barvne razlike ($\Delta H^*_{ab} = 1 - 3$). Najmanjši zamik smo dosegli pri merilnem polju vijolične (A13). Zelo veliko barvno razliko ($\Delta H^*_{ab} > 6$) predstavljata: primarna cian 100% (A1) in merilno polje zelene (A16).



Slika 34: Prikaz ΔH^*_{ab} Kombinacije 1 pri **D₅₀** in **F2** – merilna polja A

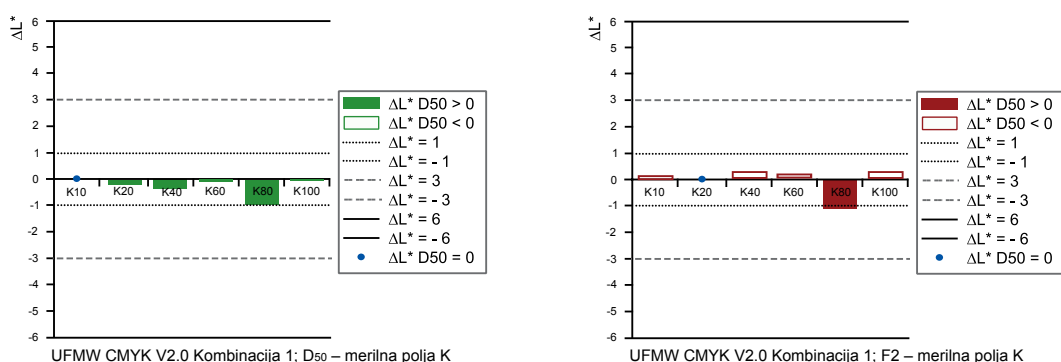
Rezultati CIE barvne razlike (ΔH^*_{ab}) Kombinacija 2; pri pogoju **D₅₀** je s standardom identično merilno polje zelene (A15). V povprečju smo pri meritvah dosegli majhne barvne razlike ($\Delta H^*_{ab} = 1 - 3$). Najmanjši zamik barvnega kota (h^*) smo dosegli pri merilnem polju vijolične (A13), največji zamik predstavlja merilni polji: zelena (A16) in modra (A17). Pri pogoju **F2** smo v povprečju dosegli zelo velike barvne razlike ($\Delta H^*_{ab} > 6$). Največji zamik smo zaznali pri merilnih poljih: cian (A1 - A2) in merilni polji (A12) in (A17).



Slika 35: Prikaz ΔH^*_{ab} Kombinacije 2 pri **D₅₀** in **F2** – merilna polja A

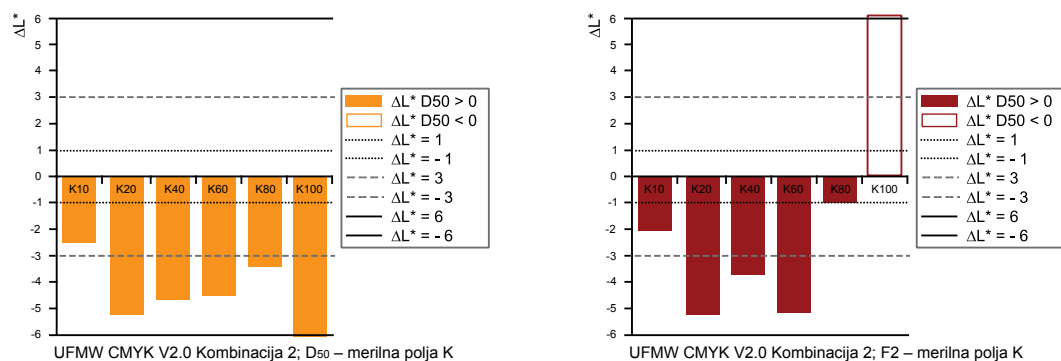
3.5.3 Rezultati UFMW CMYK V2.0 – merilna polja K

Rezultati CIE barvne razlike (ΔL^*) Kombinacija 1; pri pogoju **D₅₀** je s standardom identično merilno polje: procesna črna 10% (K10). Vsa ostala merilna polja se odražajo temneje ($\Delta L^* < 0$) s povprečjem določeno minimalno barvno razliko ($\Delta L^* = 1$). Največje odstopanje smo zaznali pri merilnem polju: črna 80% (K80) z majhno barvno razliko ($\Delta L^* = 1 - 3$). Pri pogoju **F2** je s standardom identično merilno polje: procesna črna 20% (K20). Merilno polje črna 80% (K80) se odraža temneje ($\Delta L^* < 0$) z majhno barvno razliko ($\Delta L^* = 1 - 3$). Vsa ostala merilna polja se odražajo svetleje ($\Delta L^* > 0$) z minimalno barvno razliko ($\Delta L^* = 1$).



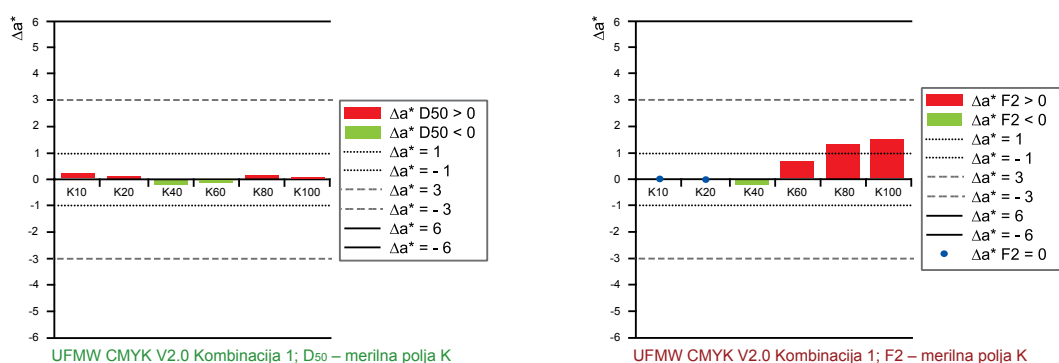
Slika 36: Prikaz ΔL^* Kombinacije 1 pri **D₅₀** in **F2** – merilna polja K

Rezultati CIE barvne razlike (ΔL^*) Kombinacija 2; pri pogoju **D₅₀** se vsa merilna polja K odražajo temneje ($\Delta L^* < 0$) od standardnih vrednosti. V povprečju smo dosegli velike barvne razlike v stopnji svetlosti ($\Delta L^* = 3 - 6$). Najmanjše odstopanje smo zabeležili pri merilnem polju: črna 10% (K10) z majhno barvno razliko ($\Delta L^* = 1 - 3$), ter največje pri: črna 100% (K100) z zelo veliko barvno razliko v stopnji svetlosti ($\Delta L^* > 6$). Pri pogoju **F2** se temneje ($\Delta L^* < 0$) odražajo merilna polja: črna (K10 - K80) s povprečno določeno veliko barvno razliko ($\Delta L^* = 3 - 6$) v stopnji svetlosti. Merilno polje: črna 100% (K100) se odraža občutno svetleje ($\Delta L^* > 0$) z zelo veliko barvno razliko v stopnji svetlosti ($\Delta L^* > 6$).



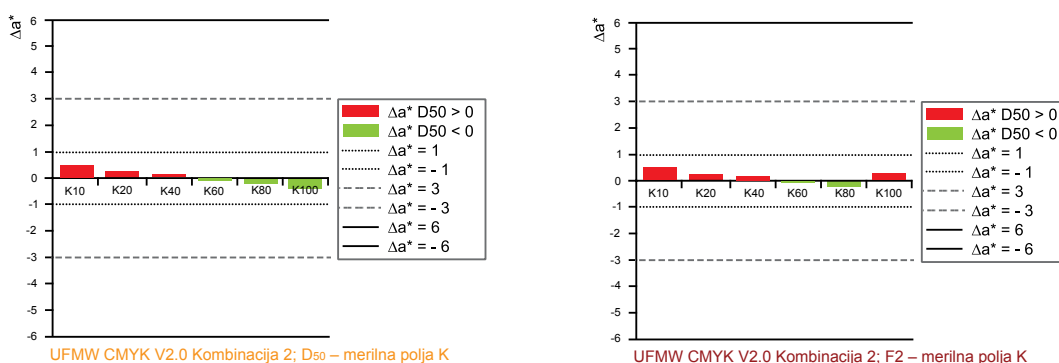
Slika 37: Prikaz ΔL^* Kombinacije 2 pri **D₅₀** in **F2** – merilna polja K

Rezultati CIE barvne razlike (Δa^*) Kombinacija 1; pri pogoju **D₅₀** so, od standarda bolj rdeča ($\Delta a^* > 0$) merilna polja: primarna črna 10% (K10), 20% (K20), 80% (K80) ter 100% (K100). V povprečju dosegli minimalne barvne razlike v stopnji kromatičnosti ($\Delta a^* = 1$). Od standarda bolj zeleni ($\Delta a^* < 0$) merilni polji sta: črna 40% (K40) in 60% (K60), pri katerih smo zabeležili minimalne barvne razlike ($\Delta a^* = 1$). Pri pogoju **F2** sta s standardom identični merilni polji: črna 10% (K10) in 20% (K20). Od standarda bolj rdeča ($\Delta a^* > 0$) merilna polja so: črna 60% (K60) z minimalno barvno razliko ter polja: primarna črna 80% (K80) in 100% (K100) z majhno barvno razliko ($\Delta a^* = 1 - 3$). Bolj zelena ($\Delta a^* < 0$) so merilna polja črna 40% (K40) z minimalno doseženo barvno razliko ($\Delta a^* = 1$).



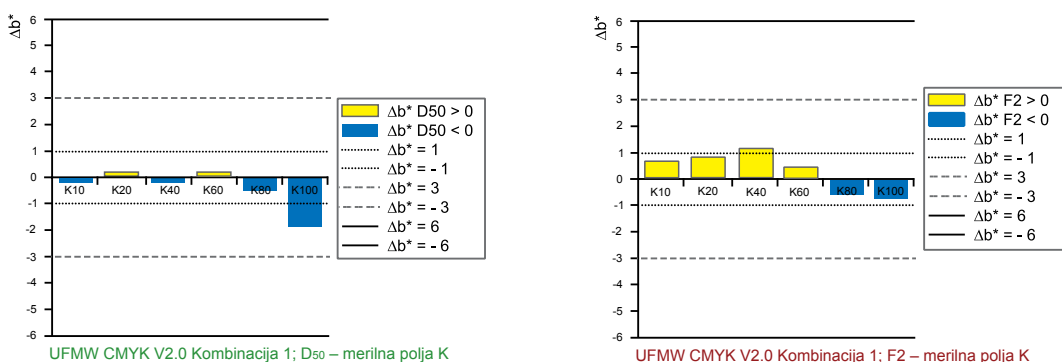
Slika 38: Prikaz Δa^* Kombinacije 1 pri **D₅₀** in **F2** – merilna polja K

Rezultati CIE barvne razlike (Δa^*) Kombinacija 2; pri pogoju **D₅₀** so, od standarda bolj rdeča ($\Delta a^* > 0$) merilna polja: primarna črna 10% (K10), 20% (K20) ter 40% (K40), pri katerih smo v povprečju dosegli minimalne barvne razlike v stopnji kromatičnosti ($\Delta a^* = 1$). Od standarda bolj zelena ($\Delta a^* < 0$) so merilna polja črna (K60 - K100), pri katerih smo zabeležili minimalne barvne razlike ($\Delta a^* = 1$). Pri pogoju **F2** so od standarda bolj rdeča ($\Delta a^* > 0$) merilna polja črna (K10 - K40) ter črna 100% (K100). Od standarda bolj zeleni ($\Delta a^* < 0$) sta merilni polji črna (K60 - K80) z doseženo minimalno barvno razliko ($\Delta a^* = 1$).



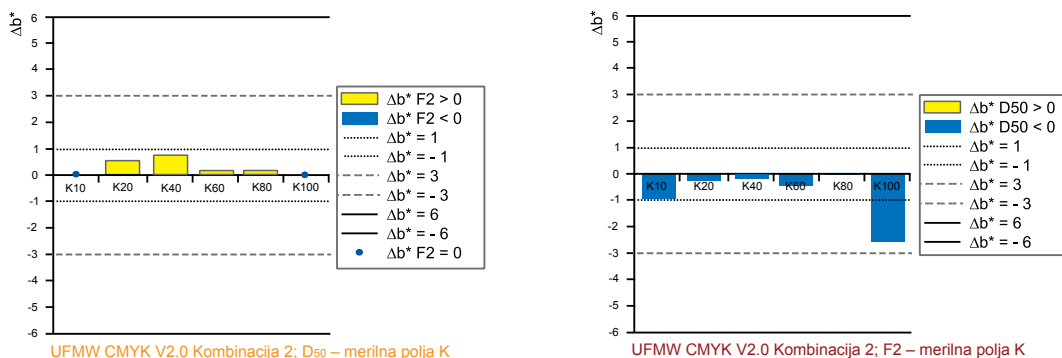
Slika 39: Prikaz Δa^* Kombinacije 2 pri **D₅₀** in **F2** – merilna polja K

Rezultati CIE barvne razlike (Δb^*) Kombinacija 1; pri pogoju **D₅₀** sta od standarda bolj rumeni ($\Delta b^* > 0$) merilni polji: primarna črna 20% (K20) in 60% (K60), pri obeh smo zabeležili minimalni razliki v stopnji kromatičnosti ($\Delta b^* = 1$). Od standarda bolj modra ($\Delta b^* < 0$) merilna polja so: črna 10% (K10), 40% (K40) ter 80% (K80), pri katerih smo zabeležili minimalne barvne razlike ($\Delta b^* = 1$). Pri merilnem polju črna 100% (K100) smo zabeležili majhno barvno razliko ($\Delta b^* = 1 - 3$). Pri pogoju **F2** se večina polj odraža bolj rumeno ($\Delta b^* > 0$) od stanarda, merilna polja (K10 - K60) pri katerih smo v povprečju zabeležili minimalno barvno razliko ($\Delta b^* = 1$). Od standarda bolj modri ($\Delta b^* < 0$) merilni polji sta: (K80 in K100) z doseženo minimano barvno razliko ($\Delta b^* = 1$).



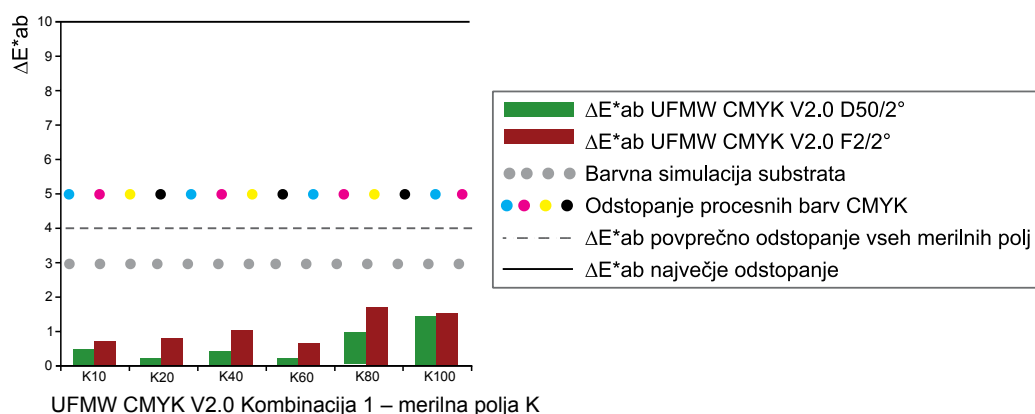
Slika 40: Prikaz Δb^* Kombinacije 1 pri **D₅₀** in **F2** – merilna polja K

Rezultati CIE barvne razlike (Δb^*) Kombinacija 2; pri pogoju **D₅₀** sta s standardom identični merilni polji: primarna črna 10% (K10) in 100% (K100). Merilna polja K so bolj rumena ($\Delta b^* > 0$) od standarda. Najmanjše odstopanje z minimalno barvno razliko v stopnji kromatičnosti ($\Delta b^* = 1$), smo dosegli pri merilnem polju: črna 60% (K60); največje pa pri merilnem polju črna 40% (K40). Pri pogoju **F2** so merilna polja bolj modra ($\Delta b^* < 0$) od standarda. Najmanjše odstopanje z minimalno barvno razliko ($\Delta b^* = 1$) smo dosegli pri polju črna 80% (K80). Največ odstopa polje: črna 100% (K100) z majhno barvno razliko ($\Delta b^* = 1 - 3$).



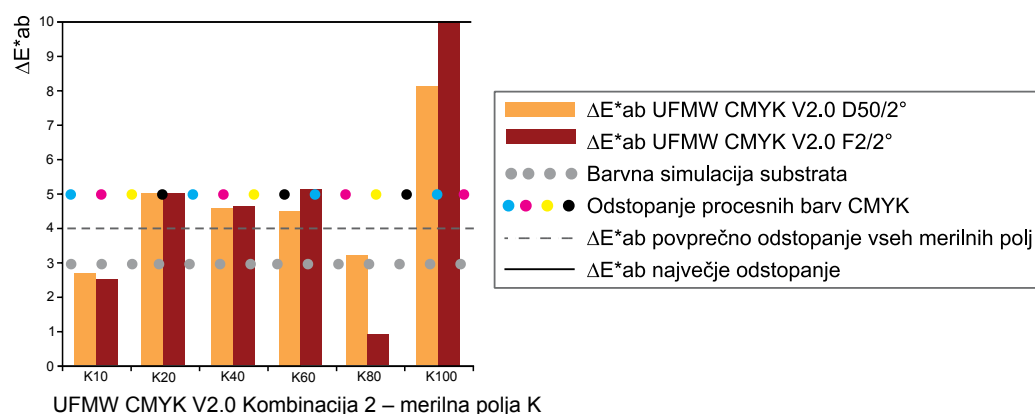
Slika 41: Prikaz Δb^* Kombinacije 2 pri **D₅₀** in **F2** – merilna polja K

Rezultati CIE barvne razlike (ΔE^*_{ab}) Kombinacija 1; pri pogoju **D₅₀** smo v povprečju dosegli minimalne barvne razlike v zaznavi barv ($\Delta E^*_{ab} = 1$). Od standarda najmanj odstopa merilno polje: primarna črna 80% (K80). Največ od standarda odstopa merilno polje: črna 100% (K100). Vsa merilna polja K, ustrezajo specifikaciji (FOGRA) pri vrednotenju dovoljenih odstopanj barvnih razlik. Pri pogoju **F2** smo z meritvami v povprečju dosegli majhne barvne razlike ($\Delta E^*_{ab} = 1 - 3$). Od standarda najmanj odstopa merilno polje: primarna črna 10% (K10). Od standarda največ odstopa merilno polje: primarna črna 80% (K80). Vsa merilna polja K, ustrezajo specifikaciji (FOGRA) pri vrednotenju dovoljenih odstopanj barvnih razlik v procesu izdelave poiskusnega odtisa.



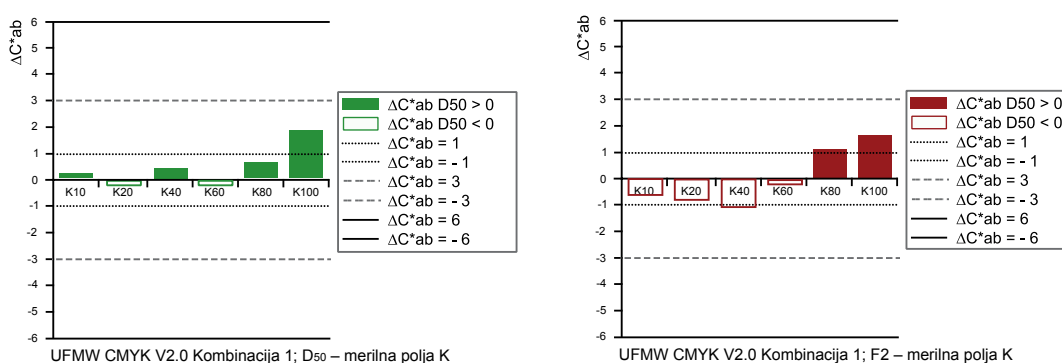
Slika 42: Prikaz ΔE^*_{ab} Kombinacije 1 pri **D₅₀** in **F2** – merilna polja K

Rezultati CIE barvne razlike (ΔE^*_{ab}) Kombinacija 2; pri pogoju **D₅₀** smo v povprečju dosegli velike barvne razlike ($\Delta E^*_{ab} = 3 - 6$). Od standarda najmanj odstopa merilno polje: primarna črna 10% (K10). Največ od standarda odstopa merilno polje: primarna črna 100% (K100). Pri pogoju **F2** smo v povprečju dosegli velike barvne razlike ($\Delta E^*_{ab} = 3 - 6$). Od standarda najmanj odstopa merilno polje: primarna črna 80% (K80). Največ od standarda odstopa merilno polje: primarna črna 100% (K100) z zelo veliko barvno razliko ($\Delta E^*_{ab} > 6$). Pogoja **D₅₀** kot **F2** presegata zahteve (FOGRA) vednotenja barvnih razlik.



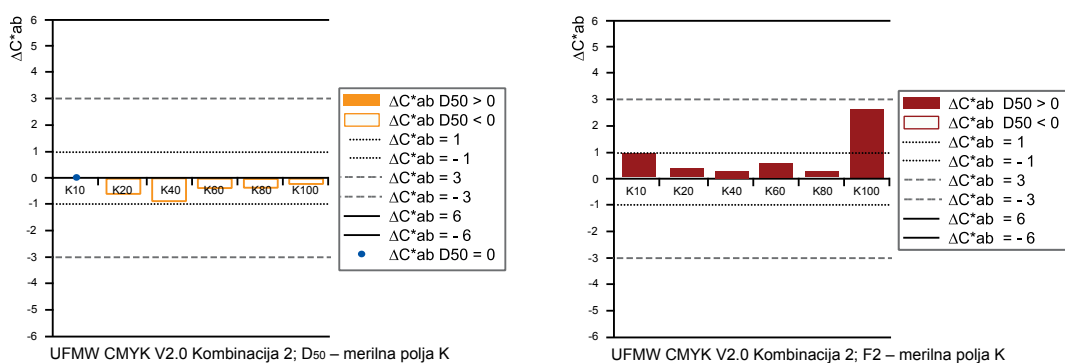
Slika 43: Prikaz ΔE^*_{ab} Kombinacije 2 pri **D₅₀** in **F2** – merilna polja K

Rezultati CIE barvne razlike (ΔC^*_{ab}) Kombinacija 1; pri pogoju **D₅₀** so od standarda izrazitejša ($\Delta C^*_{ab} > 0$) merilna polja: primarna črna 10% (K10), 40% (K40), 80% (K80) in 100% (K100), kjer smo v povprečju dosegli majhne barvne razlike v nasičenosti ($\Delta C^*_{ab} = 1 - 3$). Največje odstopanje smo zabeležili pri: primarna črna 100% (K100). Manj izraziti od standarda ($\Delta C^*_{ab} < 0$) sta merilni polji: primarna črna: 20% (K20) in 60% (K60) z minimalno barvno razliko ($\Delta C^*_{ab} = 1$). Pri pogoju **F2** so od standarda manj izrazita ($\Delta C^*_{ab} < 0$) merilna polja: primarna črna (K10 - K60); v povprečju smo dosegli majhne barvne razlike ($\Delta C^*_{ab} = 1 - 3$). Od standarda bolj izraziti sta merilni polji črna 80% (K80) in črna 100% (K100), kjer smo v povprečju dosegli majhne barvne razlike ($\Delta C^*_{ab} = 1 - 3$).



