

Primjena ISO normi, smjernica FADGI i Metamorfoze u digitalizaciji dvodimenzionalnih predmeta kulture baštine

Ljubo Gamulin

Hrvatski restauratorski zavod
Informacijsko-dokumentacijski odjel
ljgamulin@h-r-z.hr

Izvorni znanstveni rad/
Original scientific paper
Primljen/Received: 6. 8. 2018.

UDK
930.85:004.9

DOI

<http://dx.doi.org/10.17018/portal.2018.11>

SAŽETAK: U radu je opisan postupak digitalizacije dvodimenzionalnih predmeta kulturne baštine upotrebom trikromatskih digitalnih fotografskih aparata. Postupak je temeljen na sustavu za upravljanje bojom, testnim kartama i programima za provjeru kvalitete digitaliziranog materijala u skladu s odgovarajućim međunarodnim ISO normama te smjericama FADGI i Metamorfoze. Isti uzorci fotografirani su i obrađeni postupkom ustaljenim u hrvatskim institucijama u kulturi koji se pak temelji isključivo na vizualnoj (subjektivnoj) percepciji i korekciji digitalnog zapisa u programima za obradu fotografija. Uspoređeni rezultati jasno upućuju na zastarjelost i neučinkovitost dosadašnje prakse te na potrebu za implementacijom ISO normi te smjernica FADGI ili Metamorfoze u digitalizaciji kulturne baštine.

KLJUČNE RIJEČI: *digitalizacija kulturne baštine, FADGI, Metamorfoze, ISO/TS19264-1:2017, sustav za upravljanje bojom*

Posljednega desetljeća kvaliteta digitalnog zapisa profesionalnih trikromatskih fotografskih aparata umanjila je upotrebu skenera u stvaranju digitalne baze podataka. Takvi suvremeni sustavi digitalizacije mogu umanjiti financijske troškove te omogućuju sigurniji rad s arhivskim materijalom i obradu znatno veće količine predložaka. Pritom je moguće stvaranje baze podataka koja osigurava vjernu kopiju izvornika.¹ Uvjeti za takvu premisu su primjena sustava za upravljanje bojom (*CMS – Colour Management System*)² i metoda analize izvrsnosti digitaliziranog zapisa.³ Uz pravilnu implementaciju sustava za upravljanje bojom, sustav izvrsnosti zapisa digitalnim fotografskim aparatom ovisi o četiri

međusobno povezana elementa: o senzoru fotografskog aparata, osvjetljenju, objektivu i postavkama fotografskog aparata. Fotografski aparat odabire se prema razlučivosti senzora i mogućnostima reproduciranja dubine boja te prema dinamičkom opsegu zabilježenih boja. Izvor svjetlosti mora zadovoljiti kriterije uniformne rasvjete snimanog područja, jedinstvenu temperaturu boje svjetlosti, kut upada na površinu snimanja i stupanj kvalitete izvora svjetla, odnosno indeksa uzvrata boje (*CRI – Colour Rendering Index*). Kvalitetu objektiva čini oštrina, sposobnost transmisije svjetla, stupanj izobličenja, vinjetiranje i kromatska aberacija. Postavke fotografskog aparata odnose se na format digitalnog zapisa, otvor zaslona i ekspozicije,

Tablica 1. Taksonomija digitalnog fotografskog zapisa (FADGI, *Technical Guidelines for Digitizing Cultural Heritage Materials: Creation of Raster Image Master Files*)
Taxonomy of Digital Imaging Performance (FADGI, Technical Guidelines for Digitizing Cultural Heritage Materials: Creation of Raster Image Master Files)

Temeljni mjerni podaci	Signal								Omjer signal - šum	Šum												
	OEFC (Optoelektronička funkcija pretvorbe / Opto-Electronic Conversion Function)				SFR (Prostorno frekvencijski odziv / Spatial Frequency Response)					Radiometrijsko iskrivljenje NPS (Spektar snage šuma / Noise Power Spectrum)			Geometrijsko iskrivljenje									
Izvedeni mjerni podaci	Osjetljivost	Ton, ekspozicija	Ravnoteža bijele boje	Točnost reprodukcije boje	Stopa uzorkovanja	Razlučivost	Oštrenje	Oštrina ruba (acutance)	Odsjaj	Žarišna duljina	Dinamički raspon	Ukupni šum		Kromatski šum	Segmentalno (deterministički)	Pogreške u bilježenju boja (deterministički)	Frekvencijsko preklapanje (deterministički)	SFR prostorne ujednačenost (deterministički)	Optičko iskrivljenje (deterministički)			
												Privremeni uzrak	Šum konstantnog uzorka									
												Nasumični (stohastički)	Trakasati (deterministički)	Defekti (stohastički)						Neujednačenost (deterministički)	Ujednačenost boja (deterministički)	Ujednačenost boja SFR (deterministički)