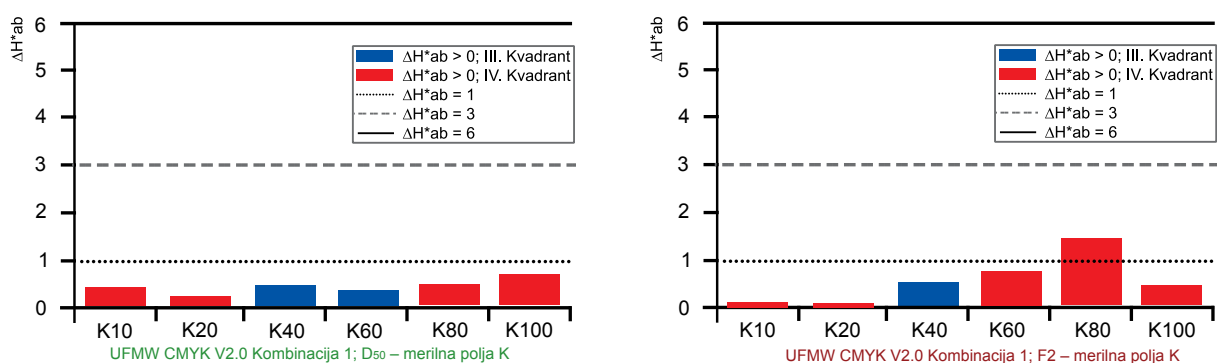
Slika 44: Prikaz ΔC^*_{ab} Kombinacije 1 pri **D₅₀** in **F2** – merilna polja K

Rezultati CIE barvne razlike (ΔC^*_{ab}) Kombinacija 2; pri pogoju **D₅₀** je s standardom identično merilno polje: primarna črna 10% (K10). Vsa ostala primarna črna merilna polja so manj izrazita ($\Delta C^*_{ab} < 0$) od standarda; v povprečju smo dosegli minimalne barvne razlike v nasičenosti ($\Delta C^*_{ab} = 1$). Pri pogoju **F2** se vsa merilna polja primarne črne izrazitejša ($\Delta C^*_{ab} > 0$) od standarda. Najmanjše odstopanje predstavlja merilno polje črna 80% (K80). Največje odstopanje smo zabeležili pri črna 100% (K100). V povprečju smo dosegli minimalne barvne razlike v nasičenosti ($\Delta C^*_{ab} = 1$).



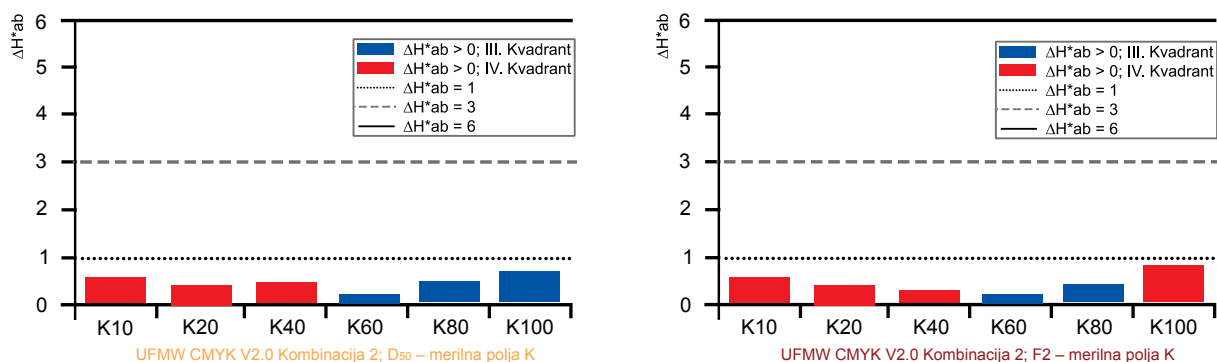
Slika 45: Prikaz ΔC^*_{ab} Kombinacije 2 pri **D₅₀** in **F2** – merilna polja K

Rezultati CIE barvne razlike (ΔH^*_{ab}) Kombinacija 1; pri pogoju **D₅₀** smo dosegli minimalne barvne razlike v barvnem tonu ($\Delta H^*_{ab} = 1$). Najmanjši odmik dosega merilno polje primarne črne 20% (K20). Največji odmik smo dosegli pri merilnem polju črna 100% (K100). Merilni polji (K40 in K60) se nahajata v III. Kvadrantu koordinatnega sistema in sta bolj modri, merilna polja (K10, K20, K60, K80 in K100) se nahajajo v IV. Kvadrantu in so bolj rdeča. Pri pogoju **F2** smo v povprečju dosegli minimalne barvne razlike ($\Delta H^*_{ab} = 1$). Najmanjši odmik smo dosegli pri merilnih poljih (K10 - K20). Največji odmik smo dosegli pri merilnem polju črna 80% (K80). Večina merilnih polj se nahaja v IV. Kvadrantu, zato so bolj rdeča, z izjemo merilnih polji (K40 in K60), ki se nahajata v III. Kvadrantu in sta bolj modri. odmik z majhno barvno razliko ($\Delta H^*_{ab} = 1 - 3$) predstavlja merilno polje črna 80% (K80).



Slika 46: Prikaz ΔH^*_{ab} Kombinacije 1 pri **D₅₀** in **F₂** – merilna polja K

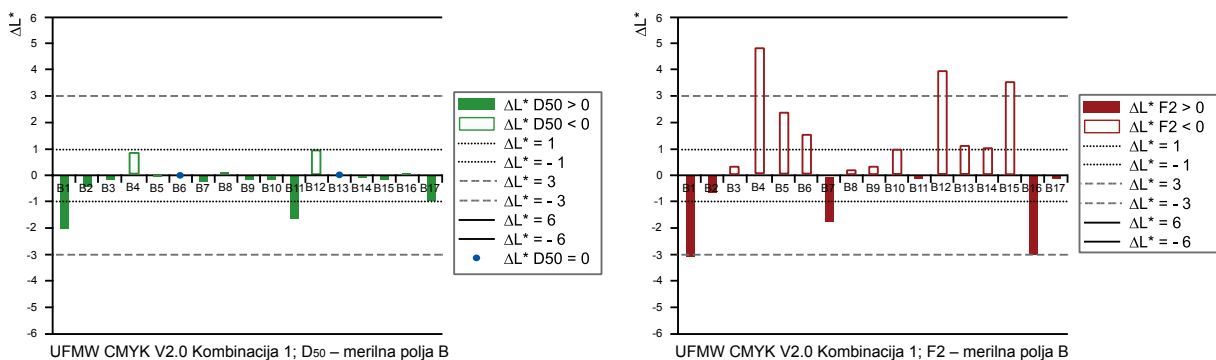
Rezultati CIE barvne razlike (ΔH^*_{ab}) Kombinacija 2; pri pogoju **D₅₀** smo dosegli minimalne barvne razlike v barvnem tonu ($\Delta H^*_{ab} = 1$). Najmanjši odmik barvnega kota (h^*) dosega merilno polje primarne črne 60% (K60). Največji odmik smo dosegli pri merilnem polju črna 100% (K100). Merilna polja (K10 - K40) se nahajajo v IV: Kvadrantu in so bolj rdeča, merilna polja (K60 - K100) se nahajajo v III. Kvadrantu in so bolj modra. Pri pogoju **F2** smo dosegli minimalne barvne razlike ($\Delta H^*_{ab} = 1$). Merilni polji (K60 in K80) se nahajata v III. Kvadrantu in sta bolj modri, preostala merilna polja se nahajajo v IV. Kvadrantu in so bolj rdeča.



Slika 47: Prikaz ΔH^*_{ab} Kombinacije 2 pri **D₅₀** in **F₂** – merilna polja K

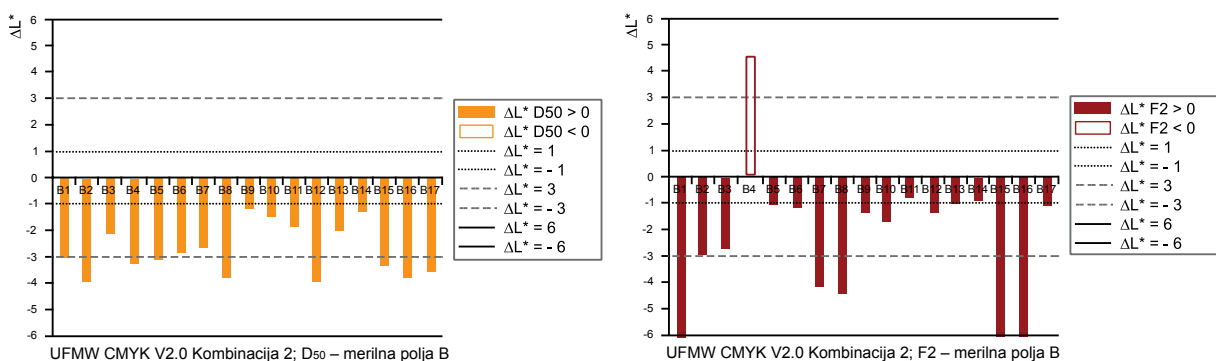
3.5.4 Rezultati UFMW CMYK V2.0 – merilna polja B

Rezultati CIE barvne razlike (ΔL^*) Kombinacija 1; pri pogoju D_{50} sta s standardom identični merilni polji: magenta 40% (B6) in vijolična (B13). Svetlejši od standarda ($\Delta L^* > 0$) z minimalno barvno razliko v stopnji svetlosti sta merilni polji magenta 100% (B4), nasičena rdeča (B12) in nasičena zelena (B16). Temneje od standarda ($\Delta L^* < 0$) se odraža večina merilnih polj s povprečjem določeno majhno barvno razliko ($\Delta L^* = 1 - 3$). Pri pogoju **F2 se večina merilnih polj odraža svetleje ($\Delta L^* > 0$) od standarda. Največje odstopanje z očitno barvno razliko ($\Delta L^* = 3 - 6$) smo zabeležili pri: magenta 100% (B4). Temneje od standarda ($\Delta L^* < 0$) se odražata: procesna cian (B1, B2), rumena 100% (B7) ter nasičena zelena (B16), kjer smo v povprečju dosegli majhne barvne razlike ($\Delta L^* = 1 - 3$).**



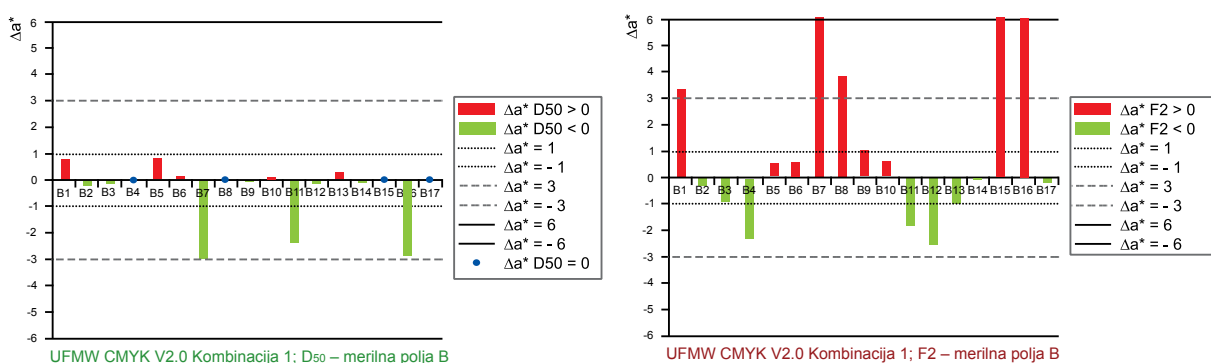
Slika 48: Prikaz ΔL^* Kombinacije 1 pri D_{50} in **F2** – merilna polja B

Rezultati CIE barvne razlike (ΔL^*) Kombinacija 2; pri pogoju D_{50} so merilna polja K temnejša ($\Delta b^* < 0$) od standarda; v povprečju smo dosegli očitne barvne razlike ($\Delta L^* = 3 - 6$). Najmanjše odstopanje smo dosegli pri: primarna rumena 40% (A9) ter največje pri: primarna cian 70% (B2) in nasičena zelena (B16). Pri pogoju **F2 se svetleje ($\Delta L^* > 0$) od standarda z očitno barvno razliko ($\Delta L^* = 3 - 6$) odraža merilno polje: magenta 100% (B4). Večina merilnih polj je temnejših ($\Delta L^* < 0$) od standarda. V povprečju smo dosegli očitne ($\Delta L^* = 3 - 6$) barvne razlike; največ odsopajo ($\Delta L^* > 6$) polja (B1), (B15 in B16).**



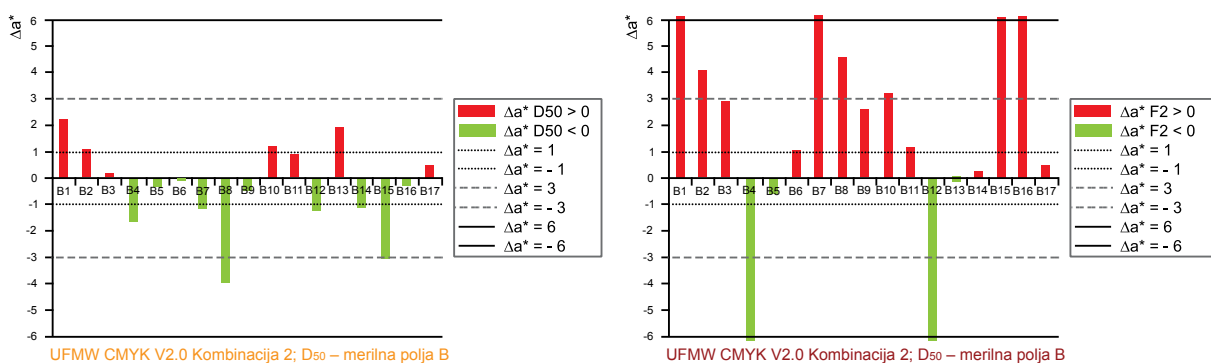
Slika 49: Prikaz ΔL^* Kombinacije 2 pri D_{50} in **F2** – merilna polja B

Rezultati CIE barvne razlike (Δa^*) Kombinacija 1; pri pogoju **D₅₀** so s standardom identična merilna polja: primarna rdeča 100% (B4) in zelena 70% (B8) ter merilni polji (B15 - B16). Bolj rdeča ($\Delta a^* > 0$) so: primarna modra 100% (B1), rdeča (B5 - B6) ter merilni polji (B10) in (B13); primarna modra in rdeča odstopata z minimalno barvno razliko v kromatičnosti ($\Delta a^* = 1$). Bolj zelena ($\Delta a^* < 0$), z majhno barvno razliko ($\Delta a^* = 1 - 3$) so: procesna zelena 100% (B7) ter merilni polji (B11) in (B16). Pri pogoju **F2** so bolj rdeča ($\Delta a^* > 0$): primarna modra (B1), rdeča (B5 - B6), zelena (B7 - B9) ter polji (B10) in (B15 - B16); v povprečju smo dosegli velike barvne razlike ($\Delta a^* = 3 - 6$). Bolj zelena ($\Delta a^* < 0$) so: primarna modra (B2 - B3), rdeča (B4) ter polji B11 - B13; v povprečju smo dosegli majhne barvne razlike ($\Delta a^* = 1 - 3$).



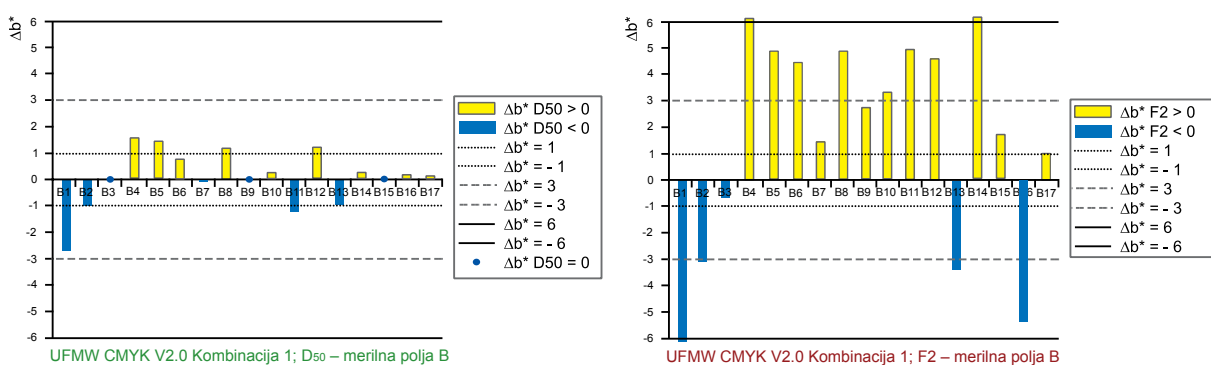
Slika 50: Prikaz Δa^* Kombinacije 1 pri **D₅₀** in **F2** – merilna polja B

Rezultati CIE barvne razlike (Δa^*) Kombinacija 2; pri pogoju **D₅₀** so, bolj rdeča ($\Delta a^* > 0$) merilna polja: primarna modra (B1 - B3) ter merilna polja (B10, B11, B13, B17); v povprečju smo dosegli majhne barvne razlike v kromatičnosti ($\Delta a^* = 1 - 3$). Bolj zelena ($\Delta a^* < 0$) so merilna polja: primarna rdeča (B4 - B6) in zelena (B7 - B9) ter merilna polja (B14 - B16); v povprečju smo dosegli majhne barvne razlike ($\Delta a^* = 1 - 3$). Pri pogoju **F2** je bolj rdečih ($\Delta a^* > 0$) večina merilnih polj; v povprečju smo dosegli velike barvne razlike ($\Delta a^* = 3 - 6$). Bolj zelena ($\Delta a^* < 0$) so merilna polja: primarne rdeče (B4 - B5) ter merilna polja (B12 in B13).



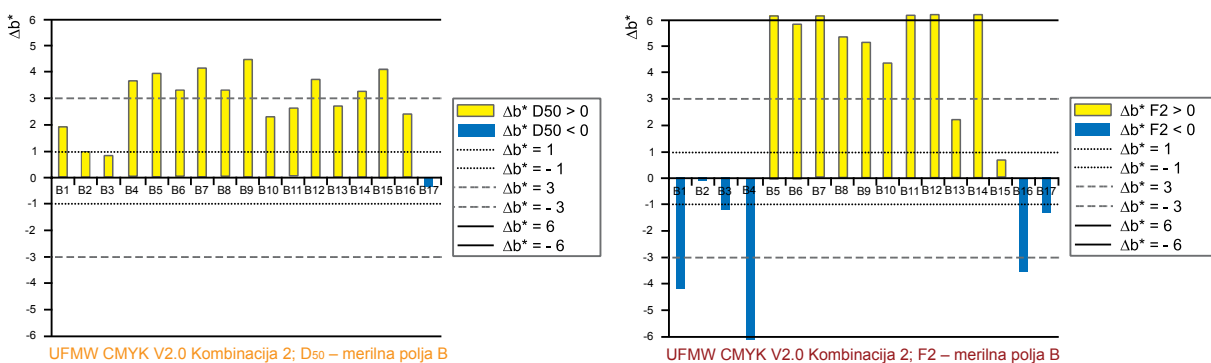
Slika 51: Prikaz Δa^* Kombinacije 2 pri **D₅₀** in **F2** – merilna polja B

Rezultati CIE barvne razlike (Δb^*) Kombinacija 1; pri pogoju **D₅₀** so s standardom identična merilna polja: primarna modra 40% (B3) in zelena 40% (B9) ter merilno polje (B15). Bolj rumena ($\Delta b^* > 0$) merilna polja so: primarna rdeča (B4 - B6), zelena 70% (B8) ter merilna polja (B10, B12, B14, B16 in B17); v povprečju smo dosegli majhne barvne razlike v kromatičnosti ($\Delta b^* = 1$). Bolj modra ($\Delta b^* < 0$) merilna polja so: primarna modra (B1 - B2) in zelena 100% (B7) ter merilni polji (B11 in B13); v povprečju smo dosegli majhne barvne razlike ($\Delta b^* = 1$). Pri pogoju **F2** je večina merilnih polj bolj rumenih ($\Delta b^* > 0$); v povprečju dosegli velike barvne razlike ($\Delta b^* = 3 - 6$). Bolj modra merilna polja so: primarna modra (B1 - B3) ter polji (B13 in B16); v povprečju smo dosegli velike barvne razlike ($\Delta b^* = 3 - 6$).



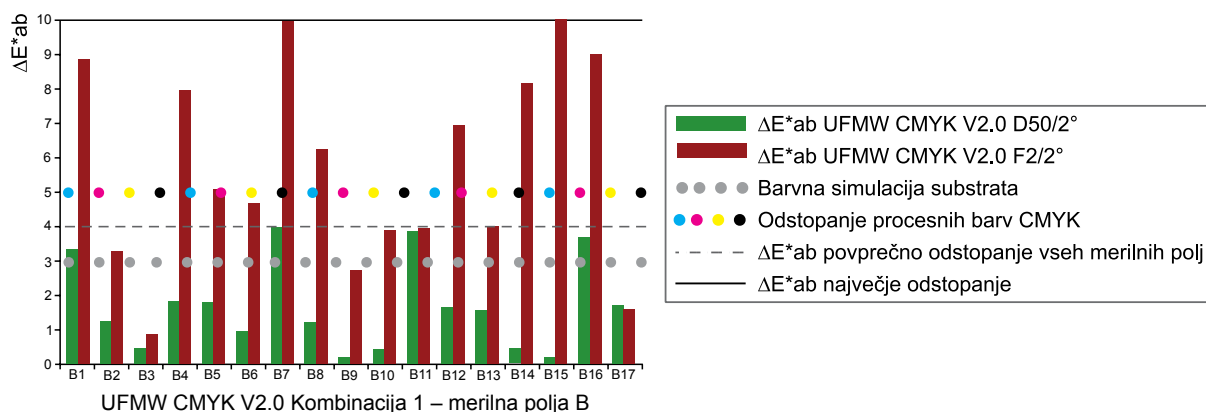
Slika 52: Prikaz Δb^* Kombinacije 1 pri **D₅₀** in **F2** – merilna polja B

Rezultati CIE barvne razlike (Δb^*) Kombinacija 2; pri pogoju **D₅₀** so merilna polja bolj rumena ($\Delta b^* > 0$); v povprečju smo dosegli velike barvne razlike ($\Delta b^* = 3 - 6$). Bolj modro ($\Delta b^* < 0$) z minimalno barvno razliko merilno polje je: (B17). Pri pogoju **F2** je s standardom identično merilno polje primarne modre 70% (B2). Bolj rumena ($\Delta b^* > 0$) merilna polja so: primarna rdeča (B5 - B6) in zelena (B7 - B9) ter polja (B10 - B15); v povprečju smo dosegli zelo velike barvne razlike ($\Delta b^* > 6$). Bolj modra merilna polja so: primarna modra (B1 in B3) in rdeča (B4) ter merilni polji (B16 - B17); v povprečju smo dosegli velike barvne razlike ($\Delta b^* = 3 - 6$).



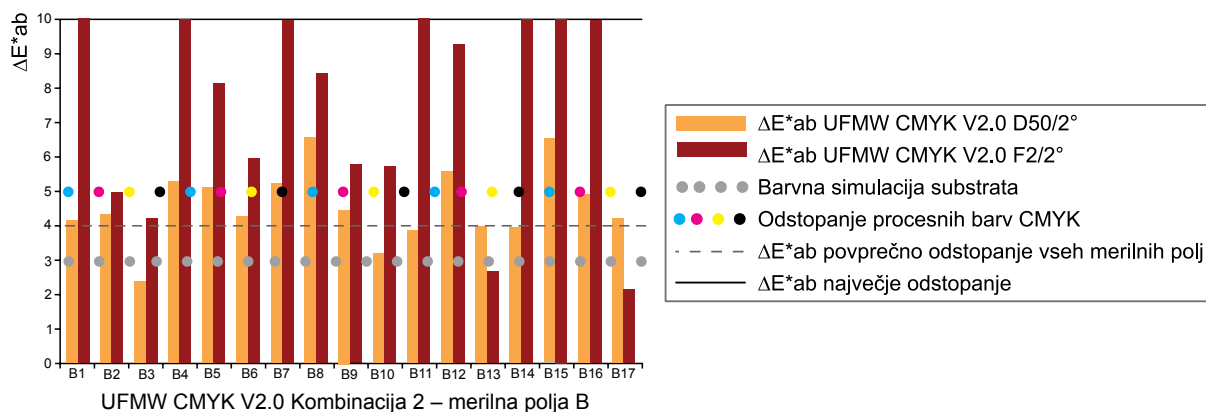
Slika 53: Prikaz Δb^* Kombinacije 2 pri **D₅₀** in **F2** – merilna polja B

Rezultati CIE barvne razlike (ΔE^*_{ab}) Kombinacija 1; pri pogoju **D₅₀** smo v povprečju dosegli majhne barvne razlike v zaznavi barv ($\Delta E^*_{ab} = 1 - 3$). Od standarda najmanj odstopa merilno polje: modro-zelena (B15). Od standarda največ odstopa merilno polje: nasičena rdeča (B11). Vsa merilna polja B, ustrezajo specifikacijskim (FOGRA) zahtevam. Pri pogoju **F2** smo v povprečju dosegli zelo velike barvne razlike ($\Delta E^*_{ab} > 6$). Od standarda najmanj odstopa merilno polje: primarna modra 40% (B3). Največ od standarda odstopajo merilna polja: primarna 100% (RBG) merilna polja ter zeleno-modra merilna polja (B14 - B16). Pogoj F2 presega vse specifikacijske zahteve vrednotenja barvnih razlik, z izjemo barvne simulacije substrata, ki ga določuje merilno polje (B17).



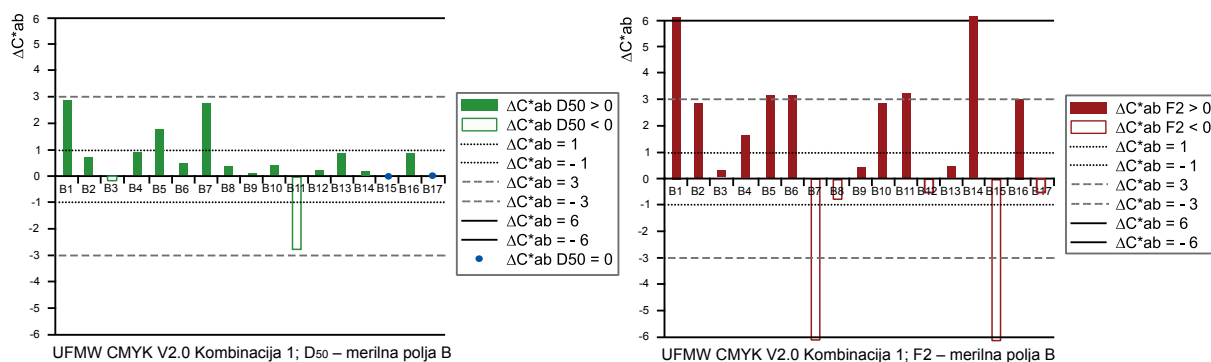
Slika 54: Prikaz ΔE^*_{ab} Kombinacije 1 pri **D₅₀** in **F2** – merilna polja B

Rezultati CIE barvne razlike (ΔE^*_{ab}) Kombinacija 1; pri pogoju **D₅₀** smo v povprečju dosegli velike barvne razlike v zaznavi barv ($\Delta E^*_{ab} = 3 - 6$). Od standarda najmanj odstopa merilno polje: primarna modra (B3). Največ od standarda odstopa merilno polje: primarna rumena 70% (B8). Pri pogoju **F2** smo v povprečju dosegli zelo velike barvne razlike ($\Delta E^*_{ab} > 6$). Od standarda najmanj odstopa merilno polje: simulacija substrata (B17).



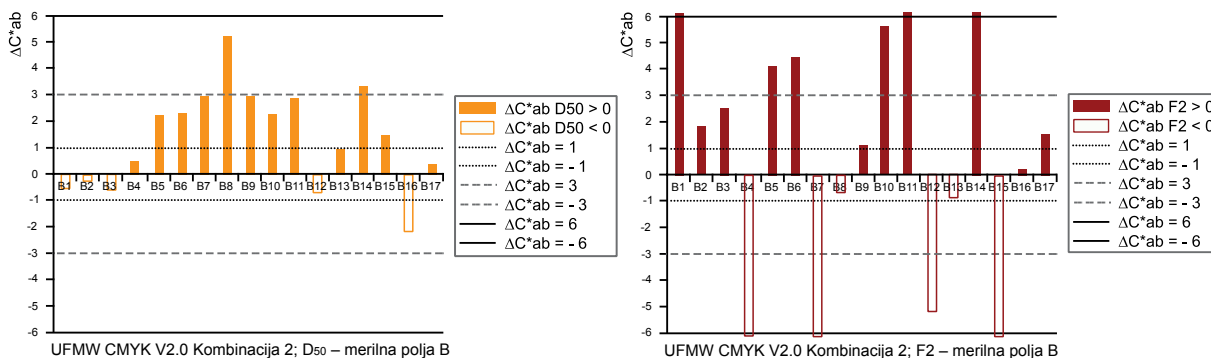
Slika 55: Prikaz ΔE^*_{ab} Kombinacije 2 pri **D₅₀** in **F2** – merilna polja B

Rezultati CIE barvne razlike (ΔC^*_{ab}) Kombinacija 1; pri pogoju **D₅₀** sta s standardom identični merilni polji (B15 in B17). Merilno polje (B11) je manj izrazito od standarda ($\Delta C^*_{ab} < 0$) z majhno barvno razliko ($\Delta C^*_{ab} = 1 - 3$). Večina merilnih polj je izrazitejših ($\Delta C^*_{ab} > 0$); v povprečju smo dosegli majhne barvne razlike v nasičenosti ($\Delta C^*_{ab} = 1 - 3$). Pri pogoju **F2** so manj izrazita merilna polja: primarna rumena (B7) in (B15), ki od standarda odstopata z zelo veliko barvno razliko ($\Delta C^*_{ab} > 6$) ter merilno polje (A12). Od standarda sta očitno izrazitejši merilni polji primarne modre (B1) in (B14) z zelo veliko barvno razliko ($\Delta C^*_{ab} > 6$). Najmanj odstopa merilno polje (B13); v povprečju smo dosegli velike barvne razlike ($\Delta C^*_{ab} = 3 - 6$).



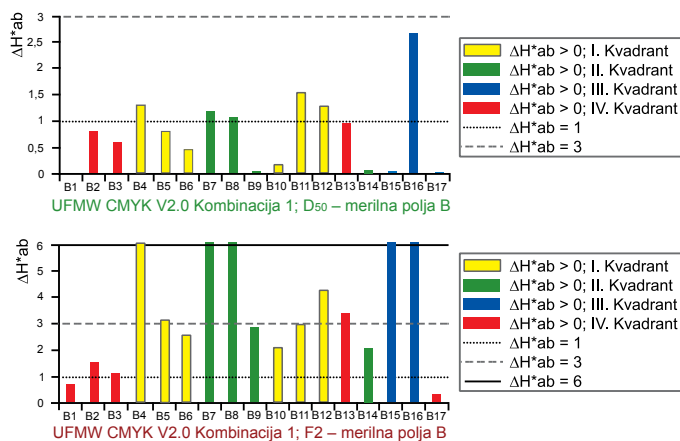
Slika 56: Prikaz ΔC^*_{ab} Kombinacije 1 pri **D₅₀** in **F2** – merilna polja B

Rezultati CIE barvne razlike (ΔC^*_{ab}) Kombinacija 2; pri pogoju **D₅₀** so od standarda manj izrazita ($\Delta C^*_{ab} < 0$) merilna polja: cian (B1 - B3), (B12) in (B16); kjer smo v povprečju dosegli majhne barvne razlike ($\Delta C^*_{ab} = 1 - 3$). Od standarda bolj izrazita ($\Delta C^*_{ab} > 0$) so ostala merilna polja B. V povprečju dosegli majhne barvne razlike ($\Delta C^*_{ab} = 1 - 3$). Pri pogoju **F2** smo pri manj izrazitih ($\Delta C^*_{ab} < 0$) merilnih poljih primarne v povprečju dosegli zelo velike barvne razlike ($\Delta C^*_{ab} > 6$); največ odstopajo merilna polja: procesna rdeča (B4) in rumena (B7) ter polje (B15). Bolj izrazitejša merilna polja ($\Delta C^*_{ab} > 0$) z največjo doseženo barvno razliko so: procesna modra (B1) ter merilni polji (B11) in (B14).



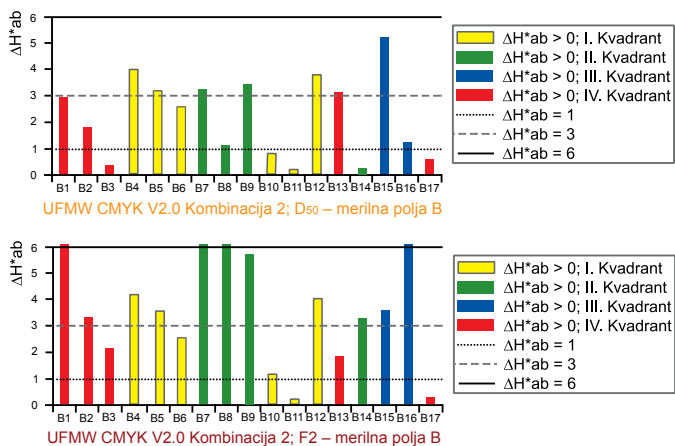
Slika 57: Prikaz ΔC^*_{ab} Kombinacije 2 pri **D₅₀** in **F2** – merilna polja B

Rezultati CIE barvne razlike (ΔH^*_{ab}) Kombinacija 1; pri pogoju **D₅₀** je s standardom identično merilno polje: primarna modra 100% (B1). V povprečju smo pri meritvah dosegli majhne barvne razlike v barvnem tonu ($\Delta H^*_{ab} = 1 - 3$). Najmanjše odmike barvnega kota (h^*) smo dosegli pri: primarna rumena 40% (A9), nasičena zelena (B15) ter modrem merilnem polju (B17). Največji odmik smo zaznali pri merilnem polju nasičene zelene (A16). Pri pogoju **F2** smo v povprečju smo dosegli velike barvne razlike ($\Delta H^*_{ab} = 3 - 6$). Najmanjši odmik smo dosegli pri merilnem polju: modra (A17). Zelo veliko barvno razliko ($\Delta H^*_{ab} > 6$) dosegajo merilna polja: magenta 100% (B4), primarna rumena (B7 in B8) ter merilni polji nasičene zelene (B15 in B16).



Slika 58: Prikaz ΔH^*_{ab} Kombinacije 1 pri **D₅₀** in **F2** – merilna polja B

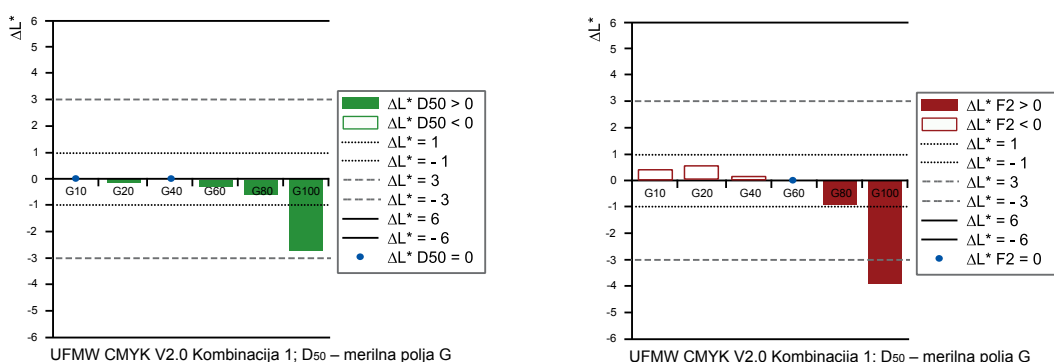
Rezultati CIE barvne razlike (ΔH^*_{ab}) Kombinacija 2; pri pogoju **D₅₀** smo v povprečju smo dosegli velike barvne razlike v barvnem tonu ($\Delta H^*_{ab} = 3 - 6$). Najmanjši odmik barvnega kota (h^*) smo dosegli pri merilnem polju nenasičene rdeče (A11). Največji odmik dosega merilno polje nasičene zelene (B15). Pri pogoju **F2** smo v povprečju dosegli zelo velike barvne razlike ($\Delta H^*_{ab} > 6$). Največji odmik barvnega kota smo zaznali pri merilnih poljih: primarna modra (B1), primarna rumena (B7 in B8) ter merilno polje (A17).



Slika 59: Prikaz ΔH^*_{ab} Kombinacije 2 pri **D₅₀** in **F2** – merilna polja B

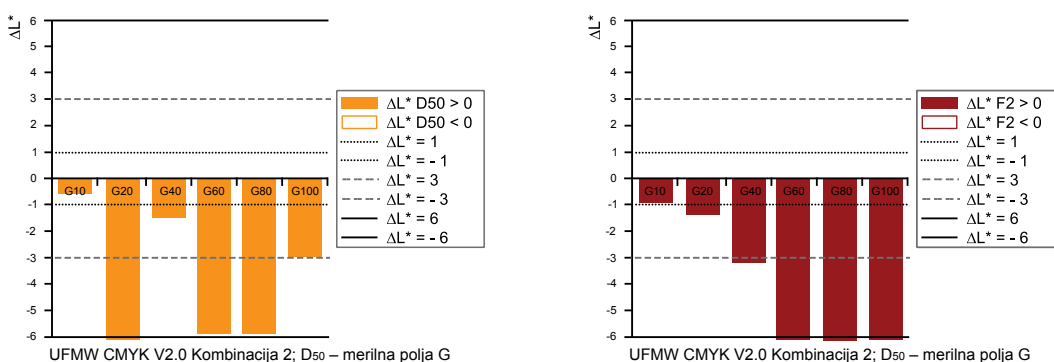
3.5.5 Rezultati UFMW CMYK V2.0 – merilna polja G

Rezultati CIE barvne razlike (ΔL^*) Kombinacija 1; pri pogoju **D₅₀** je sta s standardom identični merilni polji: CMY črna 10% (G10) in CMY črna 40% (G40). Ostala merilna polja so temnejša ($\Delta L^* < 0$), s povprečjem določeno majhno barvno razliko ($\Delta L^* = 1 - 3$). Najbolj odstopa merilno polje: CMY črna 100% (G100). Pri pogoju **F2** je s standardom identično merilno polje: CMY črna 60% (G60). Svetleje od standarda ($\Delta L^* > 0$) so merilna polja: CMY črna (G10 - G40); najmanjše odstopanje z minimalno barvno razliko ($\Delta L^* = 1$) smo zabeležili pri merilnem polju (G4). Temnejši ($\Delta L^* < 0$) merilni polji sta: CMY črna 80% (G80) in CMY črna 100% (G100); v povprečju smo dosegli majhni barvni razliki ($\Delta L^* = 1 - 3$).



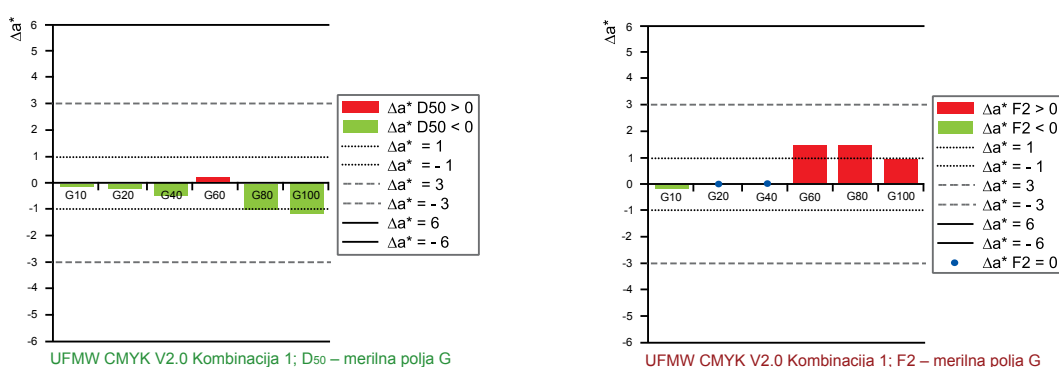
Slika 60: Prikaz ΔL^* Kombinacije 1 pri **D₅₀** in **F2** – merilna polja G

Rezultati CIE barvne razlike (ΔL^*) Kombinacija 2; pri pogoju **D₅₀** se vsa merilna polja G odražajo temneje ($\Delta L^* < 0$) od standardnih vrednosti. V povprečju smo dosegli velike barvne razlike v stopnji svetlosti ($\Delta L^* = 3 - 6$). Najmanjše odstopanje smo zabeležili pri merilnem polju: CMY črna 10% (G10) z minimalno barvno razliko ($\Delta L^* = 1$). Pri pogoju **F2** se vsa merilna polja G odražajo temneje ($\Delta L^* < 0$) od standardnih vrednosti, s povprečno določeno zelo veliko barvno razliko ($\Delta L^* > 6$) v stopnji svetlosti. Najmanj odstopa merilno polje: CMY črna 10% (G10) z minimalno barvno razliko ($\Delta L^* = 1$). Najbolj odstopajo merilna polja (G60 - G80) z zelo veliko barvno razliko ($\Delta L^* > 6$).



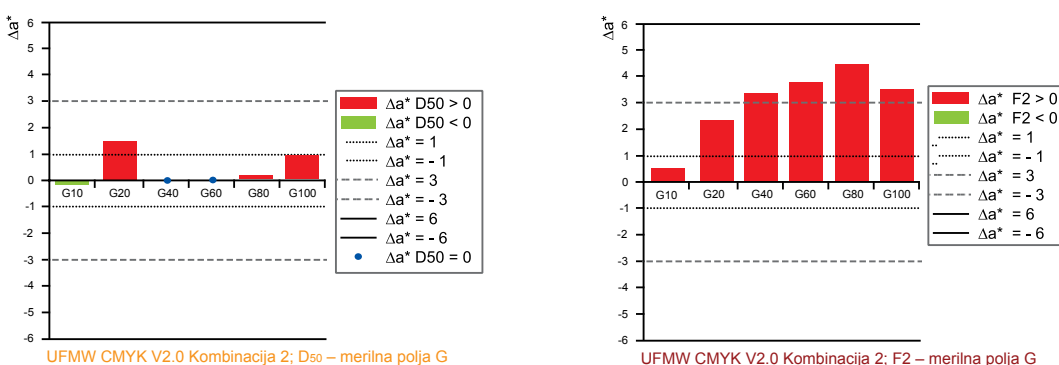
Slika 61: Prikaz ΔL^* Kombinacije 2 pri **D₅₀** in **F2** – merilna polja G

Rezultati CIE barvne razlike (Δa^*) Kombinacija 1; pri pogoju **D₅₀** je od standarda bolj rdeče ($\Delta a^* > 0$) merilno polje: CMY črna 60% (K60), pri katerem smo dosegli minimalno barvno razliko v stopnji kromatičnosti ($\Delta a^* = 1$). Od standarda bolj zelena ($\Delta a^* < 0$) so vsa ostala merilna polja. Največje odstopanje smo zaznali pri merilnem polju črna 100% (G100). V povprečju smo dosegli majhne barvne razlike ($\Delta a^* = 1 - 3$). Pri pogoju **F2** sta s standardom identični merilni polji: črna 20% (G20) in 40% (G40). Od standarda bolj rdeča ($\Delta a^* > 0$) merilna polja so: CMY črna 60% (G60), 80% (G80) in 100% (G100), kjer smo v povprečju dosegli majhne barvne razlike ($\Delta a^* = 1 - 3$). Od standarda bolj zeleno ($\Delta a^* < 0$) je merilno polje črna 10% (G10), pri katerem smo dosegli minimalno barvno razliko ($\Delta a^* = 1$).



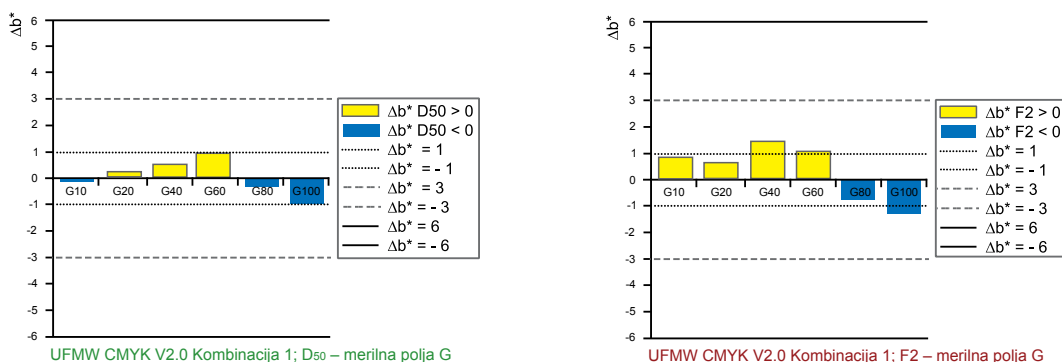
Slika 62: Prikaz Δa^* Kombinacije 1 pri **D₅₀** in **F2** – merilna polja G

Rezultati CIE barvne razlike (Δa^*) Kombinacija 2; pri pogoju **D₅₀** sta s standardom identični merilni polji: CMY črna 40% (G40) in 60% (G60). Od standarda bolj rdeča ($\Delta a^* > 0$) merilna polja so: črna 20% (G20), 80% (G80) in 100% (G100), pri katerih smo v povprečju zaznali majhne barvne razlike v kromatičnosti ($\Delta a^* = 1 - 3$). Od standarda bolj zeleno ($\Delta a^* < 0$) merilno polje je: črna 10% (G10). Pri pogoju **F2** se vsa merilna polja odražajo bolj rdeče ($\Delta a^* > 0$) od standarda. V povprečju smo dosegli majhne barvne razlike. ($\Delta a^* = 1 - 3$). Največje odstopanje smo zabeležili pri merilnem polju črna 80% (G80).



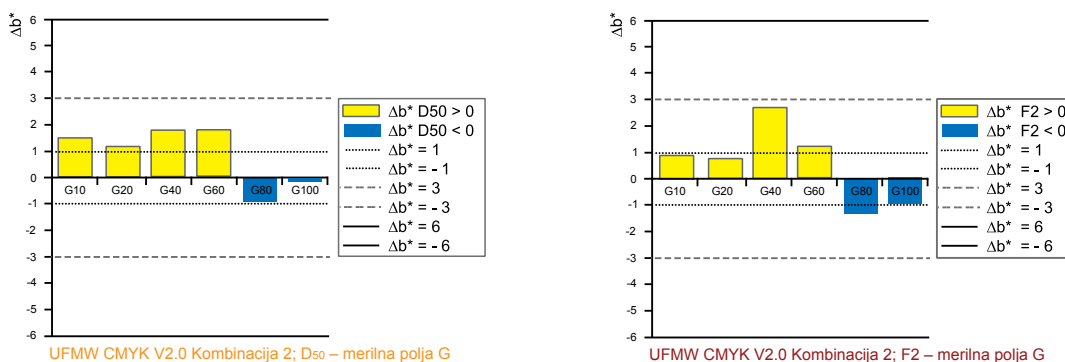
Slika 63: Prikaz Δa^* Kombinacije 2 pri **D₅₀** in **F2** – merilna polja G

Rezultati CIE barvne razlike (Δb^*) Kombinacija 1; pri pogoju **D₅₀** se od standarda bolj rumeno ($\Delta b^* > 0$) odražajo merilna polja: CMY črna 20% (G20), 60% (G60) in 80% (G80), pri katerih smo v povprečju zabeležili minimalne barvne razlike v stopnji kromatičnosti ($\Delta b^* = 1$). Od standarda bolj modra ($\Delta b^* < 0$) merilna polja so: CMY črna 10% (G10), 80% (G80) ter 100% (G100), pri katerih smo v povprečju zabeležili minimalne barvne razlike ($\Delta b^* = 1$). Pri pogoju **F2** se večina polj odraža bolj rumeno ($\Delta b^* > 0$) od stanarda, merilna polja (G10 - G60), pri katerih smo v povprečju zabeležili majhne barvne razlike ($\Delta b^* = 1 - 3$). Od standarda bolj modri ($\Delta b^* < 0$) merilni polji sta: (G80 in G100) s povpvrečno doseženo minimano barvno razliko ($\Delta b^* = 1$).