postavku osjetljivosti (ISO), ravnotežu bijele i ICC prostor boja. Primjena takvog sustava moguća je isključivo uz rad profesionalnog kadra unutar kontroliranih uvjeta prostora fotografskog studija (**tablica 1**).

Osvrt na razvoj aktualnih smjernica i normi za digitalizaciju kulturne baštine

S obzirom na doista široke mogućnosti odabira sustava digitalizacije trikromatskim fotografskim aparatima (razne vrste fotografskih aparata, objektiva, vrste rasvjete) koji se ponajprije formiraju prema financijskim mogućnostima, bilo je potrebno stvoriti sustav vrednovanja snimljenog materijala koji je uz to lako dostupan krajnjim korisnicima.⁴ Danas su globalno prihvaćene dvije smjernice digitalizacije dvodimenzionalnih predmeta kulturne baštine – FADGI i Metamorfoze, obje u skladu s najnovijom ISO normom 19264-1:2017. Nažalost, smjernice FADGI i Metamorfoze zasnovane su na različitim algoritmima vrednovanja i tolerancije te se koriste različitim testnim kartama, stoga krajnji korisnici odabiru za koji će se od sustava opredijeliti (**tablica 2**).

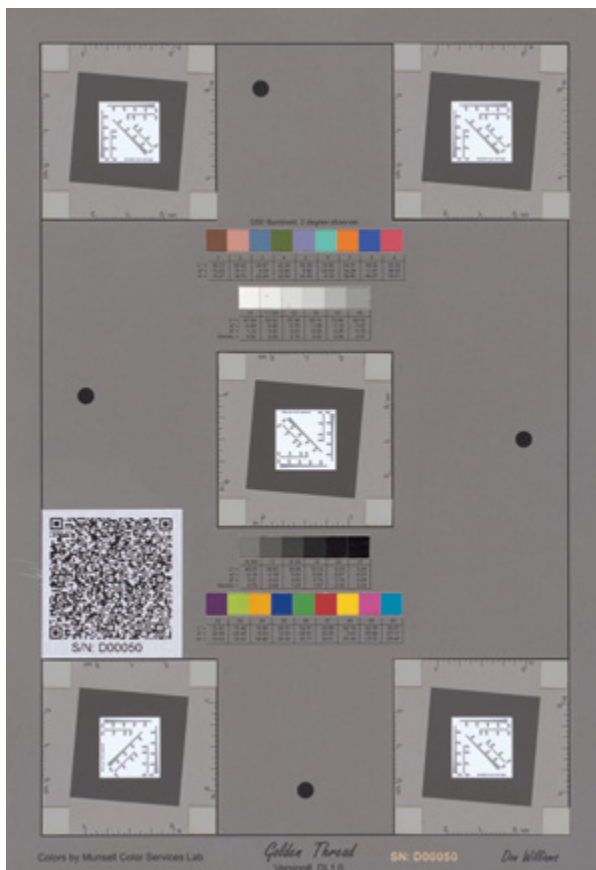
Smjernice za digitalizaciju kulturne baštine *Technical Guidelines for Digitizing Cultural Heritage Materials: Creation of Raster Image Master Files*⁵ izdala je američka vladina agencija US Federal Agencies Digitalization Guidelines Initiative (FADGI) 2010. godine. Zasnovane su na tada aktualnim ISO normama i smjericama neovisne američke agencije National Archives and Records Administration