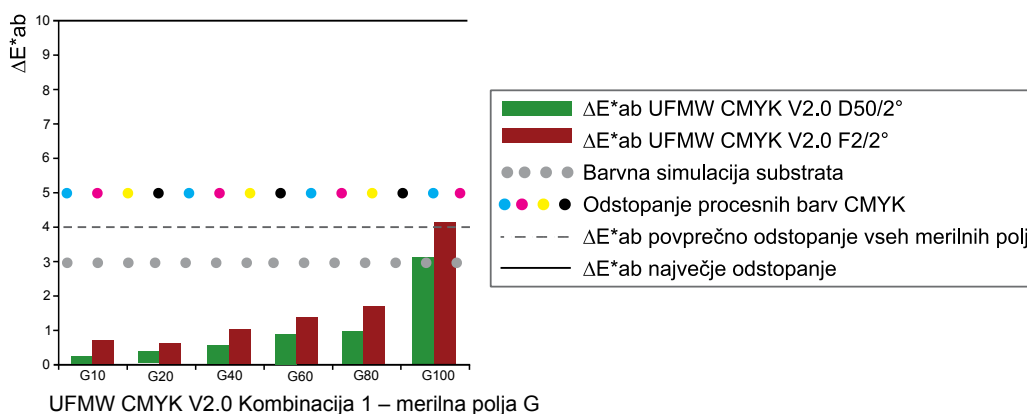
Slika 64: Prikaz Δb^* Kombinacije 1 pri **D₅₀** in **F2** – merilna polja G

Rezultati CIE barvne razlike (Δb^*) Kombinacija 2; pri pogoju **D₅₀** se od standarda bolj rumeno ($\Delta b^* > 0$) odražajo merilna polja: CMY črna 10% (G10), 20% (G20) in 60% (G60). V povprečju smo dosegli majhne barvne razlike v stopnji kromatičnosti ($\Delta b^* = 1 - 3$). Od standarda bolj modri ($\Delta b^* < 0$) merilni polji sta: CMY črna 80% (G80) in 100% (G100); pri katerih smo v povprečju dosegli majhno barvno razliko ($\Delta b^* = 1 - 3$). Pri pogoju **F2** so bolj rumena ($\Delta b^* > 0$) merilna polja (G10 - G60); pri katerih smo v povprečju dosegli majhne barvne razlike ($\Delta b^* = 1 - 3$). Bolj modri ($\Delta b^* < 0$) merilni polji sta: (G80) in (G100).



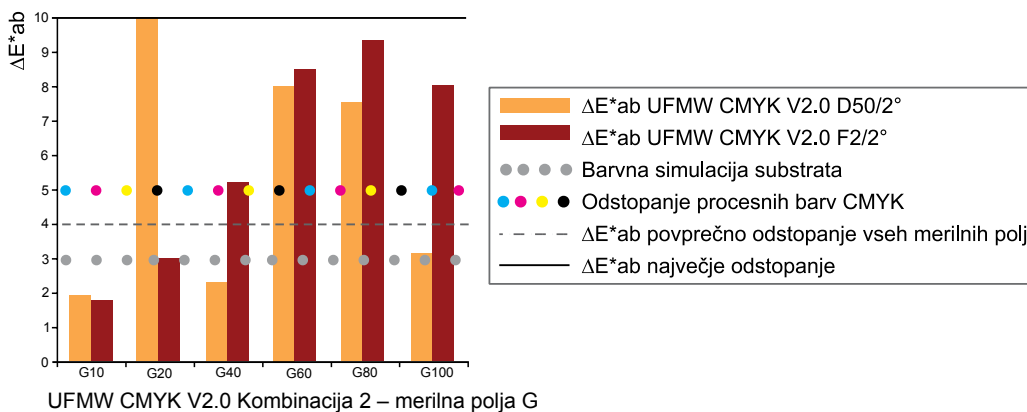
Slika 65: Prikaz Δb^* Kombinacije 2 pri **D₅₀** in **F2** – merilna polja G

Rezultati CIE barvne razlike (ΔE^*_{ab}) Kombinacija 1; pri pogoju **D₅₀** smo v povprečju dosegli majhne barvne razlike v zaznavi barv ($\Delta E^*_{ab} = 1 - 3$). Od standarda najmanj odstopa merilno polje: CMY črna 10% (G10). Največ od standarda odstopna merilno polje: CMY črna 100% (G100). Vsa merilna polja G, ustrezajo specifikaciji (FOGRA) pri vrednotenju dovoljenih odstopanj barvnih razlik. Pri pogoju **F2** smo z meritvami v povprečju dosegli majhne barvne razlike ($\Delta E^*_{ab} = 1 - 3$). Od standarda najmanj odstopa merilno polje: CMY črna 20% (G20). Največ od standarda odstopna merilno polje: CMY črna 100% (G100). Vsa merilna polja G, ustrezajo specifikaciji (FOGRA) pri vrednotenju dovoljenih odstopanj barvnih razlik v procesu izdelave poiskusnega odtisa.



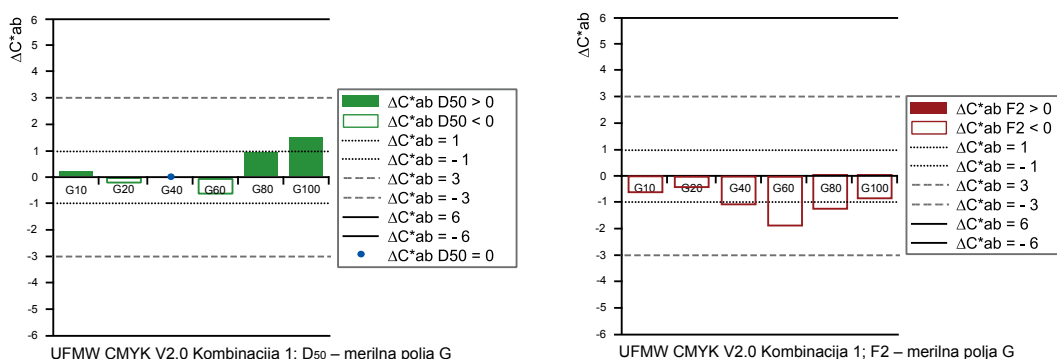
Slika 66: Prikaz ΔE^*_{ab} Kombinacije 1 pri **D₅₀** in **F2** – merilna polja G

Rezultati CIE barvne razlike (ΔE^*_{ab}) Kombinacija 2; pri pogoju **D₅₀** smo v povprečju dosegli velike barvne razlike v zaznavi barv ($\Delta E^*_{ab} = 3 - 6$). Od standarda najmanj odstopa merilno polje: CMY črna 10% (G10). Največ od standarda odstopna merilno polje: CMY črna 20% (G20) z zelo veliko barvno razliko ($\Delta E^*_{ab} > 6$). Pri pogoju **F2** smo v povprečju dosegli velike barvne razlike ($\Delta E^*_{ab} = 3 - 6$). Od standarda najmanj odstopa merilno polje: CMY črna 10% (G10) ter največ merilno polje: CMY črna 80% (G80).



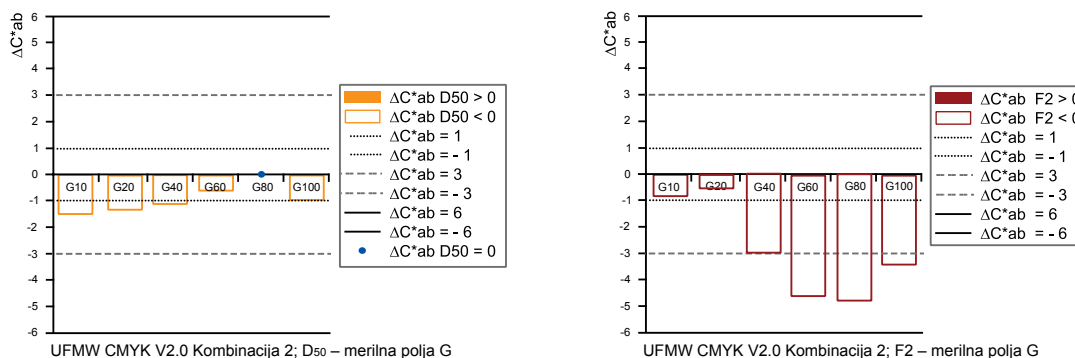
Slika 67: Prikaz ΔE^*_{ab} Kombinacije 2 pri **D₅₀** in **F2** – merilna polja G

Rezultati CIE barvne razlike (ΔC^*_{ab}) Kombinacija 1; pri pogoju **D₅₀** je s standardom identično merilno polje: CMY črna 60% (G60). Od standarda manj izraziti ($\Delta C^*_{ab} < 0$) merili polji sta: črna 20% (G20) in 60% (G60); kjer smo dosegli minimalne barvne razlike v nasičenosti ($\Delta C^*_{ab} = 1$). Od standarda bolj izrazita ($\Delta C^*_{ab} > 0$) so merilna polja: CMY črna 10% (G10), 80% (G80) in 100% (G100); kjer smo v povprečju meritev dosegli majhne barvne razlike ($\Delta C^*_{ab} = 1 - 3$). Pri pogoju **F2** se vsa merilna polja G odražajo manj izrazito od standarda ($\Delta C^*_{ab} > 0$). Najmanjše odstopanje smo dosegli pri merilnem polju CMY črna 10% (G10) ter največje pri merilnem polju črna 60% (G60). V povprečju meritev smo dosegli majhne barvne razlike v nasičenosti ($\Delta C^*_{ab} = 1 - 3$).



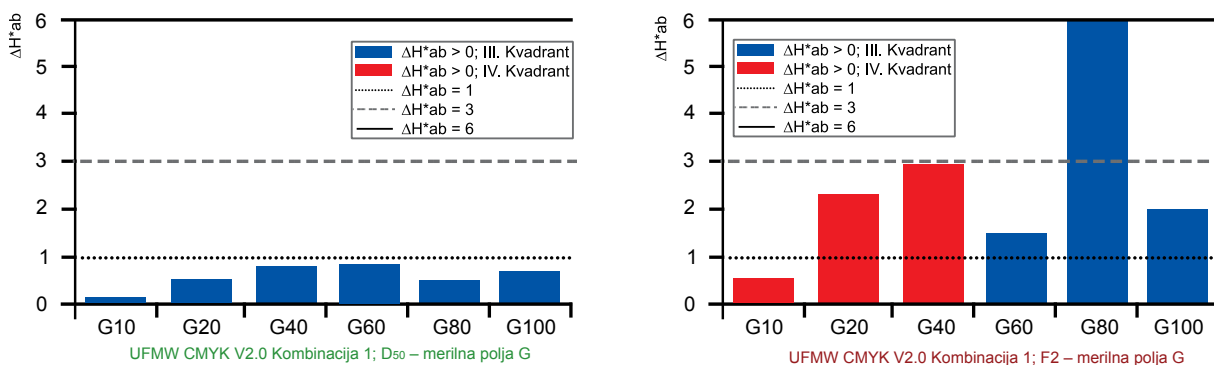
Slika 68: Prikaz ΔC^*_{ab} Kombinacije 1 pri **D₅₀** in **F2** – merilna polja G

Rezultati CIE barvne razlike (ΔC^*_{ab}) Kombinacija 2; pri pogoju **D₅₀** je s standardom identično merilno polje: CMY črna 80% (G80). Vsaj ostala primarna CMY črna merilna polja so manj izrazita ($\Delta C^*_{ab} < 0$) od standarda; v povprečju smo pri meritvah merilnih polj G, dosegli majhne barvne razlike v nasičenosti ($\Delta C^*_{ab} = 1 - 3$). Pri pogoju **F2** se vsa merilna polja črne G manj izrazita od standarda ($\Delta C^*_{ab} < 0$). Najmanjše odstopanje predstavlja merilno polje: črna 20% (K20). Največje odstopanje smo zabeležili pri: CMY črna 80% (K80). V povprečju smo dosegli majhne barvne razlike v nasičenosti ($\Delta C^*_{ab} = 1 - 3$).



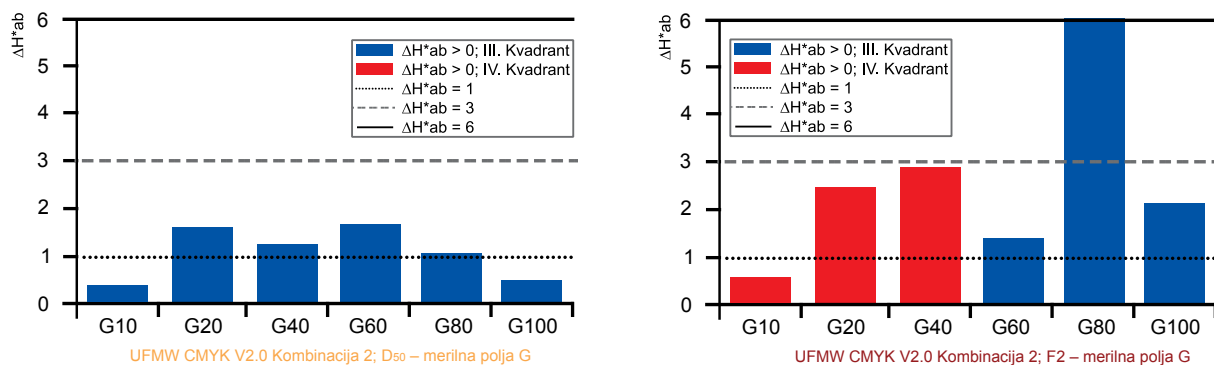
Slika 69: Prikaz ΔC^*_{ab} Kombinacije 2 pri **D₅₀** in **F2** – merilna polja G

Rezultati CIE barvne razlike (ΔH^*_{ab}) Kombinacija 1; pri pogoju **D₅₀** smo dosegli minimalne barvne razlike v barvnem tonu ($\Delta H^*_{ab} = 1$). Najmanjši odmik dosega merilno polje: črna 10% (G10). Največji odmik smo dosegli pri merilnem polju črna 60% (G60). Merilna polja (G10 - G100) se nahajajo v III. Kvadrantu koordinatnega sistema in se odražajo bolj modro od standarda. Pri pogoju **F2** smo v povprečju dosegli majhne barvne razlike ($\Delta H^*_{ab} = 1 - 3$). Najmanjši odmik smo dosegli pri merilnem polju črna 10% (G10). Največji odmik smo dosegli pri merilnem polju črna 80% (G80). Merilna polja (G10 - G40) se nahajajo v IV. Kvadrantu koordinatnega sistema in so bolj rdeča od standarda. Merilna polja (G80 - G100) se nahajajo v III. Kvadrantu in so od standarda bolj modra.



Slika 70: Prikaz ΔH^*_{ab} Kombinacije 1 pri **D₅₀** in **F₂** – merilna polja G

Rezultati CIE barvne razlike (ΔH^*_{ab}) Kombinacija 2; pri pogoju **D₅₀** smo v povprečju dosegli majhne barvne razlike v barvnem tonu ($\Delta H^*_{ab} = 1 - 3$). Najmanjši odmik barvne kota (h^*) dosega merilno polje črne 10% (G10). Največji odmik smo dosegli pri merilnem polju črna 60% (G60). Merilna polja G se nahajajo v III. Kvadrantu in so bolj modra od standarda. Pri pogoju **F2** smo v povprečju dosegli majhne barvne razlike ($\Delta H^*_{ab} = 1 - 3$). Merilna polja (G10 - G40) se nahajata v IV. Kvadrantu koordinatnega in se odražajo bolj rdeče od standarda, merilna polja (G60 - G100) se nahajajo v III. Kvadrantu in so bolj modra od standarda.



Slika 71: Prikaz ΔH^*_{ab} Kombinacije 2 pri **D₅₀** in **F₂** – merilna polja G

Tiskani mediji so v mnogih primerih absolutno nezamenljivi, kot je na primer proizvodnja etiket, embalaže, priročnikov idr. V panogah kjer bi lahko tiskane medije teoretično zamenjali z elektronskimi mediji imajo tiskani mediji vseeno prednost v ceni, enostavni uporabi, dostopnosti in trajnosti izdelkov. Seveda so možnosti uporabe posebnih efektov in različnih aplikacij superiorne v odnosu s katerim drugim medijem.

Konvencionalni ofsetni tisk (SIST ISO 12647-2:2005), bo na trgu zadržal svoj primat, ker ima določene prednosti pred ostalimi konvencionalnimi in digitalnimi tehnikami tiska. Delovni proces je razmerno cenovno dostopen, stabilen in možno je doseči odlično kvaliteto. Konvencionalni ofsetni tisk se razvija, v smeri združevanja tehnik tiska (fleks-to tisk ISO 12647-6), kot je sistem Heidelberg Anicolor.

Digitalni tisk bo povečal svojo prisotnost na trgu, vendar ni pričakovati, da bi digitalne tehnike tiska (ISO 12637-1) v prihodnosti postale dominantne tehnike odtisovanja, ker ne dosegajo zmogljivosti v hitrosti odtisovanja. Digitalni tisk velikega formata je v zadnjih letih v velikem porastu in je eno od najhitreje rastočih tržišč. Poznamo mnogo različic proizvajalcev: indor, outdoor, pigmentnih, dye, solventnih in UV tiskalnikov. Cilj vseh proizvajalcev in uporabnikov je najti optimalno različico tiskalnika, kateri bo za najnižjo ceno zmožen natisniti najkvalitetnejši izpis, ta pa lahko eventuelno še ponuja enostavne operacije grafične dodelave ali končno izdelavo produkta na istem stroju. Od proizvajalcev so vodilni: Agfa, Azon, Canon, Encad, HP, Infiniti, Mikaki, Mutoh, NUR, OCÈ, Roland, Scitex, Seiko (sedaj pod znamko HP-ja tudi Vutek) idr. Tehnologija 3D kapličnega tiska se uporablja na področju arhitekture in industrijskega oblikovanja pri izdelovanju maket in prototipov, tehnologija Flatbed pa že izpodrinja konvencionalno tehniko sito tiska (ISO 12647-5:2001; SIST ISO 12647-5:2002).

Sistem za izdelavo digitalnih poskusnih poskusnih odtisov, mora biti voden v skladu s obstoječo standardizacijo (SIST ISO 12647-7), oziroma specifikacij (FOGRA). Vsebovati mora sofisticiran skupek orodij, ki omogočajo implementacijo ICC in PDF/X delovnih procesov s podporo za različne konfiguracije delokrogov. Omogočati mora produktiven, cenovno ugoden in barvno natančen delovni proces.

4.1 DIGITALNE TEHNIKE TISKA

Digitalni tehniki odtisovanja, ki smo jih uporabili v sklopu eksperimentalnega dela sta v množični uporabi in glavni predstavnici tehnik digitalnega odtisovanja (ISO 12637-1). Obe sta usmerjeni v svoj tržni segment, kjer držita primat glede namembnosti in uporabnosti. S strani proizvajalcev, razvoja grafičnih materialov ter digitalnih tehnologij se pojavlja težnja po poenotenju uporabe tudi v segmentih, kjer zaradi tehnoloških omejitev implementacija določene tehnologije digitalne tehnike ni bila možna ali primerna. Takšen primer je uporaba digitalne tehnike elektrofotografije (imagePRESS C1) proizvajalca Canon v procesu izdelovanja digitalnega poiskusnega odtisa v skladu s SIST ISO 12647-2:2005 in publikacijo Media Standard Print 2006 oz. izdelavi certificiranih poiskusnih odtisov v skladu z ISO 12647-7:2007; (SIST) ISO 12647-7:2008.

Elektrofotografska tehnika odtisovanja zaradi cenovne dostopnosti in racionalne porabe grafičnih materialov, digitalizacije procesa ter možnosti implementiranja dodelavnih enot, izpodrinja konvencionalni ofsetni tisk ter tisk nižjih naklad. Tisk črne (K) barve je primerljiv odnosno identičen kvaliteti ofsetnega tiska. Barvna reprodukcija ima posledično omejen barvni obseg, zaradi tehnološke omejitve uporabe nepremaznih substratov nižjih gramatur in kemijskih zadržljivosti tonerja. Številna podjetja in organizacije se poslužujejo nakupa elektrofotografskega stroja za tisk presonaliziranih in konferenčnih tiskovin za projektno interno ali eksterno uporabo. Za tiskovine nižjih naklad z nizko cenovno in uporabno oziroma trajno vrednostjo (konference, seminarji, skripte, načrti idr.) svetlobna obstojnost odtisov ni ključnega pomena.

Tehnika diskontinuiranega kapljičnega tiska se uporablja na področjih (marketing, likovno-grafična avtorska dela, tisk fotografij, digitalni poiskusni odtisi ipd.), kjer sta izgled barv in svetlobna obstojnost odtisov ključnega pomena. Tehnologija uporablja razširjen nabor barv, kar z uporabo površinsko oplemenitenih substratov višjih gramatur omogoča večji kontrast (C^*) in barvni obseg odtisnjenih reprodukcij. Odtisujemo lahko na različne porozne materiale (tekstil, polimerni materiali, kovinske folije, les idr.). Uporaba kovinskih barv trenutno še ni možna, zaradi prevelikih delcev kovin v tiskarski barvi, kateri povzročajo mašenje šob. Trenutno je najpogosteje uporabljena digitalna tehnika, za simulacijo procesnega tiska. Glavne tehnološke značilnosti digitalnih tehnik odtisovanja, ki smo ju uporabili pri raziskavi opisuje (preglednica 7) na strani 38.

4.2 OBSEG BARV

3D CIELAB barvni prostor ponazarja slika 20 na strani 45, ki prikazuje volumen barvnih teles – barvni obseg referenčnega in izdelanih ICC barvnih profilov. Potrjuje skladnost izdelanih ICC barvnih profilov z UGRA/Fogra specifikacijo, saj je barvni obseg Kombinacije 1 in 2 skladen z referenčnim ICC barvnim profilom (EuropeISO-CoatedFOGRA_27L.icc). Kombinacija 1 zajema občutno večji volumen (738.290) od referenčnega volumna barvnega obsega (438.355), medtem ko je volumen barvnega obsega Kombinacije 2 občutno manjši (256.149), vendar v skladu z normativi.

2D CIE a*b* barvni prostor ponazarjano slike 21 - 23 na strani 46, ki prikazujejo barvni obseg ICC barvnih profilov v različnih svetlostnih (L^*) območjih.

Slika 21 prikazuje barvne obsege ICC barvnih profilov v temnem območju svetlosti ($L^* = 10$). Kombinacija 1 in 2 ponazarjata večji in s tem ustrezen barvni obseg v primerjavi z referenčnim ICC barvnim profilom, kar potrjuje dobro odtisovanje temnih barv. Vendar je barvni obseg Kombinacije 1 manjši od Kombinacije 2, katera ponazarja občutno večji barvni obseg rdeče/vijoličnih in zeleno/modrih barvnih vrednosti.

Slika 22 prikazuje barvne obsege ICC barvnih profilov srednjem območju svetlosti ($L^* = 50$). Kombinacija 1 ponazarja, večji barvni obseg v primerjavi z referenčnim ICC barvnim profilom, z izjemo v magenta barvnih vrednostih. Kombinacija 2 ponazarja skladen barvni obseg, z občutno slabšim zajemanjem rdečih vrednosti.

Slika 23 prikazuje barvne obsege ICC barvnih profilov v temnem območju svetlosti ($L^* = 90$). Kombinacija 1 ponazarja, primanjkljaj zelenih in rumenih barvnih vrednosti, medtem ko Kombinacija 2 slabše ponazarja vijolično/modre vrednosti.

Z vrednotenjem barvnega obsega lahko trdimo, da tehnologija diskontinuiranega kapljičnega tiska (Kombinacija 1) z uporabo površinsko oplemenitenega tiskovnega materiala in razširjenim naborom kartuš, odlično reproducira vse barvne vrednosti z izjemo v magenta barvnih vrednostih. To pomankljivost Epson poiskuje odpraviti z uporabo dodatne magenta kartuše (Vivid Magenta). Tehnologija elektrofotografskega tiska (Kombinacija 2) odlično reproducira zelene in rumene barvne vrednosti, medtem kot slabše ponazori rdeče vrednosti. Na manjši barvni obseg vpliva tako nepremazan tiskalniški papir kot tudi uporaba samo osnovnih primarnih procesnih (CMYK) barv.