(NARA) pod nazivom *Technical Guidelines for Digitizing Archival Records for Electronic Access: Creation of Production Master Files – Raster Images*⁶ iz 2004. godine. Smjernice FADGI razvijene u suradnji s Image Science Associates uvele su Digital Image Conformance Environment (DICE), sustav vrednovanja koji se sastoji od testnih karata Device Level Target (**sl. 1**) i Object Level Target te komercijalnog programa GoldenThread Analysis Software za određivanje kvalitete digitalnog zapisa. Zbog što veće točnosti u korištenju, svaka testna karta DICE dolazi s očitanim $L^*a^*b^*$ vrijednostima boje, a pri ekstenzivnom korištenju preporučuje se obnova svakih dvanaest mjeseci. Uz podjelu na različite vrste dvodimenzionalnih predmeta kulturne baštine (uvezane sveske, nevezani dokumenti, predmeti velikih dimenzija, novine, fotozapisi, likovna djela, radiografija i skenirani dokumenti), smjernice FADGI uspostavljaju ljestvicu kvalitete digitalnog zapisa od četiri razine. Nakon revizije u pogledu ujednačavanja pristupa analize upotrebom $L^*a^*b^*$ prostora boja i recentne formule za kolorimetrijsku razliku CIE DE2000 (ΔE_{00}), 2016. godine izdane su dopunjene smjernice *Technical Guidelines for Digitizing Cultural Heritage Materials*.⁷

Na inicijativu nizozemske Nacionalne knjižnice i Državnog arhiva, 2012. godine objavljena je europska inačica smjernica za digitalizaciju kulturne baštine pod nazivom *Metamorfoze Preservation Imaging Guidelines*.⁸ Glavna razlika u odnosu na smjernice FADGI jest u korištenju razlikovne formule CIE 1976 (ΔE_{ab}). Kao osnova

Tablica 2. Razlike između norme ISO/TS19264-1:2017 i smjernica FADGI i Metamorfoze
Differences between ISO/TS 19264-1:2017 standard, and FADGI and Metamorfoze guidelines

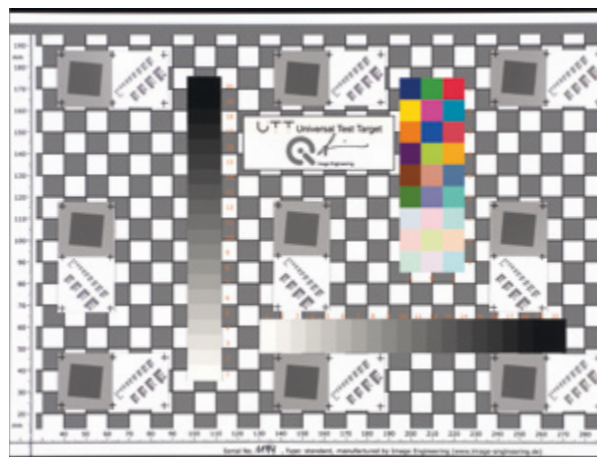
Norma, Smjernice	ISO			FADGI (dvodimenzionalna likovna djela)				METAMORFOZE		
	A	B	C	****	***	**	*	Strict	Light	Extra Light
Kvaliteta										
Testna karta	UTT, DCCSG, Munsell Linear Grayscale			Object Level Target, Device Level Target				UTT, DCCSG	UTT, Q-13	Q-13
Master datoteka	TIFF	TIFF	TIFF	TIFF	TIFF	JPEG 2000 TIFF	JPEG 2000 TIFF	TIFF	TIFF	TIFF
Razlučivost	—	—	—	600 (duljina: 12000 ppi)	600 (duljina: 10000 ppi)	600 (duljina: 5000 ppi)	— (duljina: 3000 ppi)	300	300	300
Dubina bita	8 ili 16	8 ili 16	8 ili 16	16	16	8	8	8 ili 16	8	8
Prostor boja	—	—	—	Adobe RGB eciRGBv2 ProPhoto Grayscale	Adobe RGB eciRGBv2 ProPhoto Grayscale	Adobe RGB eciRGBv2 ProPhoto Grayscale	Adobe RGB eciRGBv2 ProPhoto Grayscale	eciRGBv2	Adobe RGB eciRGBv2	Adobe RGB eciRGBv2 Gray Gamma 2.2
Odziv tona (OECF)	$\leq \pm 2$	$\leq \pm 3$	$\leq \pm 4$	≤ 2	≤ 5	≤ 8	≤ 8	≤ 2	≤ 2	≤ 2
Greška ravnoteže bijele boje	$\leq \pm 2$	$\leq \pm 3$	$\leq \pm 5$	≤ 2	≤ 4	≤ 6	≤ 8	≤ 2	≤ 2	≤ 2
Neujednačenost osvjetljenja	≤ 2 ($\leq A3$) ≤ 5 ($A2 - A0$)	≤ 2 ($\leq A3$) ≤ 6 ($> A2 - A0$)	≤ 2 ($\leq A3$) ≤ 6 ($A2 - A0$)	< 1	< 3	< 5	> 8	3 (A4 - A3) 6 (A1 - A0)	3 (A4 - A3) 6 (A1 - A0)	3 (A4 - A3) 6 (A1 - A0)
Točnost boja (srednja)	$\leq \pm 4$ (ΔE 2000)	$\leq \pm 5$ (ΔE 2000)	$\leq \pm 5$ (ΔE 2000)	< 2 (ΔE 2000)	< 4 (ΔE 2000)	< 6 (ΔE 2000)	< 10 (ΔE 2000)	$\leq \pm 4$ (ΔE 1976)	$\leq \pm 5$ (ΔE 1976)	$\leq \pm 5$ (ΔE 1976)
Točnost boja (maksimalna)	$\leq \pm 10$ (ΔE 2000)	$\leq \pm 15$ (ΔE 2000)	$\leq \pm 15$ (ΔE 2000)	—	—	—	—	$\leq \pm 10$ (ΔE 1976)	$\leq \pm 18$ (ΔE 1976)	$\leq \pm 18$ (ΔE 1976)
Greška preklapanja boja	$< 0,40$	$< 0,70$	$< 1,00$	$< 0,33$	$< 0,50$	$< 0,80$	$> 1,20$	$\leq 0,35$	$\leq 0,50$	$\leq 0,50$
Uzorkovanje (potvrđeno/ ostvareno)	≤ 2	≤ 3	≤ 4	—	—	—	—	≤ 2	≤ 2	≤ 2
Razlučivost MTF 10 (10% SFR)	≤ 85	≤ 80	≤ 70	≤ 90	≤ 80	≤ 70	≤ 60	≤ 85	≤ 85	≤ 85
Oštrina (maksimalna MTF)	$\leq 1,05$	$\leq 1,10$	$\leq 1,20$	$\leq 1,00$	$< 1,10$	$\leq 1,20$	$> 1,30$	$\leq 1,05$	$\leq 1,05$	$\leq 1,05$
Šum (STD)	< 5 (vidni)	< 6 (vidni)	< 7 (vidni)	< 1	< 2	< 3	< 4	≤ 4 (8 bit)	≤ 4	≤ 4
Točnost skale reprodukcije	—	—	—	$\leq \pm 1$	$\leq \pm 2$	$\leq \pm 3$	$\leq \pm 3$	—	—	—
Iskrivljenje	$\leq 1,5$	≤ 2	≤ 5	—	—	—	—	≤ 2	≤ 2	≤ 2