4.3 KOMENTARJI CIE MERITEV

ΔL^* - CIE barvna razlika v stopnji svetlosti; oceno meritev ponazarja (preglednica 19). Pri **Kombinaciji 1** smo s pogojem **D₅₀** dosegli temnejšo barvno reprodukcijo ($\Delta L^* < 0$), z majhnimi barvnimi razlikami ($\Delta L^* = 1 - 3$). Pri primarnih barvah (CMYK in RGB) se svetleje ($\Delta L^* = 1$) odražajo merilna polja cian 70% (A2), magenta 100% (A4) in rdeča 100% (B4). Z uporabo pogoja **F2** smo dosegli svetlejšo barvno reprodukcijo ($\Delta L^* > 0$) z majhnimi barvnimi razlikami v stopnji svetlosti ($\Delta L^* = 1 - 3$). Pri primarnih barvah so svetlejša merilna polja: magenta (A4 - A6), črna (K10 - K100), modra (B3), rdeča (B4 - B6) in zelena (B8 in B9). Pri **Kombinaciji 2** smo z uporabljenim pogojem **D₅₀** dosegli temnejšo barvno reprodukcijo ($\Delta L^* < 0$) z očitnimi barvnimi razlikami v stopnji svetlosti ($\Delta L^* = 3 - 6$). Z uporabljenim pogojem **F2** smo dosegli temnejšo barvno reprodukcijo ($\Delta L^* < 0$) z velikimi barvnimi razlikami v stopnji svetlosti ($\Delta L^* > 6$). Pri primarnih barvah (CMYK in RGB) se svetleje upodabljajo merilna polja: magenta 100% (A4), črna 100% (K100) in rdeča 100% (B4).

Preglednica 19: Pregled meritev CIE barvnih razlik v stopnji svetlosti (ΔL^*)

ΔL^*	Kombinacija 1 ^{a)}	Kombinacija 2 ^{b)}
$\Delta L^* D_{50}$	$\Delta L^* = 1 - 3$ ($\Delta L^* < 0$)	$\Delta L^* = 3 - 6$ ($\Delta L^* < 0$)
$\Delta L^* F2$	$\Delta L^* = 1 - 3$ ($\Delta L^* > 0$)	$\Delta L^* > 6$ ($\Delta L^* < 0$)

^{a)} diskontinuirano kapljično tiskanje, papir foto kvalitete (115 g/m²), ICC barvni profil H64_260_A.icc
^{b)} elektrofotografsko tiskanje, SC papir (100 g/m²), ICC barvni profil Ofset_170.icc

Δa^* - CIE barvna razlika v kromatičnosti zeleno/rdečih vrednosti; oceno meritev ponazarja (preglednica 20). Pri **Kombinaciji 1** so s pogojem **D₅₀** merilna polja bolj **zelena** ($\Delta a^* < 0$) od standardnih vrednosti. Dosegli smo majhne barvne razlike v stopnji kromatičnosti ($\Delta a^* = 1 - 3$). Z uporabljenim pogojem **F2**, so merilna polja bolj **rdeča** ($\Delta a^* > 0$) od standardanih vrednosti. Dosegli smo dosegli velike barvne razlike ($\Delta a^* = 3 - 6$). Pri **Kombinaciji 2** smo z pogojem **D₅₀** so merilna polja bolj **rdeča** ($\Delta a^* > 0$) od standardanih vrednosti. Dosegli smo majhne barvne razlike v stopnji kromatičnosti ($\Delta a^* = 1 - 3$). Z uporabljenim pogojem **F2**, so merilna polja bolj **rdeča** ($\Delta a^* > 0$) od standardanih vrednosti. Dosegli smo dosegli zelo velike barvne razlike ($\Delta a^* > 6$).

Preglednica 20: Pregled meritev CIE barvnih razlik zeleno/rdečih vrednosti (Δa^*)

Δa^*	Kombinacija 1 ^{a)}	Kombinacija 2 ^{b)}
$\Delta a^* D_{50}$	$\Delta a^* = 1 - 3$ ($\Delta a^* < 0$)	$\Delta a^* = 1 - 3$ ($\Delta a^* > 0$)
$\Delta a^* F2$	$\Delta a^* = 3 - 6$ ($\Delta a^* > 0$)	$\Delta a^* > 6$ ($\Delta a^* > 0$)

^{a)} diskontinuirano kapljično tiskanje, papir foto kvalitete (115 g/m²), ICC barvni profil H64_260_A.icc
^{b)} elektrofotografsko tiskanje, SC papir (100 g/m²), ICC barvni profil Ofset_170.icc

Δb^* - (CIE barvna razlika v kromatičnosti rumeno/modrih vrednosti); oceno meritev ponazarja (preglednica 21). Pri **Kombinaciji 1** s pogojem **D₅₀**, so merilna polja bolj **modra** ($\Delta b^* < 0$) od standardnih vrednosti. Dosegli majhne barvne razlike ($\Delta b^* = 1 - 3$). Pri primarnih barvah (RGB in CMYK) so polja bolj modra polja: cian (A2 in A3), magenta (A5), rumena (A7 in A9), črna (K10, K40, K80 in K100), modra (B1 in B2) in zelena (B7). Pri pogoju **F2**, so merilna polja bolj **rumena** ($\Delta b^* > 0$) od standardanih vrednosti. Dosegli smo velike barvne razlike ($\Delta a^* = 3 - 6$). Pri **Kombinaciji 2**, so s pogojem **D₅₀** merilna polja bolj **rumena** ($\Delta b^* > 0$) od standardanih vrednosti. Dosegli velike barvne razlike ($\Delta b^* = 3 - 6$). Pri primarnih barvah, so merilna polja, ki se odražajo bolj rumeno : cian (A1 - A2), magenta (A4 - A6), rumena (A7 - A9), črna (K20 - K80), modra (B1 - B3), rdeča (B4 - B6) in zelena (B7 - B9). Pri pogoju **F2**, so merilna polja bolj **rumena** ($\Delta b^* > 0$) od standardanih vrednosti. Dosegli zelo velike barvne razlike ($\Delta a^* > 6$).

Preglednica 21: Pregled meritev CIE barvnih razlik rumeno/modrih vrednosti (Δb^*)

Δb^*	Kombinacija 1 ^{a)}	Kombinacija 2 ^{b)}
$\Delta b^* D_{50}$	$\Delta b^* = 1 - 3$ ($\Delta b^* < 0$)	$\Delta b^* = 3 - 6$ ($\Delta b^* > 0$)
$\Delta b^* F2$	$\Delta b^* = 3 - 6$ ($\Delta b^* > 0$)	$\Delta b^* > 6$ ($\Delta b^* > 0$)

^{a)} diskontinuirano kapljično tiskanje, papir foto kvalitete (115 g/m²), ICC barvni profil H64_260_A.icc

^{b)} elektrofotografsko tiskanje, SC papir (100 g/m²), ICC barvni profil Ofset_170.icc

ΔE_{ab}^* - (CIE barvna razlika v barvnem prostoru - zaznava barv); oceno meritev ponazarja (preglednica 22). Pri **Kombinaciji 1**, smo z uporabljenim pogojem **D₅₀**, pri vrednotenju merilnih polj UFMW CMYK V2.0 medijskega klina dosegli vse (specifikacijske zahteve FOGRA). Pri meritvah dosegli smo majhne barvne razlike ($\Delta E_{ab}^* = 1 - 3$). Z uporabo pogoja **F2**, smo pri meritvah dosegli velike barvne razlike v zaznavi barv ($\Delta E_{ab}^* = 3 - 6$) večina primarnih barv (CMYK in RGB) ne ustrezajo specifikaciji (FOGRA). Pri **Kombinaciji 2** smo s pogojem **D₅₀** dosegli vse (FOGRA) specifikacijske zahteve vrednotenja barvnih razlik. Dosegli velike barvne razlike ($\Delta E_{ab}^* = 3 - 6$). Z uporabo pogoja **F2**, smo pri meritvah dosegli zelo velike barvne razlike v zaznavi barv ($\Delta E_{ab}^* > 6$).

Preglednica 22: Pregled meritev CIE barvnih razlik zaznave barv (ΔE^*_{ab})

ΔE^*_{ab}	Kombinacija 1 ^{a)}	Kombinacija 2 ^{b)}
$\Delta E^*_{ab} D_{50}$	$\Delta E^*_{ab} = 1 - 3$	$\Delta E^*_{ab} = 3 - 6$
$\Delta E^*_{ab} F2$	$\Delta E^*_{ab} = 3 - 6$	$\Delta E^*_{ab} > 6$

^{a)} diskontinuirano kapljično tiskanje, papir foto kvalitete (115 g/m²), ICC barvni profil H64_260_A.icc

^{b)} elektrofotografsko tiskanje, SC papir (100 g/m²), ICC barvni profil Ofset_170.icc

ΔC^*_{ab} - (CIE barvna razlika v nasičenosti barv - kromatičnosti); oceno meritev ponazarja (preglednica 23). Pri **Kombinaciji 1** z uporabo pogoja **D50**, so merilna polja **izrazitejša** ($\Delta C^*_{ab} > 0$) od standardnih vrednostih. Dosegli smo majhne barvne razlike ($\Delta C^*_{ab} = 1 - 3$). Pri primarnih barvah (CMYK in RGB), so manj izrazita ($\Delta C^*_{ab} < 0$) merilna polja: magenta 100% (A4), rumena 100% (A7), črna (K20 in K60). Z uporabo pogoja **F2**, so merilna polja **manj izrazita** ($\Delta C^*_{ab} < 0$). Dosegli smo očitne barvne razlike ($\Delta C^*_{ab} = 3 - 6$). Pri primarnih barvah, so izrazitejša ($\Delta C^*_{ab} > 0$) merilna polja: rumena (A7 - A9), črna (K80 in K100), modra (B1 - B3), rdeča (B4 - B6) in zelena (B9). Pri **Kombinaciji 2**, z uporabo pogoja **D50**, so merilna polja **izrazitejša** ($\Delta C^*_{ab} > 0$). Dosegli smo očitne barvne razlike ($\Delta C^*_{ab} = 3 - 6$). Pri primarnih barvah, so manj izrazita ($\Delta C^*_{ab} < 0$) merilna polja: cian (A1 - A3), magenta (A4 - A5), črna (K20 - K100), modra (B1 - B3). Z uporabo pogoja **F2**, so merilna polja **manj izrazita** ($\Delta C^*_{ab} < 0$). Dosegli smo zelo velike barvne razlike ($\Delta C^*_{ab} > 6$). Pri procesnih barvah, so bolj izrazitejša ($\Delta C^*_{ab} > 0$) merilna polja: magenta (A6), rumena (A7 - A9), črna (K10 - K100), modra (B1 - B3), rdeča (B5 - B6) in zelena (B9).

Preglednica 23: Pregled meritev CIE barvnih razlik zaznave barv (ΔC^*_{ab})

ΔC^*_{ab}	Kombinacija 1 ^{a)}	Kombinacija 2 ^{b)}
ΔC^*_{ab} D50	$\Delta C^*_{ab} = 1 - 3$ ($\Delta C^*_{ab} > 0$)	$\Delta C^*_{ab} = 3 - 6$ ($\Delta C^*_{ab} > 0$)
ΔC^*_{ab} F2	$\Delta C^*_{ab} = 3 - 6$ ($\Delta C^*_{ab} < 0$)	$\Delta C^*_{ab} > 6$ ($\Delta C^*_{ab} < 0$)

a) diskontinuirano kapljično tiskanje, papir foto kvalitete (115 g/m²), ICC barvni profil H64_260_A.icc
b) elektrofotografsko tiskanje, SC papir (100 g/m²), ICC barvni profil Ofset_170.icc

ΔH^*_{ab} - (CIE barvna razlika v barvnem tonu - barvitosti); oceno meritev ponazarja (preglednica 24). Pri **Kombinaciji 1**, z uporabo pogoja **D50**, smo dosegli minimalne barvne razlike ($\Delta H^*_{ab} = 1$). Pri primarnih barvah, so največja odstopanja vidna pri merilnih poljih: rumena 70% (A7), rdeča 100% (B4) in zelena 100% (B7). Z uporabo pogoja **F2**, smo dosegli zelo velike barvne razlike ($\Delta H^*_{ab} > 6$). Pri **Kombinaciji 2**, z uporabo pogoja **D50** smo dosegli majhne barvne razlike ($\Delta H^*_{ab} = 1 - 3$). Pri primarnih procesnih barvah, so največja odstopanja vidna primerilnih poljih: magenta 100% (A4), modra 100% (B1), rdeča 100% (B4), zelena (B7 in B9). Z uporabo pogoja **F2**, smo dosegli zelo velike barvne razlike v barvnem tonu ($\Delta H^*_{ab} > 6$).

Preglednica 24: Pregled meritev CIE barvnih razlik zaznave barv (ΔH^*_{ab})

ΔH^*_{ab}	Kombinacija 1 ^{a)}	Kombinacija 2 ^{b)}
ΔH^*_{ab} D50	$\Delta H^*_{ab} = 1$	$\Delta H^*_{ab} = 1 - 3$
ΔH^*_{ab} F2	$\Delta H^*_{ab} > 6$	$\Delta H^*_{ab} > 6$

a) diskontinuirano kapljično tiskanje, papir foto kvalitete (115 g/m²), ICC barvni profil H64_260_A.icc
b) elektrofotografsko tiskanje, SC papir (100 g/m²), ICC barvni profil Ofset_170.icc

Rezultati raziskave vrednotenja digitalnih poiskusnih odtisov barvne reprodukcije UFMW CMYK V2.0 medijskega klina so pokazali:

- diskontinuirano kapljično tiskanje je trenutno najprimernejša digitalna tehnika, s katero lahko simuliramo procesni odtis tiskarskih strojev na površinsko opletenjenih tiskovnih materialih. Z njeno uporabo dosežemo večji barvni obseg ter posledično manjše CIE barvne razlike.
- elektrofotografsko tiskanje je strezna digitalna tehnika, s katero lahko izvedemo simulacijo procesnih odtisov tiskarskih strojev, na nepremaznih tiskovnih materialih. Z njeno uporabo dosegamo manjši barvni obseg od standarda, kar je glavni vzrok za nastanek večjih CIE barvnih razlik.

Preglednica 25: Zaključek meritev CIE barvnih razlik

CIE barvne razlike	Razlogi za nastale CIE barvne razlike	Vpliv na barvno reprodukcijo
ΔL^* Stopnja svetlosti	Površinske lastnosti tiskovnih materialov Premazi in sestava tiskovnega materiala D50/F2	ISO belina (%), Sijaj (%) ISO belina (%), Sijaj (%) D50 ($\Delta L^* = 1 - 3$), F2 ($\Delta L^* = 3 - 6$)
Δa^*	Površinske lastnosti tiskovnih materialov Kemijska sestava tiskarskih barv in tonerjev Proces generiranja ICC barvnega profila D50/F2	ISO belina (%), Sijaj (%) Vpliv na rdeče in zelene barvne komponente Obseg barv izhodne ali vhodne naprave D50 ($\Delta L^* = 1 - 3$), F2 ($\Delta L^* = 3 - 6$)
Δb^*	Površinske lastnosti tiskovnih materialov Kemijska sestava tiskarskih barv in tonerjev Proces generiranja ICC barvnega profila D50/F2	ISO belina (%), Sijaj (%) Vpliv na modre in rumene barvne komponente Obseg barv izhodne ali vhodne naprave D50 ($\Delta L^* = 1 - 3$), F2 ($\Delta L^* = 3 - 6$)
ΔE^*_{ab}	Površinske lastnosti tiskovnih materialov Kemijska sestava tiskarskih barv in tonerjev Proces generiranja ICC barvnega profila D50/F2 Programska oprema, strojna in merilna oprema CIE barvne razlike: ΔL^* , Δa^* in Δb^*	ISO belina (%), Sijaj (%) Izrazitost, pestrost barv Obseg barv izhodne ali vhodne naprave D50 ($\Delta L^* = 1 - 3$), F2 ($\Delta L^* = 3 - 6$) Zajemanje barvnih vrednosti Svetlost, izgled barv
ΔC^*_{ab}	Površinske lastnosti tiskovnih materialov Kemijska sestava tiskarskih barv in tonerjev Proces generiranja ICC barvnega profila D50/F2 Programska oprema, strojna in merilna oprema CIE barvne razlike: Δa^* in Δb^*	ISO belina (%), Sijaj (%) Nasičenost, kontrastnost (izgled) barv Obseg barv izhodne ali vhodne naprave D50 ($\Delta L^* = 1 - 3$), F2 ($\Delta L^* = 3 - 6$) Zajemanje barvnih vrednosti Svetlost, izgled barv
ΔH^*_{ab}	Kemijska sestava tiskarskih barv in tonerjev Proces generiranja ICC barvnega profila D50/F2 Programska oprema, strojna in merilna oprema CIE barvne razlike: ΔE^*_{ab} , ΔL^* in ΔC^*_{ab} Proces generiranja ICC barvnega profila	Kontrastnost Ni posebnega vpliva D50 ($\Delta L^* = 1 - 3$), F2 ($\Delta L^* = 3 - 6$) Zajemanje barvnih vrednosti Svetlost in izgled barv Obseg barv izhodne ali vhodne naprave

1. *The ABC's of proofing : understanding a key element of the print production process* [dostopno na daljavo]. EFI color print management software, 2007 [citirano 3.2. 2007]. Dostopno na svetovnem spletu: <<http://www.efi.com/colorproofabc/pdf>>.
2. Što trebate znati o ripanju. *CroPrint : časopis za grafiku i tiskarstvo*, 2007, god. 2, br. 1, str. 34 – 35.
3. ILIĆ, T. Rastriranje. *CroPrint : časopis za grafiku i tiskarstvo*, 2006, god.1, br. 3, str. 34 – 36.
4. *Application notes for PDF/X standards. Version 3*. Reston : CGATS ; NEPS, 2002, 18 str.
5. *Graphic technology — Prepress digital data exchange Use of PDF — Part 3: Complete exchange suitable for colour-managed workflows. (PDF/X-3) ISO 15930-3 : 2003*, 16 str.
6. KUMAR, M. Digitalni tisk danes. *Grafičar : revija slovenskih grafičarjev*, 2007, št. 5, str. 6 – 18.
7. NOVAK, G. *Grafični materiali*. Ljubljana : Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za tekstilstvo, 2004, 320 str.
8. SVANHOLM, E. *Printability and ink-coating interactions in inkjet printing* [dostopno na daljavo]. Karlstad : University Karlstad, Faculty of Technology and Science Chemical Engineering, 2007 [citirano 8.12. 2007]. Dostopno na svetovnem spletu: <http://www.t2f.nu/t2frapp_f_231.pdf>.
9. RUTAR, V. in SCHEICHER, L. Papir in kakovost odtisa v laserskem tisku. *Grafičar : revija slovenskih grafičarjev*, 2003, št. 1, str. 30 – 34.
10. RUTAR, V. in SCHEICHER, L. Vpliv površinskega klejenja na kakovost površine tiskovnega substrata, potiskljivega v elektrofotografskih tehnikah = The effect of surface sizing on surface quality of printing substrate used in electrophotographic printing techniques. *Papir*, 2003, št.3, str. 25 – 26
11. KRALJ, T. Površinske značilnosti papirja za kapljični tisk. *Grafičar : revija slovenskih grafičarjev*, 2001, št. 1, str. 23 – 32.
12. ČERNIČ LETNAR, M., BRAČKO, S. in KANKEL, K. Barvometrične lastnosti odtisa v kapljičnem tisku = Colorimetric properties of inkjet colour print. *Papir*, 2004, št.6, str. 22 – 23.
13. GOLOB, V. in GOLOB, D. *Teorija barvnemetrike. Interdisciplinarnost barve Del 1 ; V Znanosti*. Maribor : Društvo koloristov Slovenije, 2001, str. 199 – 230.
14. FRASER, B., MURPHY, C. in BUNTING, F. *Real world color management : industrial-strength production techniques, 2nd edition*. Berkeley, Peachpit press, 2005, 582 str.

15. BRAČKO, S. *Barvna metrika : zapiski iz predavanj*. Ljubljana : Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za tekstilstvo, študijsko leto študijsko leto 2002 – 2003
16. BRAČKO, S. *Tipologija barv : vaje*. Ljubljana : Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za tekstilstvo, 2001, 34 str.
17. KUMAR, M. Barvni vednik in geslovnik - II. del : o komuniciranju, merjenju in nadziranju barv pri digitalnem upodabljanju v grafični dejavnosti. *Grafičar : revija slovenskih grafičarjev*, 2003, št. 3, str. 22 – 25.
18. KUMAR, M. Barvni vednik in geslovnih - III. del : o komuniciranju, merjenju in nadziranju barv pri digitalnem upodabljanju v grafični dejavnosti. *Grafičar : revija slovenskih grafičarjev*, 2003, št. 4, str. 22 – 25.
19. GOLOB, V. *Barvna metrika : skripta za VS študijski program*. Maribor : Fakulteta za strojništvo, Oddelek za tekstilstvo, 2001, str. 68.
20. GOLOB, G. *Reprodukcija barv. Interdisciplinarnost barve Del 1 ; V znanosti*. Maribor : Društvo koloristov Slovenije, 2001, str. 309 – 339.
21. ŠILC, J. *Tisk po standardu SIST ISO 12647-2 ter simulacija standardnega tiska na tiskalniku : diplomsko delo*. Ljubljana, 2007. 86 str.
22. KUMAR, M. Novi barvni profili ISO/ECI 2007. *Grafičar : revija slovenskih grafičarjev*, 2007, št. 2, str. 6 – 8.
23. Overview of calibration [dostopno na daljavo]. COLOR SAVVY *color selection products*, 2007 [citirano 5.8. 2007]. Dostopno na svetovnem spletu: <<http://www.colorsavvy.com/Products/Learn/Calibration/pdf>>.
24. KUMAR, M. Barvni profili ISO/ECI 2007. *Grafičar : revija slovenskih grafičarjev*, 2005, št. 4, str. 6 – 8 in 10 – 11.
25. *Media standard print 2006 : technical guidelines for data, proofs and films*. [dostopno na daljavo]. BVDM bundesverband druck und medien, 2007 [citirano 11.2. 2007]. Dostopno na svetovnem spletu: <<http://www.bvdm-online.de/aktuelles/Downloads/pdf>>.
26. KUMAR, M. Digitalni tisk po ISO 12647-7: Altona test suite. *Grafičar : revija slovenskih grafičarjev*, 2008, št. 3, str. 20 in 22.
27. KUMAR, M. Digitalni tisk po ISO 12647-7: Altona test suite. *Grafičar : revija slovenskih grafičarjev*, 2008, št. 4, str. 23 in 24 in 26 – 27.
28. KUMAR, M. Digitalni tisk po standardih ISO 12647. *Grafičar : revija slovenskih grafičarjev*, 2008, št. 2, str. 21 – 22.
29. *Epson stylus pro 4800* [dostopno na daljavo]. THE LUMINOUS LANDSCAPE, 2007 [citirano 3.10. 2007]. Dostopno na svetovnem spletu: <<http://www.luminous-landscape.com/reviews/printers/4800-1st.shtml>>.
30. Canon imagepress C1 [dostopno na daljavo]. CANON, 2007 [citirano 3.10. 2007]. Dostopno na svetovnem spletu: <http://www.canon-europe.com/For_Work/Products/Professional_Print/Digital_Colour_Production/imagePRESS_C1/index.asp>.

PRILOGA A

Meritve UFMW CMYK V2.0

A1 UFMW CMYK V2.0; D₅₀/2° – merilna polja A

Preglednica A1: CIE L*a*b* vrednosti; D₅₀/2° – merilna polja A

(EuropeISOCoatedFOGRA_27L.icc) D50/2° ^{a)}				Kombinacija 1 D50/2° ^{b)}					Kombinacija 2 D50/2° ^{c)}				
Merilno polje	Ideal Lab L*	Ideal Lab a*	Ideal Lab b*	Lab L*	Lab a*	Lab b*	ΔL*	ΔE*ab	Lab L*	Lab a*	Lab b*	ΔL*	ΔE*ab
A1	55.16	-39.94	-50.74	54.10	-40.73	-50.60	-1.06	1.33	50.03	-38.19	-46.86	-5.13	6.67
A2	67.56	-27.12	-36.45	67.84	-28.26	-36.55	0.28	1.18	60.92	-23.31	-32.42	-6.64	8.65
A3	80.84	-13.82	-21.02	80.17	-13.83	-21.31	-0.67	0.73	78.65	-12.93	-20.98	-2.19	2.36
A4	47.23	75.94	-3.75	47.75	72.82	-2.86	0.52	3.29	42.62	74.76	0.22	-4.61	6.20
A5	60.65	52.23	-7.06	60.55	53.40	-7.23	-0.10	1.19	57.43	50.87	-4.90	-3.22	4.11
A6	77.01	26.20	-7.69	76.46	26.91	-7.55	-0.55	0.91	74.13	26.84	-6.14	-2.88	3.33
A7	89.68	-4.45	94.69	87.91	-5.32	94.05	-1.77	2.07	87.1	-5.79	98.45	-2.58	4.75
A8	91.29	-4.55	63.09	89.10	-5.76	65.21	-2.19	3.28	89.44	-7.04	63.89	-1.85	3.20
A9	93.29	-3.25	30.62	91.11	-3.75	30.36	-2.18	2.25	91.92	-5.01	33.06	-1.37	3.31
A10	53.53	38.41	28.79	53.24	38.55	29.16	-0.29	0.49	52.18	39.31	30.39	-1.35	2.28
A11	41.41	23.08	16.61	40.77	24.50	16.46	-0.64	1.56	36.16	24.66	15.32	-5.25	5.63
A12	32.37	40.28	21.93	31.26	41.41	21.40	-1.11	1.67	28.31	42.33	22.56	-4.06	4.59
A13	32.63	44.57	-1.76	32.01	45.97	-1.98	-0.62	1.55	28.22	47.36	-1.53	-4.41	5.22
A14	51.33	1.89	44.27	51.28	1.43	44.54	-0.05 ^{d)}	0.54	49.61	1.35	47.90	-1.72	4.05
A15	34.04	-40.86	14.50	32.29	-45.15	13.38	-1.75	4.77	30.93	-45.54	16.05	-3.11	5.83
A16	36.24	-30.59	-20.64	35.20	-34.10	-22.32	-1.04	4.03	32.13	-33.53	-17.36	-4.11	6.02
A17	21.15	3.37	-23.03	18.62	3.70	-26.91	-2.53	4.64	14.38	7.63	-22.04	-6.77	8.06

a) Referenčne CIE L*a*b* vrednosti: Tehnična specifikacija FOGRA (Tip papirja 1 in 2) – merilna polja A

b) Izmerjene in izračunane CIE L*a*b* vrednosti: z uporabo tehnologije diskontinuiranega kapljičnega tiska

c) Izmerjene in izračunane CIE L*a*b* vrednosti: z uporabo tehnologije elektrofotografskega tiska

d) Ujemanje izmerjenih vrednosti s standardnimi vrednostmi

Preglednica A2: CIE L*C*h vrednosti; D₅₀/2° – merilna polja A

(EuropeISOCoatedFOGRA_27L.icc) D50/2° ^{a)}				Kombinacija 1 D50/2° ^{b)}					Kombinacija 2 D50/2° ^{c)}				
Merilno polje	Ideal LCh L*	Ideal LCh C*	Ideal LCh h°	LCh L*	LCh C*	LCh h°	ΔC*ab	ΔH*ab	LCh L*	LCh C*	LCh h°	ΔC*ab	ΔH*ab
A1	55.16	64.57	231.78	54.10	64.96	231.11	0.39	0.70	50.03	60.45	230.89	-4.12	1.07
A2	67.56	45.43	233.27	67.84	46.20	232.23	0.77	0.85	60.92	39.93	234.27	-5.50	0.71
A3	80.84	25.16	236.66	80.17	25.40	237.00	0.24	0.16	78.65	24.64	238.31	-0.52	0.72
A4	47.23	76.03	357.14	47.75	72.88	357.71	-3.15	0.78	42.62	74.76	0.00 ^{d)}	-1.27	3.94
A5	60.65	52.70	352.03	60.55	53.89	352.03	1.19	0.00	57.43	51.10	354.29	-1.59	2.00
A6	77.01	27.31	343.83	76.46	27.95	344.36	0.64	0.34	74.13	27.53	347.05	0.22	1.66
A7	89.68	94.79	92.69	87.91	94.20	93.24	-0.59	0.90	87.10	98.62	93.37	3.83	1.12
A8	91.29	63.25	94.12	89.10	65.46	95.05	2.21	1.04	89.44	64.27	96.28	1.03	2.40
A9	93.29	30.79	96.06	91.11	30.59	97.04	-0.20	0.53	91.92	33.45	98.61	2.65	1.42
A10	53.53	48.00	36.87	53.24	48.34	37.23	0.34	0.20	52.18	49.69	37.60	1.69	0.72
A11	41.41	28.44	35.75	40.77	29.52	33.82	1.08	0.93	36.16	29.03	31.79	0.59	1.95
A12	32.37	45.86	28.36	31.26	46.61	27.47	0.75	1.00	28.31	47.97	27.92	2.11	0.38
A13	32.63	44.60	357.71	32.01	46.01	357.71	1.41	0.14	28.22	47.38	358.28	2.78	0.33
A14	51.33	44.31	87.55	51.28	44.56	88.16	0.25	0.47	49.61	47.92	88.38	3.61	0.66
A15	34.04	43.36	160.71	32.29	47.09	163.30	3.73	2.40	30.93	48.29	160.71	4.93	0.00
A16	36.24	36.90	213.82	35.20	40.76	213.02	3.86	0.49	32.13	37.76	207.47	0.86	4.32
A17	21.15	23.28	278.33	18.62	27.16	277.83	3.88	0.33	14.38	23.32	289.09	0.04	4.37

a) Referenčne CIE L*C*h vrednosti: Tehnična specifikacija FOGRA (Tip papirja 1 in 2) – merilna polja A

b) Izmerjene in izračunane CIE L*C*h vrednosti: z uporabo tehnologije diskontinuiranega kapljičnega tiska

c) Izmerjene in izračunane CIE L*C*h vrednosti: z uporabo tehnologije elektrofotografskega tiska

d) Ujemanje izmerjenih vrednosti s standardnimi vrednostmi

A1.1 UFMW CMYK V2.0; (F2)/2° – merilna polja A

Preglednica A3: CIE L*a*b* vrednosti; (F2)/2° – merilna polja A

(EuropeISOCoatedFOGRA_27L.icc) D50 2° ^{a)}				Kombinacija 1 F2/2° ^{b)}					Kombinacija 2 F2/2° ^{c)}				
Merilno polje	Ideal Lab L*	Ideal Lab a*	Ideal Lab b*	Lab L*	Lab a*	Lab b*	ΔL*	ΔE*ab	Lab L*	Lab a*	Lab b*	ΔL*	ΔE*ab
A1	55.16	-39.94	-50.74	51.62	-27.53	-53.48	-3.54	13.19	46.81	-26.43	-52.13	-8.35	15.94
A2	67.56	-27.12	-36.45	66.91	-25.03	-37.80	-0.65	2.57	62.28	-19.57	-38.41	-5.28	9.42
A3	80.84	-13.82	-21.02	80.53	-13.14	-21.08	-0.31	0.75	77.34	-10.49	-22.98	-3.50	5.21
A4	47.23	75.94	-3.75	50.64	70.42	-3.42	3.41	6.50	51.67	55.39	-0.34	4.44	21.30
A5	60.65	52.23	-7.06	62.63	52.29	-6.37	1.98	2.10	58.29	50.79	-4.41	-2.36	3.83
A6	77.01	26.20	-7.69	77.76	26.14	-6.77	0.75	1.19	74.77	28.07	-6.15	-2.24	3.30
A7	89.68	-4.45	94.69	89.70	-6.05	99.58	0.02 ^{d)}	5.15	88.56	-7.37	108.14	-1.12	13.81
A8	91.29	-4.55	63.09	90.61	-5.36	67.63	-0.68	4.66	90.33	-7.07	69.65	-0.96	7.09
A9	93.29	-3.25	30.62	92.18	-3.61	33.99	-1.11	3.57	92.30	-4.50	34.8	-0.99	4.47
A10	53.53	38.41	28.79	55.25	38.53	31.93	1.72	3.58	53.26	40.27	34.61	-0.27	6.12
A11	41.41	23.08	16.61	41.85	24.50	18.38	0.44	2.31	36.96	26.18	17.32	-4.45	5.47
A12	32.37	40.28	21.93	32.99	40.18	23.55	0.62	1.74	55.02	18.09	3.69	22.65	36.58
A13	32.63	44.57	-1.76	33.50	44.35	-1.67	0.87	0.90	29.63	45.57	-0.7	-3.00	3.34
A14	51.33	1.89	44.27	52.48	1.90	48.97	1.15	4.84	50.52	4.35	53.52	-0.81	9.61
A15	34.04	-40.86	14.50	31.15	-35.40	13.48	-2.89	6.26	32.28	-29.24	13.6	-1.76	11.79
A16	36.24	-30.59	-20.64	33.21	-24.14	-24.59	-3.03	8.15	31.17	-22.17	-18.94	-5.07	9.97
A17	21.15	3.37	-23.03	17.69	6.42	-29.29	-3.46	7.78	17.05	9.30	-21.09	-4.10	7.47

a) Referenčne CIE L*a*b* vrednosti: Tehnična specifikacija FOGRA (Tip papirja 1 in 2) – merilna polja A

b) Izmerjene in izračunane CIE L*a*b* vrednosti: z uporabo tehnologije diskontinuiranega kapljičnega tiska

c) Izmerjene in izračunane CIE L*a*b* vrednosti: z uporabo tehnologije elektrofotografskega tiska

d) Zaznan pojav metamerizma

Preglednica A4: CIE L*C*h vrednosti; (F2)/2° – merilna polja A

(EuropeISOCoatedFOGRA_27L.icc) D50 2° ^{a)}				Kombinacija 1 F2/2° ^{b)}					Kombinacija 2 F2/2° ^{c)}				
Merilno polje	Ideal LCh L*	Ideal LCh C*	Ideal LCh h°	LCh L*	LCh C*	LCh h°	ΔC*ab	ΔH*ab	LCh L*	LCh C*	LCh h°	ΔC*ab	ΔH*ab
A1	55.16	64.57	231.80	51.62	60.15	242.73	-4.42	11.92	46.81	58.45	243.09	-6.12	12.12
A2	67.56	45.43	241.10	66.91	45.34	236.48	-0.09	2.49	62.28	43.11	242.97	-2.32	7.45
A3	80.84	25.16	246.59	80.53	24.84	237.99	-0.32	0.60	77.34	25.26	245.46	0.10	3.86
A4	47.23	76.03	357.17	50.64	70.50	357.14	-5.53	0.00 ^{d)}	51.67	55.39	359.43	-20.64	2.81
A5	60.65	52.70	352.31	62.63	52.68	353.16	-0.02	0.69	58.29	50.98	354.86	-1.72	2.48
A6	77.01	27.30	343.64	77.76	27.00	345.42	-0.31	0.87	74.77	28.74	347.59	1.43	1.96
A7	89.68	94.80	92.69	89.70	99.76	93.48	4.97	1.33	88.56	108.39	93.90	13.60	2.11
A8	91.29	63.25	94.12	90.61	67.84	94.53	4.59	0.45	90.33	70.01	95.80	6.76	1.92
A9	93.29	30.79	96.01	92.18	34.18	96.06	3.39	0.00	92.30	35.09	97.37	4.30	0.74
A10	53.53	48.00	36.85	55.25	50.04	40.00	2.04	2.39	53.26	53.10	40.70	5.10	3.36
A11	41.41	28.44	35.74	41.85	30.63	36.87	2.19	0.59	36.96	31.39	33.42	2.95	1.19
A12	32.37	45.86	28.56	32.99	46.57	30.54	0.71	1.46	55.02	18.46	11.31	-27.40	8.62
A13	32.63	44.60	357.74	33.50	44.38	357.71	-0.22	0.09	29.63	45.58	358.85	0.98	1.08
A14	51.33	44.31	87.55	52.48	49.01	87.78	4.70	0.01	50.52	53.70	85.35	9.39	1.86
A15	34.04	43.36	160.46	31.15	37.88	159.19	-5.48	0.91	32.28	32.25	154.83	-11.11	3.52
A16	36.24	36.90	213.82	33.21	34.46	225.57	-2.44	7.16	31.17	29.16	220.36	-7.74	3.73
A17	21.15	23.27	278.32	17.69	29.98	282.40	-6.71	1.86	17.05	23.05	293.77	-0.23	6.24

a) Referenčne CIE L*C*h vrednosti: Tehnična specifikacija FOGRA (Tip papirja 1 in 2) – merilna polja A







b) Izmerjene in izračunane CIE L*C*h vrednosti: z uporabo tehnologije diskontinuiranega kapljičnega tiska

c) Izmerjene in izračunane CIE L*C*h vrednosti: z uporabo tehnologije elektrofotografskega tiska

d) Zaznan pojav metamerizma







A2 UFMW CMYK V2.0; D₅₀/2° in (F2)/2° – merilna polja K

Preglednica A5: CIE L*a*b* vrednosti; D₅₀/2° – merilna polja K

(EuropelSOCoatedFOGRA_27L.icc) D50 2° ^{a)}				Kombinacija 1 D50/2° ^{b)}					Kombinacija 2 D50/2° ^{c)}				
Merilno polje	Ideal Lab L*	Ideal Lab a*	Ideal Lab b*	Lab L*	Lab a*	Lab b*	ΔL*	ΔE*ab	Lab L*	Lab a*	Lab b*	ΔL*	ΔE*ab
K10 	89.84	0.34	-3.49	89.34	0.54	-3.71	-0.50	0.58	87.23	0.80	-3.48	-2.61	2.65
K20 	83.63	0.17	-3.69	83.38	0.30	-3.52	-0.25	0.33	78.43	0.53	-3.16	-5.20	5.24
K40 	70.16	-0.03	-3.69	69.79	-0.27	-3.96	-0.37	0.52	65.62	0.19	-3.05	-4.54	4.59
K60 	55.08	-0.04	-3.11	54.94	-0.18	-2.93	-0.14	0.27	50.58	-0.15	-2.92	-4.50	4.51
K80 	37.45	0.07	-2.09	36.42	0.31	-2.60	-1.03	1.17	34.04	-0.36	-1.83	-3.41	3.45
K100 	16.86	0.38	-0.37	16.79	0.48	-2.28	-0.07	1.91	9.16	-0.18	-0.38	-7.70	7.72







- a) Referenčne CIE L*a*b* vrednosti: Tehnična specifikacija FOGRA (Tip papirja 1 in 2) – merilna polja K
 b) Izmerjene in izračunane CIE L*a*b* vrednosti: z uporabo tehnologije diskontinuiranega kapljičnega tiska
 c) Izmerjene in izračunane CIE L*a*b* vrednosti: z uporabo tehnologije elektrofotografskega tiska

Preglednica A6: CIE L*C*h vrednosti; D₅₀/2° – merilna polja K

(EuropelSOCoatedFOGRA_27L.icc) D50 2° ^{a)}				Kombinacija 1 D50/2° ^{b)}					Kombinacija 2 D50/2° ^{c)}				
Merilno polje	Ideal LCh L*	Ideal LCh C*	Ideal LCh h°	LCh L*	LCh C*	LCh h°	ΔC*ab	ΔH*ab	LCh L*	LCh C*	LCh h°	ΔC*ab	ΔH*ab
K10 	89.84	3.51	275.57	89.34	3.75	278.28	0.24	0.18	87.23	3.57	282.94	0.06	0.46
K20 	83.63	3.69	272.64	83.38	3.53	274.87	-0.16	0.14	78.43	3.20	279.52	-0.49	0.41
K40 	70.16	3.69	269.53	69.79	3.97	266.10	0.28	0.23	65.62	3.05	273.56	-0.63	0.25
K60 	55.08	3.11	269.26	54.94	2.94	266.48	-0.17	0.15	50.58	3.05	267.06	-0.19	0.11
K80 	37.45	2.09	271.92	36.42	2.62	276.80	0.53	0.19	34.04	1.86	258.86	-0.22	0.45
K100 	16.86	0.53	315.87	16.79	2.33	281.89	1.80	0.65	9.16	0.42	244.64	-0.11	0.55







- a) Referenčne CIE L*a*b* vrednosti: Tehnična specifikacija FOGRA (Tip papirja 1 in 2) – merilna polja K
 b) Izmerjene in izračunane CIE L*C*h vrednosti: z uporabo tehnologije diskontinuiranega kapljičnega tiska
 c) Izmerjene in izračunane CIE L*C*h vrednosti: z uporabo tehnologije elektrofotografskega tiska

Preglednica A7: CIE L*a*b* vrednosti; (F2)/2° – merilna polja K

(EuropelSOCoatedFOGRA_27L.icc) D50 2° ^{a)}				Kombinacija 1 F2/2° ^{b)}					Kombinacija 2 F2/2° ^{c)}				
Merilno polje	Ideal Lab L*	Ideal Lab a*	Ideal Lab b*	Lab L*	Lab a*	Lab b*	ΔL*	ΔE*ab	Lab L*	Lab a*	Lab b*	ΔL*	ΔE*ab
K10 	89.84	0.34	-3.49	89.90	0.29	-2.79	0.06	0.70	87.66	0.97	-4.46	-2.18	2.47
K20 	83.63	0.17	-3.69	83.63	0.13	-2.87	0.01	0.82	78.41	0.57	-3.94	-5.22	5.24
K40 	70.16	-0.03	-3.69	70.32	-0.30	-2.50	0.16	1.23	65.54	0.25	-3.85	-4.62	4.63
K60 	55.08	-0.04	-3.11	55.16	0.68	-2.66	0.08	0.85	49.93	-0.12	-3.60	-5.15	5.17
K80 	37.45	0.07	-2.09	36.33	1.67	-2.77	-1.12	2.07	36.37	-0.27	-2.16	-1.08	1.13
K100 	16.86	0.38	-0.37	17.12	2.15	-1.15	0.26	1.95	48.30	0.63	-2.76	31.44	31.53

- a) Referenčne CIE L*a*b* vrednosti: Tehnična specifikacija FOGRA (Tip papirja 1 in 2) – merilna polja K
 b) Izmerjene in izračunane CIE L*a*b* vrednosti: z uporabo tehnologije diskontinuiranega kapljičnega tiska
 c) Izmerjene in izračunane CIE L*a*b* vrednosti: z uporabo tehnologije elektrofotografskega tiska

Preglednica A8: CIE L*C*h vrednosti; (F2)/2° – merilna polja K

(EuropelSOCoatedFOGRA_27L.icc) D50 2° ^{a)}				Kombinacija 1 F2/2° ^{b)}					Kombinacija 2 F2/2° ^{c)}				
Merilno polje	Ideal LCh L*	Ideal LCh C*	Ideal LCh h°	LCh L*	LCh C*	LCh h°	ΔC*ab	ΔH*ab	LCh L*	LCh C*	LCh h°	ΔC*ab	ΔH*ab
K10 	89.84	3.51	275.57	89.90	2.81	275.93	-0.70	0.05	87.66	4.56	282.26	1.05	0.49
K20 	83.63	3.69	272.64	83.63	2.87	272.59	-0.82	0.04	78.41	3.98	278.23	0.29	0.37
K40 	70.16	3.69	269.53	70.32	2.52	263.15	-1.17	0.35	65.54	3.86	273.72	0.17	0.27
K60 	55.08	3.11	269.26	55.16	2.75	284.35	-0.36	0.77	49.93	3.60	268.09	0.49	0.08
K80 	37.45	2.09	271.92	36.33	3.23	301.06	1.14	1.31	36.37	2.18	262.87	0.09	0.34
K100 	16.86	0.53	315.87	17.12	2.44	332.08	1.91	0.31	48.30	2.83	282.86	2.30	0.70

- a) Referenčne CIE L*a*b* vrednosti: Tehnična specifikacija FOGRA (Tip papirja 1 in 2) – merilna polja K
 b) Izmerjene in izračunane CIE L*a*b* vrednosti: z uporabo tehnologije diskontinuiranega kapljičnega tiska
 c) Izmerjene in izračunane CIE L*a*b* vrednosti: z uporabo tehnologije elektrofotografskega tiska

A3 UFMW CMYK V2.0; D₅₀/2° – merilna polja B

Preglednica A9: CIE L*a*b* vrednosti; D₅₀/2° – merilna polja B

Merilno polje	(EuropeISOCoatedFOGRA_27L.icc) D50 2° ^{a)}			Kombinacija 1 D50/2° ^{b)}					Kombinacija 2 D50/2° ^{c)}				
	Ideal Lab L*	Ideal Lab a*	Ideal Lab b*	Lab L*	Lab a*	Lab b*	ΔL*	ΔE*ab	Lab L*	Lab a*	Lab b*	ΔL*	ΔE*ab
B1	24.43	16.18	-47.10	22.44	17.01	-49.71	-1.99	3.39	21.39	18.59	-45.57	-3.04	4.17
B2	41.20	15.97	-36.47	40.53	15.65	-37.56	-0.67	1.32	37.11	17.26	-35.50	-4.09	4.40
B3	64.59	9.32	-23.57	64.45	8.80	-23.62	-0.14	0.54	62.36	9.48	-22.87	-2.23	2.34
B4	47.33	69.02	45.12	48.14	69.05	46.81	0.81	1.87	43.77	67.12	48.80	-3.56	5.46
B5	58.91	47.71	37.02	58.88	48.50	38.69	-0.03 ^{d)}	1.85	55.49	47.30	40.97	-3.42	5.24
B6	74.98	23.23	20.28	75.08	23.38	21.10	0.10	0.84	72.15	23.05	23.73	-2.83	4.47
B7	48.55	-67.47	28.04	48.10	-70.39	27.92	-0.45	2.96	45.98	-68.90	32.24	-2.57	5.13
B8	62.45	-41.73	22.39	62.48	-41.71	23.61	0.03	1.22	58.56	-45.65	25.95	-3.89	6.57
B9	77.90	-19.57	11.29	77.64	-19.66	11.29	-0.26	0.28	76.46	-20.08	15.84	-1.44	4.80
B10	72.01	19.06	16.45	71.75	19.14	16.75	-0.26	0.40	70.03	20.23	18.54	-1.98	3.11
B11	72.22	22.08	73.23	70.23	19.80	71.30	-1.99	3.59	69.66	22.95	75.72	-2.56	3.68
B12	47.49	72.34	15.23	48.44	72.27	16.65	0.95	1.64	43.35	70.88	19.11	-4.14	5.80
B13	37.50	56.47	-21.11	37.10	57.06	-22.26	-0.40	1.35	34.97	58.34	-18.51	-2.53	4.08
B14	74.10	-22.09	69.30	74.02	-22.26	69.59	-0.08	0.35	72.27	-23.39	72.71	-1.83	4.08
B15	52.27	-55.15	-20.05	52.05	-55.18	-20.04	-0.22	0.22	48.43	-58.17	-15.69	-3.84	6.55
B16	43.85	-20.85	-49.78	43.99	-23.50	-49.62	0.14	2.66	39.44	-21.16	-47.52	-4.41	4.97
B17	95.97	0.50	-3.30	94.81	0.46	-3.25	-1.16	1.16	91.73	1.08	-3.66	-4.24	4.29

- a) Referenčne CIE L*a*b* vrednosti: Tehnična specifikacija FOGRA (Tip papirja 1 in 2) – merilna polja B
 b) Izmerjene in izračunane CIE L*a*b* vrednosti: z uporabo tehnologije diskontinuiranega kapljičnega tiska
 c) Izmerjene in izračunane CIE L*a*b* vrednosti: z uporabo tehnologije elektrofotografskega tiska
 d) Ujemanje izmerjenih vrednosti s standardnimi vrednostmi