1. Testna karta Device Level Target
Device-Level Target test chart

vrednovanje razvijena je referentna karta Universal Test Target (UTT) i poseban UTT modul programa IQ-Analyzer u suradnji s njemačkom tvrtkom Image Engineering GmbH & Co. KG (sl. 2). Važno je istaknuti da su navedene smjernice proizašle prije svega iz potrebe za digitalizacijom tekstualne arhivske građe, ali su primjenjive i na druge dvodimenzionalne predmete kulturne baštine. Najveća zamjerka tome sustavu jest u testnoj karti UTT koja se zbog što manjih troškova izrađuje na fotografskom papiru koji može rezultirati metamerijom boja.⁹ Testna karta UTT može se naručiti i s očitanim $L^*a^*b^*$ vrijednostima boje, a trajnost joj je najviše 24 mjeseca. Selekcija kvalitete zapisa podijeljena je na tri skupine (Extra light, Light i Metamorfoze).

Nova ISO norma ISO/TS19264-1:2017¹⁰ objavljena potkraj 2017. godine objedinila je dosadašnje ISO norme kvalitete digitalnog zapisa (ISO 12233: 2014 – razlučivost, ISO 14524 – *Opto-electronic conversion function* – OECF, ISO 15739 – šum, ISO 16067-1 – razlučivost skenera, ISO 17957 – sjena, ISO 21550 – kolorimetrija i dr.). Kao i kod smjernica Metamorfoze, kvaliteta digitalnog zapisa podijeljena je na tri razine izvrsnosti (A, B i C), ovisno o vrsti materijala koji se digitalizira i o potrebi za točnošću reprodukcije. Za vrednovanje snimljenog zapisa istaknuta



2. Testna karta UTT, DIN A4
UTT, DIN A4 test chart



3. Testna karta Munsell Linear Grayscale
Munsell Linear Grayscale test chart

je testna karta UTT, a njezine detaljne tehničke specifikacije objavljene su u aneksu C te norme.