Preglednica A10: CIE L*C*h vrednosti; D₅₀/2° – merilna polja B

Merilno polje	(EuropeISOCoatedFOGRA_27L.icc) D50 2° ^{a)}			Kombinacija 1 D50/2° ^{b)}					Kombinacija 2 D50/2° ^{c)}				
	Ideal LCh L*	Ideal LCh C*	Ideal LCh h°	LCh L*	LCh C*	LCh h°	ΔC*ab	ΔH*ab	LCh L*	LCh C*	LCh h°	ΔC*ab	ΔH*ab
B1	24.43	49.80	288.96	22.44	52.54	288.90	2.74	0.00 ^{d)}	21.39	49.22	292.20	-0.58	2.80
B2	41.20	39.81	293.68	40.53	40.69	292.62	0.88	0.72	37.11	39.47	295.89	-0.34	1.58
B3	64.59	25.35	291.57	64.45	25.21	290.46	-0.14	0.50	62.36	24.76	292.53	-0.59	0.41
B4	47.33	82.46	33.02	48.14	83.42	34.21	0.96	1.39	43.77	82.99	36.13	0.53	4.11
B5	58.91	60.39	37.00	58.88	62.04	38.66	1.65	0.83	55.49	62.58	41.02	2.19	3.31
B6	74.98	30.84	41.02	75.08	31.49	41.99	0.65	0.52	72.15	33.08	45.84	2.24	2.63
B7	48.55	73.06	157.22	48.10	75.73	158.20	2.67	1.19	45.98	76.07	154.83	3.01	3.26
B8	62.45	47.36	151.63	62.48	47.93	150.32	0.57	1.08	58.56	52.51	150.32	5.15	1.23
B9	77.90	22.59	149.87	77.64	22.67	150.32	0.08	0.04	76.46	25.58	141.69	2.99	3.47
B10	72.01	25.18	40.69	71.75	25.43	41.35	0.25	0.18	70.03	27.44	42.61	2.26	0.79
B11	72.22	76.49	73.24	70.23	74.00	74.47	-2.49	1.65	69.66	79.12	73.14	2.63	0.20
B12	47.49	73.94	11.86	48.44	74.16	12.95	0.22	1.31	43.35	73.41	15.11	-0.53	4.03
B13	37.50	60.29	339.70	37.10	61.25	228.69	0.96	0.87	34.97	61.21	342.25	0.92	3.07
B14	74.10	72.74	107.66	74.02	73.06	107.72	0.32	0.10	72.27	76.38	107.82	3.64	0.26
B15	52.27	58.68	199.80	52.05	58.71	199.80	0.03	0.01	48.43	60.25	195.11	1.57	5.07
B16	43.85	53.97	247.29	43.99	54.90	244.64	0.93	2.49	39.44	52.02	246.04	-1.95	1.18
B17	95.97	3.34	278.61	94.81	3.28	278.05	-0.06	0.02	91.73	3.82	286.43	0.48	0.49

- a) Referenčne CIE L*C*h vrednosti: Tehnična specifikacija FOGRA (Tip papirja 1 in 2) – merilna polja B
 b) Izmerjene in izračunane CIE L*C*h vrednosti: z uporabo tehnologije diskontinuiranega kapljičnega tiska
 c) Izmerjene in izračunane CIE L*C*h vrednosti: z uporabo tehnologije elektrofotografskega tiska
 d) Ujemanje izmerjenih vrednosti s standardnimi vrednostmi

A3.1 UFMW CMYK V2.0; (F2)/2° – merilna polja B

Preglednica A11: CIE L*a*b* vrednosti; (F2)/2° – merilna polja B

(EuropelSOCoatedFOGRA_27L.icc) D50 2° ^{a)}				Kombinacija 1 F2/2° ^{b)}					Kombinacija 2 F2/2° ^{c)}				
Merilno polje	Ideal Lab L*	Ideal Lab a*	Ideal Lab b*	Lab L*	Lab a*	Lab b*	ΔL*	ΔE*ab	Lab L*	Lab a*	Lab b*	ΔL*	ΔE*ab
B1	24.43	16.18	-47.10	21.39	19.59	-54.61	-3.04	8.79	18.47	25.16	-51.35	-5.96	11.59
B2	41.20	15.97	-36.47	40.69	15.51	-39.58	-0.51	3.18	38.23	19.93	-36.50	-2.97	4.95
B3	64.59	9.32	-23.57	64.92	8.43	-24.28	0.33	1.19	61.83	12.27	-24.79	-2.76	4.22
B4	47.33	69.02	45.12	51.84	66.67	51.48	4.51	8.14	51.87	51.52	31.52	4.54	22.62
B5	58.91	47.71	37.02	61.20	48.26	41.56	2.29	5.11	57.34	46.51	44.92	-1.57	8.14
B6	74.98	23.23	20.28	76.52	23.85	24.50	1.54	4.53	73.20	24.34	25.95	-1.78	6.05
B7	48.55	-67.47	28.04	46.69	-54.47	29.48	-1.86	13.24	44.41	-53.41	35.08	-4.14	16.26
B8	62.45	-41.73	22.39	62.53	-37.63	26.81	0.08	6.03	57.68	-37.35	27.75	-4.77	8.41
B9	77.90	-19.57	11.29	78.23	-18.47	13.89	0.33	2.84	76.05	-17.13	16.55	-1.85	6.09
B10	72.01	19.06	16.45	72.94	19.66	19.87	0.93	3.59	69.82	22.34	21.08	-2.19	6.08
B11	72.22	22.08	73.23	72.07	20.19	77.65	-0.15	4.81	71.47	23.26	83.25	-0.75	10.12
B12	47.49	72.34	15.23	51.93	69.70	19.50	4.44	6.64	45.67	65.92	21.43	-1.82	9.05
B13	37.50	56.47	-21.11	38.72	55.23	-24.85	1.22	4.12	36.33	56.21	-19.04	-1.17	2.39
B14	74.10	-22.09	69.30	75.34	-22.18	77.40	1.24	8.19	73.03	-21.84	80.58	-1.07	11.33
B15	52.27	-55.15	-20.05	56.29	-29.95	-18.29	4.02	25.58	44.79	-43.56	-19.40	-7.48	13.81
B16	43.85	-20.85	-49.78	40.92	-14.73	-55.14	-2.93	8.65	35.62	-11.06	-53.32	-8.23	13.27
B17	95.97	0.50	-3.30	95.73	0.08	-2.30	-0.24	1.11	94.84	1.22	-4.90	-1.13	2.09

a) Referenčne CIE L*a*b* vrednosti: Tehnična specifikacija FOGRA (Tip papirja 1 in 2) – merilna polja B

b) Izmerjene in izračunane CIE L*a*b* vrednosti: z uporabo tehnologije diskontinuiranega kapljičnega tiska

c) Izmerjene in izračunane CIE L*a*b* vrednosti: z uporabo tehnologije elektrofotografskega tiska

Preglednica A12: CIE L*C*h vrednosti; (F2)/2° – merilna polja B

(EuropelSOCoatedFOGRA_27L.icc) D50 2° ^{a)}				Kombinacija 1 F2/2° ^{b)}					Kombinacija 2 F2/2° ^{c)}				
Merilno polje	Ideal LCh L*	Ideal LCh C*	Ideal LCh h°	LCh L*	LCh C*	LCh h°	ΔC*ab	ΔH*ab	LCh L*	LCh C*	LCh h°	ΔC*ab	ΔH*ab
B1	24.43	49.80	288.96	21.39	58.02	289.72	8.22	0.68	18.47	57.18	296.11	7.38	6.65
B2	41.20	39.81	293.68	40.69	42.51	291.41	2.70	1.61	38.23	41.59	298.65	1.78	3.54
B3	64.59	25.35	291.57	64.92	25.70	289.15	0.35	1.08	61.83	27.66	296.34	2.31	2.20
B4	47.33	82.46	33.02	51.84	84.23	37.60	1.77	6.55	51.87	60.40	31.38	-22.06	2.14
B5	58.91	60.39	37.00	61.20	63.69	40.70	3.30	3.17	57.34	64.66	44.13	4.27	6.75
B6	74.98	30.84	41.02	76.52	34.19	45.85	3.35	2.64	73.20	35.58	46.94	4.74	3.30
B7	48.55	73.06	157.22	46.69	61.94	151.63	-11.12	6.89	44.41	63.90	146.57	-9.16	12.78
B8	62.45	47.36	151.63	62.53	46.20	144.62	-1.16	5.92	57.68	46.53	143.50	-0.83	6.87
B9	77.90	22.59	149.87	78.23	23.11	143.13	0.52	2.77	76.05	23.82	135.87	1.23	5.67
B10	72.01	25.18	40.69	72.94	27.95	45.28	2.77	2.09	69.82	30.72	43.23	5.54	1.23
B11	72.22	76.49	73.24	72.07	80.23	75.44	3.74	3.02	71.47	86.44	74.39	9.95	1.67
B12	47.49	73.94	11.86	51.93	72.38	15.64	-1.56	4.69	45.67	69.32	18.26	-4.62	7.56
B13	37.50	60.29	339.70	38.72	60.56	335.77	0.27	3.93	36.33	59.35	341.22	-0.94	1.86
B14	74.10	72.74	107.66	75.34	80.52	105.99	7.78	2.26	73.03	83.49	105.16	10.75	3.43
B15	52.27	58.68	199.80	56.29	35.09	211.38	-23.59	9.04	44.79	47.68	204.23	-11.00	3.71
B16	43.85	53.97	247.29	40.92	57.07	255.03	3.10	7.52	35.62	54.45	258.28	0.48	10.40
B17	95.97	3.34	278.61	95.73	2.30	271.99	-1.04	0.31	94.84	5.05	283.97	1.71	0.39

a) Referenčne CIE L*C*h vrednosti: Tehnična specifikacija FOGRA (Tip papirja 1 in 2) – merilna polja B

b) Izmerjene in izračunane CIE L*C*h vrednosti: z uporabo tehnologije diskontinuiranega kapljičnega tiska

c) Izmerjene in izračunane CIE L*C*h vrednosti: z uporabo tehnologije elektrofotografskega tiska

A4 UFMW CMYK V2.0; D₅₀/2° in (F2)/2° – merilna polja G

Preglednica A13: CIE L*a*b* vrednosti; D₅₀/2° – merilna polja G

(EuropeISOCoatedFOGRA_27L.icc) D50 2° ^{a)}				Kombinacija 1 D50/2° ^{b)}					Kombinacija 2 D50/2° ^{c)}				
Merilno polje	Ideal Lab L*	Ideal Lab a*	Ideal Lab b*	Lab L*	Lab a*	Lab b*	ΔL*	ΔE*ab	Lab L*	Lab a*	Lab b*	ΔL*	ΔE*ab
G10	89.50	-0.14	-3.74	89.45	-0.29	-4.00	-0.05 ^{d)}	0.30	88.80	-0.36	-2.11	-0.70	1.79
G20	83.00	-1.06	-4.33	82.89	-1.27	-4.00	-0.11	0.41	71.95	0.59	-3.00	-11.05	11.25
G40	68.56	-2.65	-3.96	68.55	-3.33	-3.43	-0.01	0.86	66.98	-2.65	-2.27	-1.58	2.31
G60	52.96	-5.13	-2.28	52.65	-4.87	-1.24	-0.31	1.12	45.58	-5.10	-0.59	-7.38	7.57
G80	37.83	-8.13	-0.86	37.14	-9.17	-1.23	-0.69	1.30	30.68	-7.85	-1.92	-7.15	7.23
G100	25.90	-13.29	-2.17	23.30	-14.73	-3.27	-2.70	3.25	22.88	-12.34	-2.43	-3.02	3.18

- a) Referenčne CIE L*a*b* vrednosti: Tehnična specifikacija FOGRA (Tip papirja 1 in 2) – merilna polja G
 b) Izmerjene in izračunane CIE L*a*b* vrednosti: z uporabo tehnologije diskontinuiranega kapljičnega tiska
 c) Izmerjene in izračunane CIE L*a*b* vrednosti: z uporabo tehnologije elektrofotografskega tiska
 d) Ujemanje izmerjenih vrednosti s standardnimi vrednostmi

Preglednica A14: CIE L*C*h vrednosti; D₅₀/2° – merilna polja G

(EuropeISOCoatedFOGRA_27L.icc) D50 2° ^{a)}				(Kombinacija 1 D50/2° ^{b)}					Kombinacija 2 D50/2° ^{c)}				
Merilno polje	Ideal LCh L*	Ideal LCh C*	Ideal LCh h°	LCh L*	LCh C*	LCh h°	ΔC*ab	ΔH*ab	LCh L*	LCh C*	LCh h°	ΔC*ab	ΔH*ab
G10	89.50	3.74	267.86	89.45	4.01	265.85	0.27	0.13	88.80	2.14	260.32	-1.60	0.38
G20	83.00	4.46	256.23	82.89	4.20	252.38	-0.26	0.29	71.95	3.06	281.14	-1.40	1.59
G40	68.56	4.76	236.13	68.55	4.78	225.85	0.02	0.86	66.98	3.49	220.70	-1.27	1.11
G60	52.96	5.61	203.75	52.65	5.03	194.04	-0.58	0.90	45.58	5.13	186.84	-0.48	1.62
G80	37.83	8.18	186.28	37.14	9.25	187.41	1.07	0.27	30.68	8.08	193.50	-0.10	1.09
G100	25.90	13.47	189.09	23.30	15.09	192.41	1.62	0.81	22.88	12.58	191.31	-0.89	0.42

- a) Referenčne CIE L*C*h vrednosti: Tehnična specifikacija FOGRA (Tip papirja 1 in 2) – merilna polja G
 b) Izmerjene in izračunane CIE L*C*h vrednosti: z uporabo tehnologije diskontinuiranega kapljičnega tiska
 c) Izmerjene in izračunane CIE L*C*h vrednosti: z uporabo tehnologije elektrofotografskega tiska

Preglednica A15: CIE L*a*b* vrednosti; (F2)/2° – merilna polja G

(EuropeISOCoatedFOGRA_27L.icc) D50 2° ^{a)}				Kombinacija 1 F2/2° ^{b)}					Kombinacija 2 F2/2° ^{c)}				
Merilno polje	Ideal Lab L*	Ideal Lab a*	Ideal Lab b*	Lab L*	Lab a*	Lab b*	ΔL*	ΔE*ab	Lab L*	Lab a*	Lab b*	ΔL*	ΔE*ab
G10	89.50	-0.14	-3.74	89.88	-0.38	-3.00	0.38	0.87	88.54	0.44	-2.87	-0.96	1.42
G20	83.00	-1.06	-4.33	83.44	-0.99	-3.69	0.44	0.78	81.52	1.48	-3.39	-1.48	3.09
G40	68.56	-2.65	-3.96	68.71	-2.65	-2.50	0.15	1.47	65.30	0.81	-1.65	-3.26	5.29
G60	52.96	-5.13	-2.28	52.76	-3.57	-1.19	-0.20	1.91	45.27	-0.75	-0.96	-7.69	8.95
G80	37.83	-8.13	-0.86	36.76	-6.53	-1.69	-1.07	2.10	30.12	-2.85	-2.27	-7.71	9.45
G100	25.90	-13.29	-2.17	21.96	-12.15	-3.41	-3.94	4.28	9.33	-9.49	-3.25	-6.57	7.67

- a) Referenčne CIE L*a*b* vrednosti: Tehnična specifikacija FOGRA (Tip papirja 1 in 2) – merilna polja G
 b) Izmerjene in izračunane CIE L*a*b* vrednosti: z uporabo tehnologije diskontinuiranega kapljičnega tiska
 c) Izmerjene in izračunane CIE L*a*b* vrednosti: z uporabo tehnologije elektrofotografskega tiska

Preglednica A16: CIE L*C*h vrednosti; (F2)/2° – merilna polja G

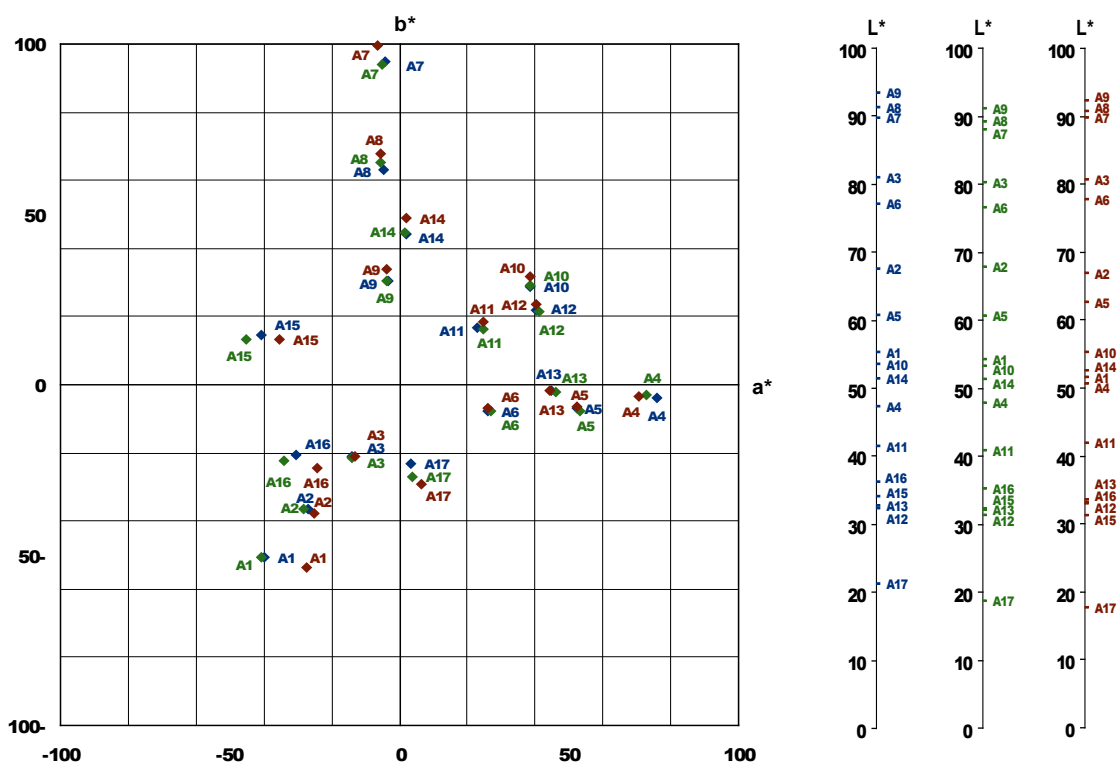
(EuropeISOCoatedFOGRA_27L.icc) D50 2° ^{a)}				Kombinacija 1 F2/2° ^{b)}					Kombinacija 2 F2/2° ^{c)}				
Merilno polje	Ideal LCh L*	Ideal LCh C*	Ideal LCh h°	LCh L*	LCh C*	LCh h°	ΔC*ab	ΔH*ab	LCh L*	LCh C*	LCh h°	ΔC*ab	ΔH*ab
G10	89.50	3.74	267.86	89.88	3.02	262.78	-0.72	0.29	88.54	2.90	278.72	-0.84	0.62
G20	83.00	4.46	256.23	83.44	3.82	254.99	-0.64	0.07	81.52	3.70	293.59	-0.76	2.60
G40	68.56	4.76	236.13	68.71	3.64	223.23	-1.12	0.94	65.30	1.84	296.11	-2.92	2.96
G60	52.96	5.61	203.75	52.76	3.76	198.26	-1.85	0.45	45.27	1.22	232.00	-4.39	1.29
G80	37.83	8.18	186.28	36.76	6.75	194.57	-1.43	1.10	30.12	3.64	218.66	-4.54	3.04
G100	25.90	13.47	189.09	21.96	12.62	195.64	-0.85	1.45	9.33	10.03	198.78	-3.44	1.94

- a) Referenčne CIE L*a*b* vrednosti: Tehnična specifikacija FOGRA (Tip papirja 1 in 2) – merilna polja G
 b) Izmerjene in izračunane CIE L*a*b* vrednosti: z uporabo tehnologije diskontinuiranega kapljičnega tiska
 c) Izmerjene in izračunane CIE L*a*b* vrednosti: z uporabo tehnologije elektrofotografskega tiska

PRILOGA B

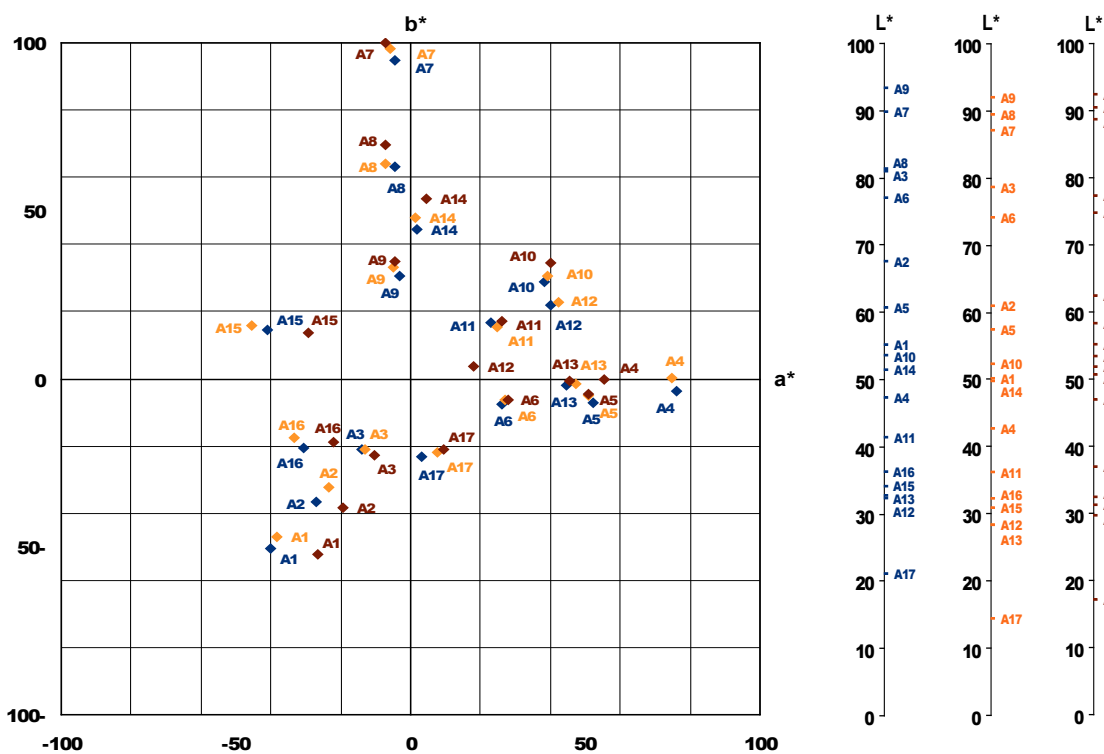
Prikaz meritev v CIE (1976) barvnem prostoru

B1 UGRA/Fogra Mediawedge CMYK V2.0 – merilna polja A



Slika B1: UFMW CMYK V2.0 – Kombinacija 1; merilna polja A

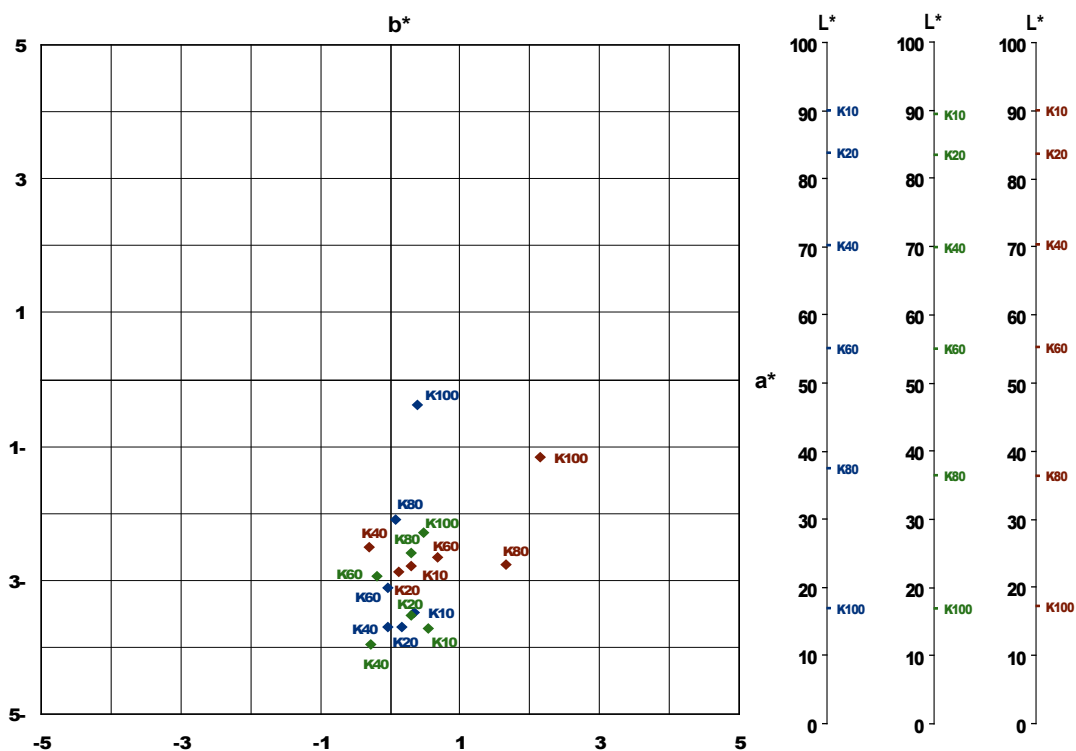
- ◆ – EuropelSOCoatedFOGRA_27L.icc; D50/2°
- ◆ – UFMW CMYK V2.0 odtisnjen z ICC profilom H64_260_A.icc; D50/2°
- ◆ – UFMW CMYK V2.0 odtisnjen z ICC profilom H64_260_A.icc; F2/2°