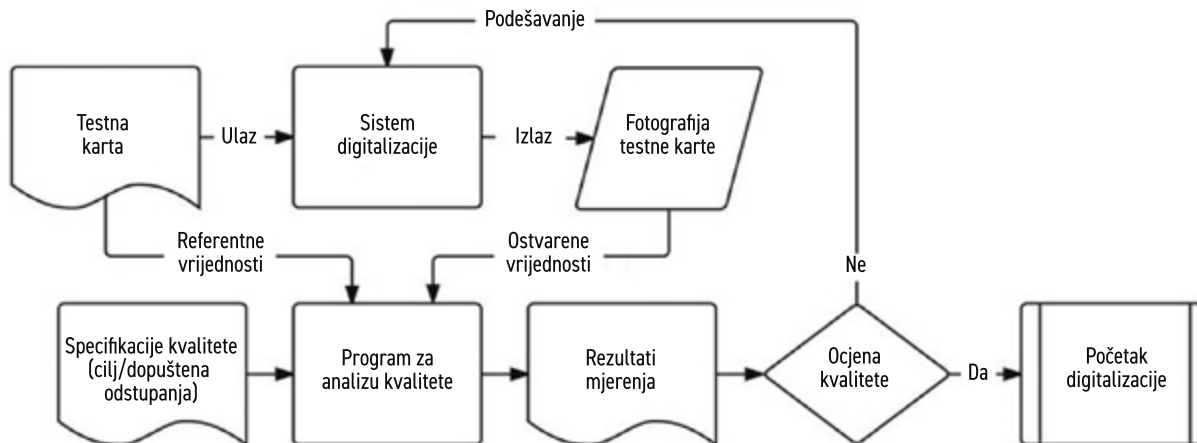
Norma ISO/TR 19263-1:2017¹¹ donosi tehničke savjete za digitalizaciju dvodimenzionalnih predmeta kulturne baštine u skladu s normom ISO/TS19264-1:2017. Kao dodatne karte za karakterizaciju sustava preporučuju se kolor-karte ColorChecker DigitalSG (CCSG) i linearnog sivog klina Munsell Linear Grayscale proizvođača X-Rite (sl. 3). Tehničke specifikacije sivog klina objavljene su u aneksu A te norme. Kvalitetu digitalnog zapisa unutar ISO normi moguće je provjeriti komercijalnim programima IQ-Analyzer i Imatest (tablica 3).

Programi otvorenog koda za provjeru izvrsnosti digitalnog zapisa

Američka vladina agencija US Federal Agencies Digitalization Guidelines Initiative razvila je programe otvorenog koda pod nazivom *OpenDICE* (*Digital Image Conformance Environment*) i *Auto SFR*¹² na temelju sustava vrednovanja FADGI i smjernica za digitalizaciju kulturne baštine. Program *OpenDICE* uz FADGI karte prihvaća iščitavanje drugih testnih karata pogodnih za digitalne fotografske aparate: ColorChecker DigitalSG, UTT i NGT. Program *Auto SFR* koristi se kartom Slant Edge Scanner Target QA-62 (Applied Image).

Nizozemska tvrtka Picturae usmjerena na digitalizaciju arhivskog dvodimenzionalnog materijala pokrenula je besplatan internetski portal deltae.picturae.com¹³ koji osigurava program za analizu slike prema smjericama

Tablica 3. Postupak digitalizacije dvodimenzionalnih predmeta kulturne baštine prema normi ISO/TS19264-1:2017
Digitization process of two-dimensional cultural-heritage objects in accordance with ISO/TS 19264-1:2017 standard



FADGI i Metamorfoze. Za vrednovanje primjenjuje sljedeće testne karte: sivi klin Kodak Q 13 i Q14 (Eastman Kodak), ColorChecker CC i ColorChecker SG (X-Rite), QA-62 (Applied Image), Device i Object Level target (ISA) i UTT (Image Engineering). Uz vrednovanje svih parametara izvrsnosti digitalnog zapisa, Deltae omogućava i generiranje ICC profila prema različitim algoritmima te iščitavanje RGB i $L^*a^*b^*$ vrijednosti boja testne karte. Zbog brzine procesiranja i jednostavnosti sučelja za krajnjeg korisnika, u ovom je članku za analizu snimljenog materijala korišten program detla.ae.