Slika B2: UFMW CMYK V2.0 – Kombinacija 2; merilna polja A

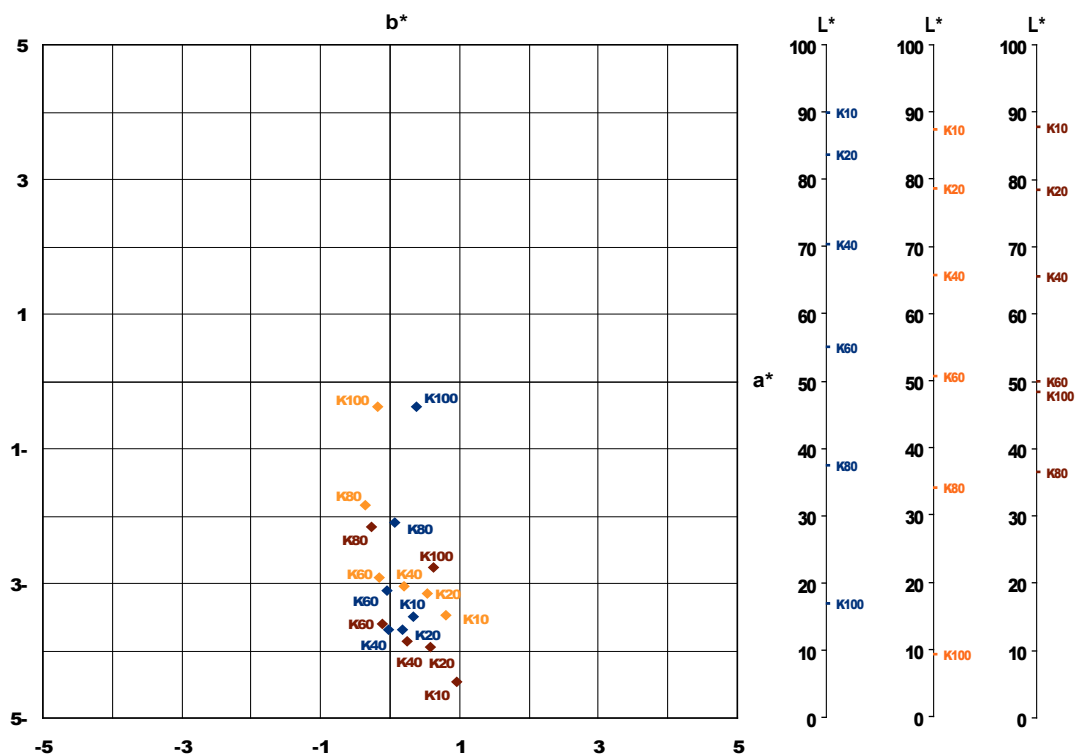
- ◆ – EuropelSOCoatedFOGRA_27L.icc; D50/2°
- ◆ – UFMW CMYK 2.0 odtisnjen z ICC profilom Ofset_170.icc; D50/2°
- ◆ – UFMW CMYK V2.0 odtisnjen z ICC profilom Ofset_170.icc; F2/2°

B2 UGRA/Fogra Mediawedge CMYK V2.0 – merilna polja K



Slika B3: UFMW CMYK V2.0 – Kombinacija 1; merilna polja K

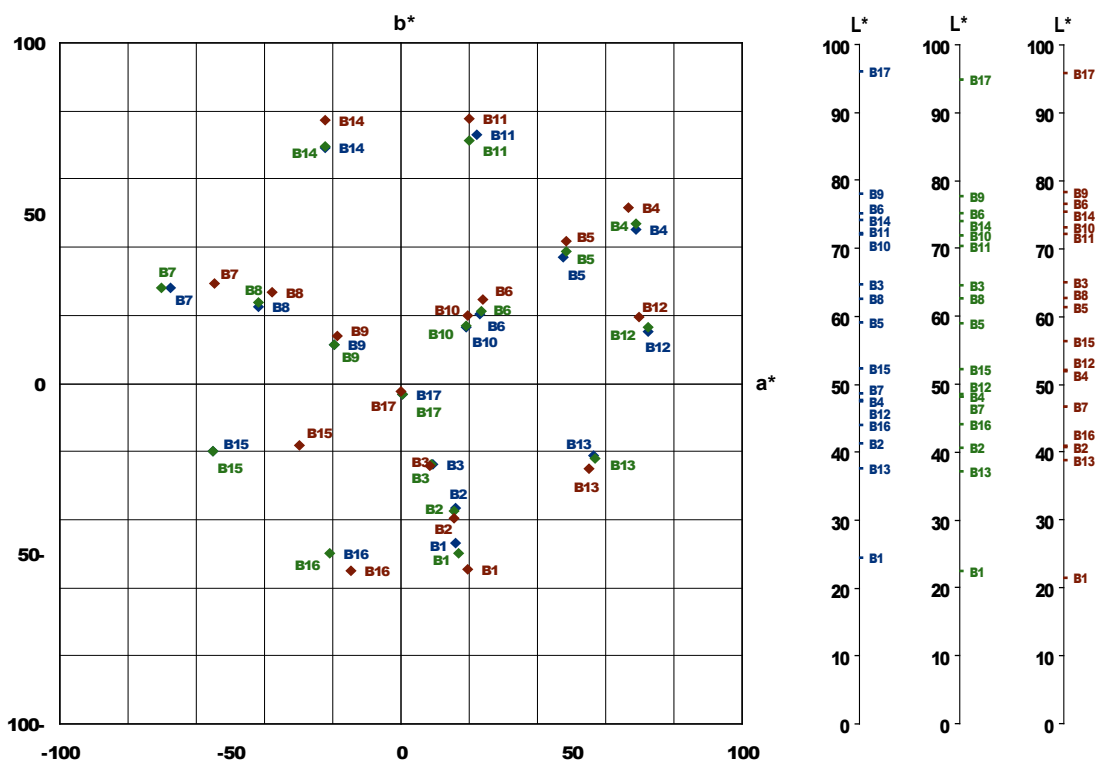
- ◆ – EuropelSOCoatedFOGRA_27L.icc; D50/2°
- ◆ – UFMW CMYK V2.0 odtisnjen z ICC profilom H64_260_A.icc; D50/2°
- ◆ – UFMW CMYK V2.0 odtisnjen z ICC profilom H64_260_A.icc; 2) F2/2°



Slika B4: UFMW CMYK V2.0 – Kombinacija 2; merilna polja K

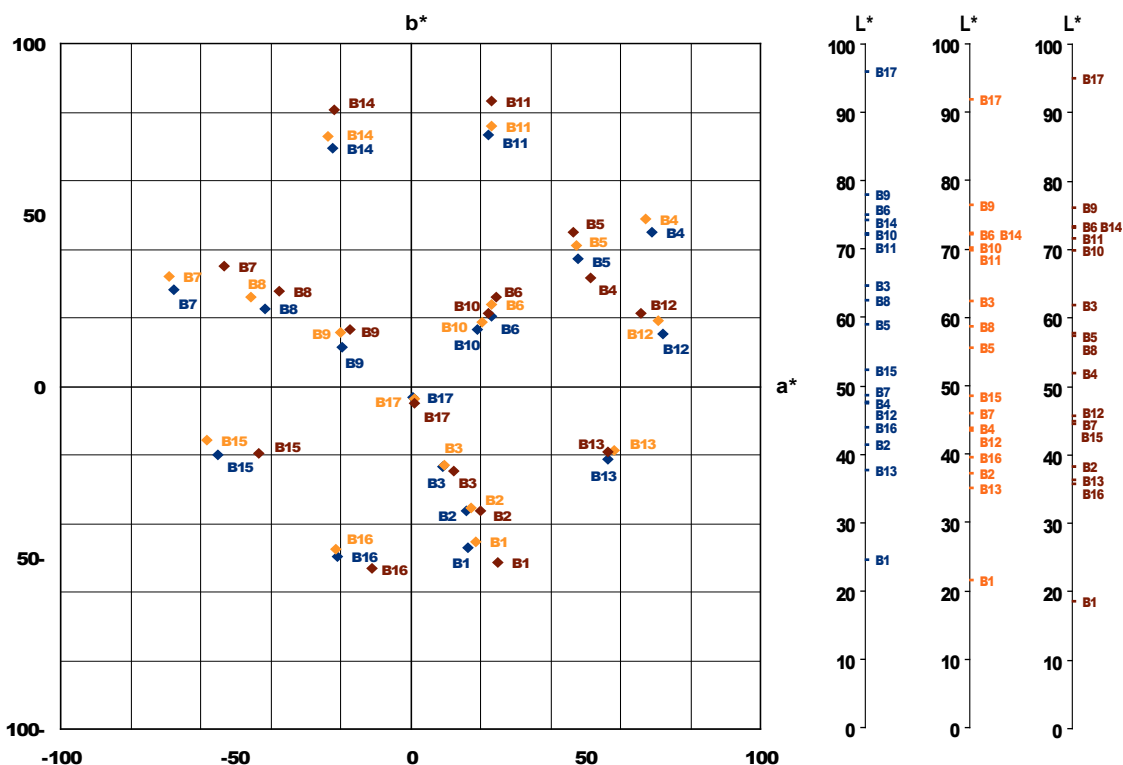
- ◆ – EuropelSOCoatedFOGRA_27L.icc; D50/2°
- ◆ – UFMW CMYK 2.0 odtisnjen z ICC profilom Ofset_170.icc; D50/2°
- ◆ – UFMW CMYK V2.0 odtisnjen z ICC profilom Ofset_170.icc; F2/2°

B3 UGRA/Fogra Mediawedge CMYK V2.0 – merilna polja B



Slika B5: UFMW CMYK V2.0 – Kombinacija 1; merilna polja B

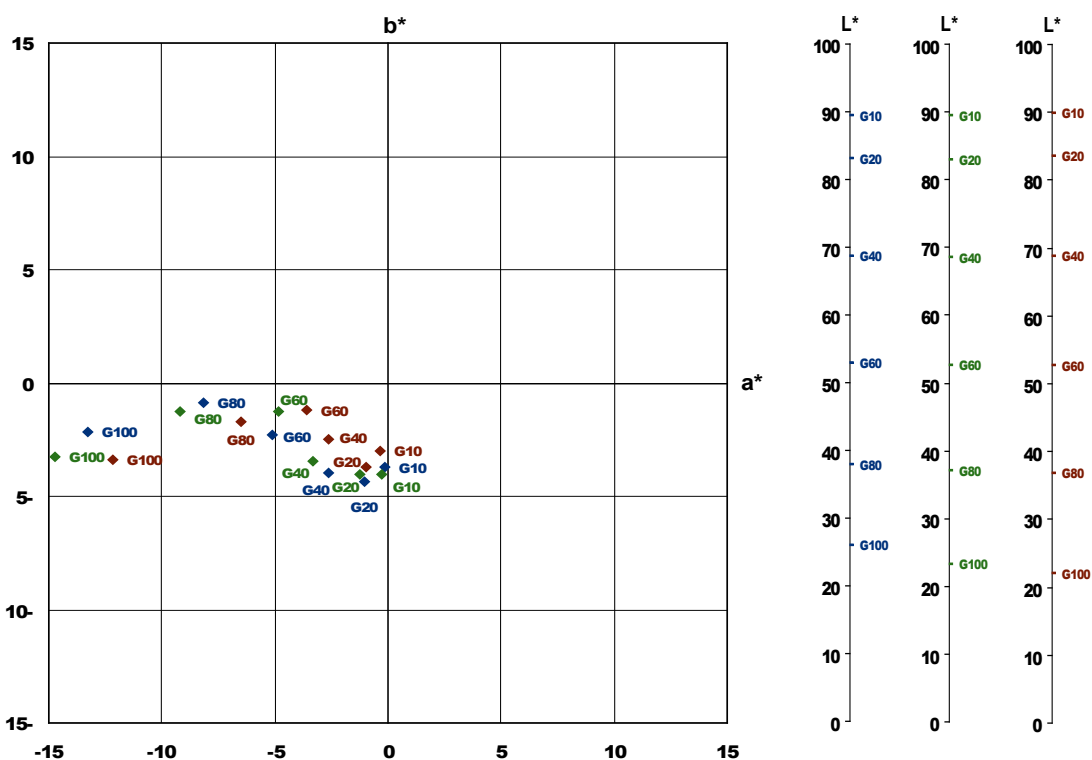
- ◆ – EuropeISOCoatedFOGRA_27L.icc; D50/2°
- ◆ – UFMW CMYK V2.0 odtisnjen z ICC profilom H64_260_A.icc; D50/2°
- ◆ – UFMW CMYK V2.0 odtisnjen z ICC profilom H64_260_A.icc; F2/2°



Slika B6: UFMW CMYK V2.0 – Kombinacija 2; merilna polja B

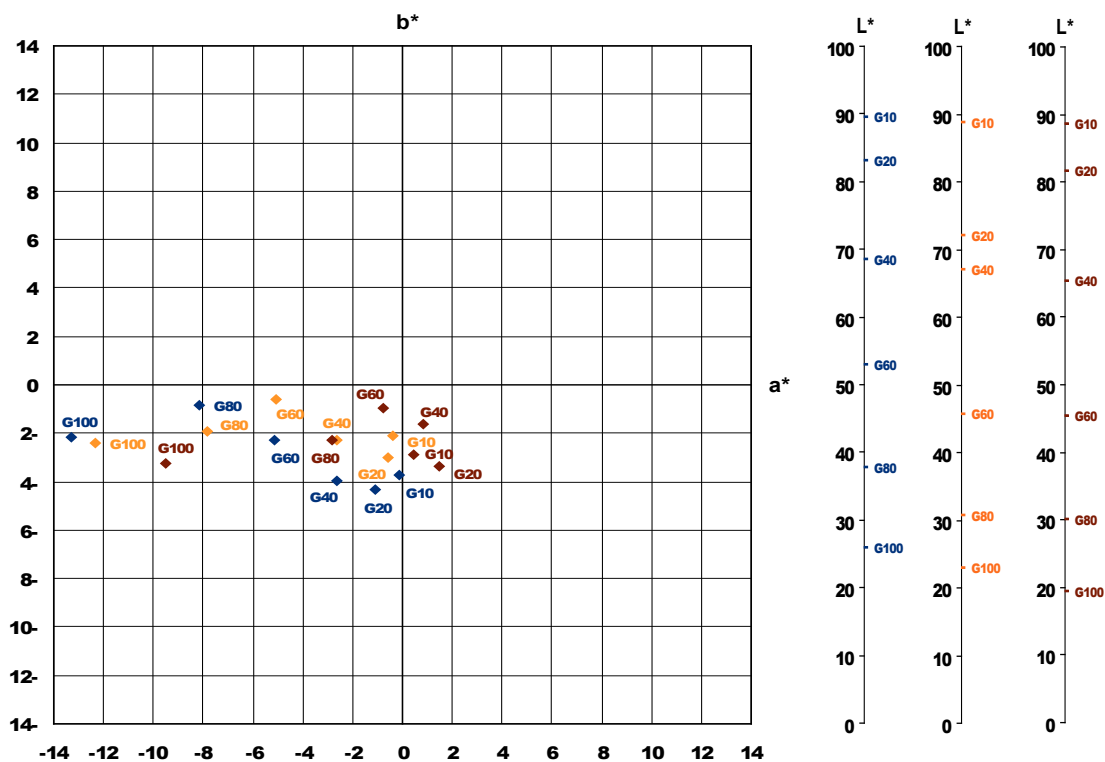
- ◆ – EuropeISOCoatedFOGRA_27L.icc; D50/2°
- ◆ – UFMW CMYK 2.0 odtisnjen z ICC profilom Ofset_170.icc; D50/2°
- ◆ – UFMW CMYK V2.0 odtisnjen z ICC profilom Ofset_170.icc; F2/2°

B4 UGRA/Fogra Mediawedge CMYK V2.0 – merilna polja G



Slika B7: UFMW CMYK V2.0 – Kombinacija 1; merilna polja G

- ◆ – EuropeISOCoatedFOGRA_27L.icc; D50/2°
- ◆ – UFMW CMYK V2.0 odtisnjen z ICC profilom H64_260_A.icc; D50/2°
- ◆ – UFMW CMYK V2.0 odtisnjen z ICC profilom H64_260_A.icc; F2/2°



Slika B8: UFMW CMYK V2.0 – Kombinacija 2; merilna polja G

- ◆ – EuropeISOCoatedFOGRA_27L.icc; D50/2°
- ◆ – UFMW CMYK 2.0 odtisnjen z ICC profilom Ofset_170.icc; D50/2°
- ◆ – UFMW CMYK V2.0 odtisnjen z ICC profilom Ofset_170.icc; F2/2°

PRILOGA C

Priporočjiva literatura

31. MUCK, T in NOVAK, G. Svetlobna obstojnost barvnega odtisa z brizgalnim tiskalnikom. *Grafičar : revija slovenskih grafičarjev*, 1998, št. 5, str. 24 – 29.
32. KUMAR, M. Digitalni in analogni cromalin od blizu. *Grafičar : revija slovenskih grafičarjev*, 2000, št. 1, str. 17 in 22 – 30.
33. MUCK, T. in SCHEICHER, L. Kakovost papirjev za kapljični tisk. *Grafičar : revija slovenskih grafičarjev*, 2000, št. 2, str. 23 – 26 in 28.
34. HLADNIK, A., MUCK, T. in NOVAK, G. Kakšen mora biti papir za kapljični tisk. *Grafičar : revija slovenskih grafičarjev*, 2001, št. 2, str. 10 – 14.
35. HLADNIK, A. in MUCK, T. Uporaba slikovne analize. *Grafičar : revija slovenskih grafičarjev*, 2001, št. 5, str. 21 – 25.
36. MUCK, T. in VOVK, I. Stabilnost odtisa v kapljičnem tisku. *Grafičar : revija slovenskih grafičarjev*, 2000, št. 1, str. 15 – 16 in 25 – 30.
37. KUMAR, M. Barvni vednik in geslovnih - I. del : o komuniciranju, merjenju in nadziranju barv pri digitalnem upodabljanju v grafični de javnosti. *Grafičar : revija slovenskih grafičarjev*, 2003, št. 2, str. 23 – 27.
38. KUMAR, M. Barvni vednik in geslovnih - IV. del : o komuniciranju, merjenju in nadziranju barv pri digitalnem upodabljanju v grafični de javnosti. *Grafičar : revija slovenskih grafičarjev*, 2003, št. 5, str. 22 – 26.
39. KUMAR, M. Barvni vednik in geslovnih - V. del : o komuniciranju, merjenju in nadziranju barv pri digitalnem upodabljanju v grafični de javnosti. *Grafičar : revija slovenskih grafičarjev*, 2003, št. 6, str. 20 – 29.
40. RUTAR, V. in SCHEICHER, L. Uporabnost papirjev za digitalne tehnike tiska : Ali je ofsetni papir uporaben za tisk v nekonvencionalnih tehnikah tiska?. *Grafičar : revija slovenskih grafičarjev*, 2004, št. 5, str. 20 – 26.
41. JESENKO, J. DRUPA 2004: Digitalni tisk. *Grafičar : revija slovenskih grafičarjev*, 2004, št. 5, str. 13 – 17 in 20 – 21.
42. SCHEICHER, L. in MIHELIC, S. OCE – sodobna tehnologija digitalnega tiska. *Grafičar : revija slovenskih grafičarjev*, 2004, št. 6, str. 16 – 21.
43. MUCK, T. in GOLOB, G. Kakovost premaza in odtisa v kapljičnem tisku. *Grafičar : revija slovenskih grafičarjev*, 2005, št. 1, str. 15 – 18.
44. KUMAR, M. Barvno upravljanje – kakovost in dobiček?. *Grafičar : revija slovenskih grafičarjev*, 2005, št. 2, str. 24 in 26 – 27.
45. ŠTEFAN, M. Eye-one Display 2. *Grafičar : revija slovenskih grafičarjev*, 2005, št. 2, str. 24 in 28 – 29.
46. MUCK, T. in LOZO, B. O penetraciji ink-jet črnila. *Grafičar : revija slovenskih grafičarjev*, 2005, št. 6, str. 24 – 27.
47. KUMAR, M. Moj najljubši monitor: CRT, LCD, PDP, OLED, FED ali...?. *Grafičar : revija slovenskih grafičarjev*, 2006, št. 4, str. 6 – 8 in 10 – 14 in 16 – 17.

48. RUTAR, V. Relativna vlažnost in električne lastnosti papirja. *Grafičar : revija slovenskih grafičarjev*, 2006, št. 5, str. 30 – 32.
49. JELEN, A. Barve prihodnosti. *Grafičar : revija slovenskih grafičarjev*, 2007, št. 3, str. 9 – 10 in 14 – 16.
50. KUMAR, M. UGRA – švicarski center za medijsko in grafično tehnologijo. *Grafičar : revija slovenskih grafičarjev*, 2007, št. 4, str. 6 – 8.
51. ŠTEFAN, M. Canon spectacolor 06. *Grafičar : revija slovenskih grafičarjev*, 2006, št. 5, str. 16 – 17 in 20.
52. MOŽINA, K. Papir v dobi digitalnih medijev. *Grafičar : revija slovenskih grafičarjev*, 2006, št. 5, str. 21 – 28.
53. ŠTEFAN, M. Canon showroom. *Grafičar : revija slovenskih grafičarjev*, 2007, št. 3, str. 30.
54. KUMAR, M. Digitalni tisk danes. *Grafičar : revija slovenskih grafičarjev*, 2007, št. 6, str. 23 – 24 in 26.
55. KUMAR, M. Digitalni tisk danes. *Grafičar : revija slovenskih grafičarjev*, 2008, št. 1, str. 12 – 16 in 21.
56. KUMAR, M. Barvno upravljanje v slepi ulici?. *Grafičar : revija slovenskih grafičarjev*, 2008, št. 2, str. 6 – 9.
57. MUCK, T. in ĐORĐEVIĆ, D. Kakovost odtisov v UV-tehnologiji. *Grafičar : revija slovenskih grafičarjev*, 2008, št. 2, str. 20 in 30 – 32.
58. BVDM – *bundesverband druck und medien* [dostopno na daljavo]. *medien standard druck 2007 : technische richtlinien für daten, prüfdrucke und filme*, obnovljeno 28.1.2008 [citirano 5.2. 2008]. Dostopno na svetovnem spletu: <<http://www.bvdm-online.de/aktuelles/Downloads/pdf>>.
59. RICHTER, K. *Computergrafik und Farbmeterik : Farbsysteme, Postscript, geräteunabhängige CIE-Farben*. Berlin : VDE-VERLAG ; Technische Akademie Wuppertal, 1996, str. 288.
60. *Grafične pojmovne drobtinice : slovar strokovne terminologije za področje tiska in dodelave*. Ljubljana : Srednja šola tiska in papirja Ljubljana, 2001, str. 83.
61. SCHNITZLER, M.T. Ofset izrada probnih otiska na daljino. *CroPrint : časopis za grafiku i tiskarstvo*, 2006, god.1, br. 2, str. 16 – 22.
62. *Od zamisli do tiskovine : uradni Adobov tiskarski vodnik : priročnik za pripravo za tisk*. Prevajalec B. Troha. Ljubljana : Pasadena, 2000, str. 228.
63. GEHMAN, C. *Print production Workflow : a practical guide*. Paramus, NJ : National Association for Printing Leadership, 2003, 166 str.
64. GOLDMAN, G. *The World of Printers : océ printing technologies, 8th revised edition*. Poing : Océ Printing Systems, 2004, 394 str.