(Ne)predvidivost digitalnog reprodukcijskog sustava

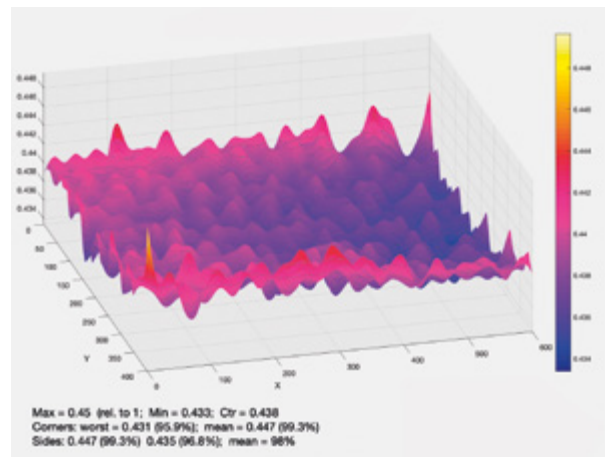
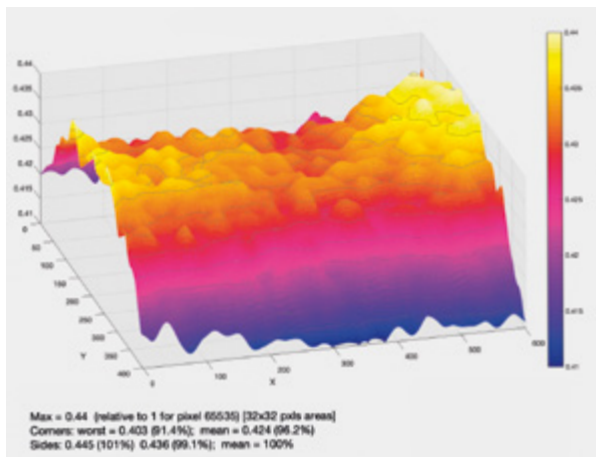
Suvremeni reprodukcijски sustav otvorenog tipa sastoji se od ulaznih (digitalni fotografski aparat, skener) i izlaznih uređaja (monitor, printer, digitalni ili konvencionalni tisak, internet). S obzirom na to da svaki od navedenih uređaja ima vlastite karakterizacije i ograničenja u čitanju boja, reprodukcijски sustav nužno mora uključivati sustav za upravljanje bojom.¹⁴ Matematičke algoritme za navedeni sustav definira Commission Internationale de l'Éclairage (CIE),¹⁵ a proces implementacije normi u praksu međunarodna organizacija International Color Consortium (ICC), osnovana s ciljem usklađivanja karakterizacija različitih uređaja i sa specifikacijom ICC profila neovisnih o proizvođačima. Aktualna verzija ICC specifikacije ICC.1:2010-12¹⁶ u skladu je s ISO normom ISO 15076-1:2010.¹⁷ Glavni cilj sustava za upravljanje bojom je kalibracija i karakterizacija različitih uređaja unutar reprodukcijskog lanca te konverzija boja s ciljem normiranja reprodukcijskog procesa i postizanja željene reprodukcije boje neovisne o korištenim uređajima.¹⁸

Ulazni profili fotografskog aparata

Trikromatski digitalni fotografski aparati koriste se najčešće monokromatskim senzorom CMOS (*Complementary Metal-Oxide Semiconductor*) osjetljivim na svjetlosnu

energiju.¹⁹ Nikonov model aparata D810 korišten u ovom testu, kao i većina drugih digitalnih fotografskih aparata, ima niz filtara postavljenih ispred senzora u formi mozaika (CFM), tako da svaki piksel prekriva crveni, zeleni ili plavi filter. Uobičajeno se koristi Bayerov uzorak (nazvan po izumitelju Bryce E. Bayeru iz grupe Kodak Eastman) u kojem je 25 % piksela crveno, 25 % plavo i 50 % zeleno.²⁰ Namjena filtra je prikazati boju što sličniju spektralnom sustavu ljudskog oka. Ulazni profili koje generiraju proizvođači fotografskih aparata (a implementirani su u programima za obradu RAW ili NEF zapisa), temeljeni su na srednjim vrijednostima spektralne osjetljivosti, pogodnima za fotografiju široke primjene, kao što su portreti, pejzaži i sl. Potreba za što točnijom reprodukcijom originala unutar sustava za digitalizaciju kulturne baštine nužno uključuje generiranje i korištenje posebnog ulaznog profila. Važno je istaknuti da se takvim postupkom ne karakterizira samo fotografski aparat nego i korišteni objektiv, ISO osjetljivost, ravnoteža bijele i svjetlo pri snimanju. Zbog izmjene bilo kojega od spomenutih parametara, potrebno je napraviti novi profil jer će odstupanja biti neprihvatljiva za postizanje objektivne kvalitete digitalnog zapisa.²¹

Iako na tržištu postoji velik broj referentnih kolor-karti za kalibraciju boje i stvaranje ulaznog profila fotografskog aparata, relevantne ISO norme preporučuju kartu ColorChecker DigitalSG (CCSG) proizvođača X-Rite (sl. 5). Razlog je u korištenju boja izrađenih u suradnji s tvrtkom Munsell Color, koje osiguravaju minimalnu ili nikakvu metameriju boje te maksimalno proširen dinamički opseg zbog polusjajne površine. Testna karta CCSG sastoji se od 140 uzoraka: 24 uzorka u središtu karte slična su karti ColorChecker Classic (CC)²² (18 kromatskih i šest akromatskih polja koja čine sivi klin). Na obodnom rubu karte 44 polja s nizom crne, sive i bijele boje koriste se za procjenu uniformnosti osvjetljenja i temperature boje, 14



4. Grafički prikaz Y (luminacije) fotografiranog polja prije i nakon primjene LCC profila
Y (luminance) values of the photographed field prior and after application of the LCC profile

kromatskih polja odabrano je radi točnije reprodukcije različitih tonova ljudske kože, a ostalim saturiranim poljima nastoji se dosegnuti dinamički opseg boja senzora profesionalnog digitalnog fotografskog aparata. Bez obzira na to što proizvođač uz kartu isporučuje srednje vrijednosti CIE $L^*a^*b^*$ prostora boja pod iluminatom D50²³, preporučuje se mjerenje svake korištene karte radi što manjih odstupanja u rezultatima.

Izlazni profili fotografskog aparata

Uz specifični ulazni profil u otvorenom sustavu za upravljanje bojom, potrebno je definirati i izlazni profil digitalnog zapisa koji će biti uključen u arhivsku master datoteku. Smjernice FADGI u početku su se koristile isključivo profilom AdobeRGB, a novija revizija za kategoriju od tri i četiri zvjezdice dopušta upotrebu ProPhotoRGB i eciRGBv2 profila.²⁴ Smjernice Metamorfoze od početka se koriste eciRGB profilom s L^* funkcijom (perceptualno linearna) i D50 iluminatom.²⁵ U pokusnom dijelu rada

koristit će se AdobeRGB kolor-profil preporučen normom ISO 12640-4:2011.²⁶

Testni dio

Kako se u testnom dijelu prikazuju dva nekomplementarna pristupa digitaliziranju predmeta kulturne baštine, bilo je potrebno razdvojiti proces rada, pa je u prvom dijelu prikazan pristup unutar ISO normi i aktualnih smjernica, a u drugom uobičajeni način fotografiranja unutar institucija u kulturi Republike Hrvatske.²⁷ Osnovni parametri ostali su nepromijenjeni. Digitalni fotografski aparat korišten u testiranju bio je Nikon D810 s objektivom Tamron 85 mm f/1.8 Di VC (T-stop 2). Sve fotografije snimljene su pri otvoru blende f/5.6, a točna ekspozicija postignuta je odmicanjem rasvjetnih tijela od snimanog predmeta i korekcijom intenziteta bljeska. Za rasvjetu su korišteni studijski blicevi Quadralite, deklarirane temperature boje 5600K ±200K i tvrdo svjetlo uz pomoć reflektornih nastava. Fotografski aparat bio je postavljen na reprodukcijski stol proizvođača Kaiser, serije R1. Izvorne datoteke snimljene su u NEF formatu i pretvorene u TIFF 16-bitni zapis s profilom Adobe RGB uz perceptivno usklađivanje (*Perceptual Rendering Intent*) i uključenu kompenzaciju crne točke (Black-point Compensation).



5. Testna karta ColorChecker DigitalSG – CCSG
ColorChecker DigitalSG – CCSG test chart

Digitalizacija unutar smjernica FADGI i Metamorfoze

ODREĐIVANJE EFEKTIVNE RAZLUČIVOSTI SLIKE

Praksa rada unutar institucija u kulturi u Republici Hrvatskoj pokazuje nedovoljnu osviještenost naručitelja o pitanju stvarne i efektivne razlučivosti digitalnog fotografskog zapisa. U propozicijama se često propisuje samo broj piksela ili ukupna „težina“ željene master datoteke izražene u megapikselima (MP), a zaboravlja se istaknuti efektivna razlučivost. Naime, razlučivost nekog digitalnog sustava vrednuje se mogućnošću reprodukcije prostorne frekvencije (SFR – *Spatial Frequency Response*, odnosno vrijednosti MTF – *Modulation Transfer Function*).²⁸

Tablica 4. $\Delta E L^*a^*b^*$ vrijednosti generiranog ulaznog profila izračunate programom BasICColor
 $\Delta E L^*a^*b^*$ values of the generated input profile calculated using BasICColor software

Profile Name: **NikonD810-CCSG C1**

Profile Type: **ICC**

	DeltaE	Average	Peak	Std.Dev.
All		1.54	3.63	1.01
Uniformity		0.74	1.17	0.31
Reflection		0.44	0.61	0.13

Jednostavnim riječima, digitalni zapis s višim brojem frekvencija unutar slike imat će i veću razlučivost. Odstupanja u efektivnoj razlučivosti mogu uzrokovati loši objektiv, mjerenja provedena isključivo u najoštrijem, središnjem dijelu digitalnog zapisa te količina korištenog filtra za oštrenje piksela tijekom snimanja u fotografskom aparatu ili nakon snimanja u programima za obradu slika. Točnost navedenog podatka od ključne je važnosti u izračunu ukupne količine memorije potrebne za bazu podataka, pa samim tim mora biti i jedan od početnih parametara za stvaranje baze. U ovom testu odbrana je razlučivost od 400 dpi s omjerom 1:1 u odnosu na snimani predmet (21 x 29 cm) što je rezultiralo master datotekama prosječne veličine od 70 MB.²⁹

KALIBRACIJA I KARAKTERIZACIJA DIGITALNOG FOTOGRAFSKOG APARATA

Kao što je istaknuto, kalibracija uređaja je prvi korak u konačnoj kolorimetrijskoj karakterizaciji digitalnog fotografskog aparata. Postupak kalibracije unutar ISO normi te smjernica FADGI i Metamorfoze uključuje:

- postavu rasvjete pod 45° u odnosu na predmet snimanja³⁰
- izračun uniformnosti osvjetljenja snimane površine i izrada LCC profila za korekciju uniformnosti
- određivanje ravnoteže bijele – temperature boje svjetla rasvjetnog tijela
- određivanje točne ekspozicije
- generiranje ulaznog ICC profila
- vrednovanje rezultata $L^*a^*b^*$ vrijednosti boje unutar specifičnog ICC profila formulom Delta E2000.

Prilikom testiranja korištena su dva rasvjetna tijela. Trebalo je više puta korigirati njihov položaj da bi se dobila što ujednačenija rasprostranjenost svjetla na snimanu podlogu (sl. 4). Ujednačenost osvjetljenja snimane površine Y (luminacija) provjerena je uz pomoć Imatestova programskog modula. Radi što ravnomjernijeg osvjetljenja, napravljen je poseban LCC profil unutar programa *Capture One* i primijenjen na sve snimljene fotografije.³¹

Nakon utvrđenih parametara ravnomjernosti osvjetljenja, fotografirana je testna karta X-Rite White Balance i

prema njoj je određena temperatura svjetla (6400 K). Točna ekspozicija određivala se uz pomoć testne karte CCSG i programa *Capture One* s referentnom vrijednosti G5 polja izmjerene unutar RGB vrijednosti zadanog tvorničkog profila fotografskog aparata. Za snimanje fotografije kojom je generiran kolor-profil fotografskog aparata korištene su repro-postavke unutar programa *Capture One*, odnosno linearna krivulja uz ulazni, tvornički profil fotografskog aparata. Dobivena fotografija spremljena je kao 16-bitni TIFF zapis s ulaznim i izlaznim profilom basICColor - Profiling *Capture One*. Generiranje novog ulaznog profila i njegova optimizacija provedeni su primjenom programa *basICColor Input* s postavkama za izradu profila *Capture One* (tablica 4).

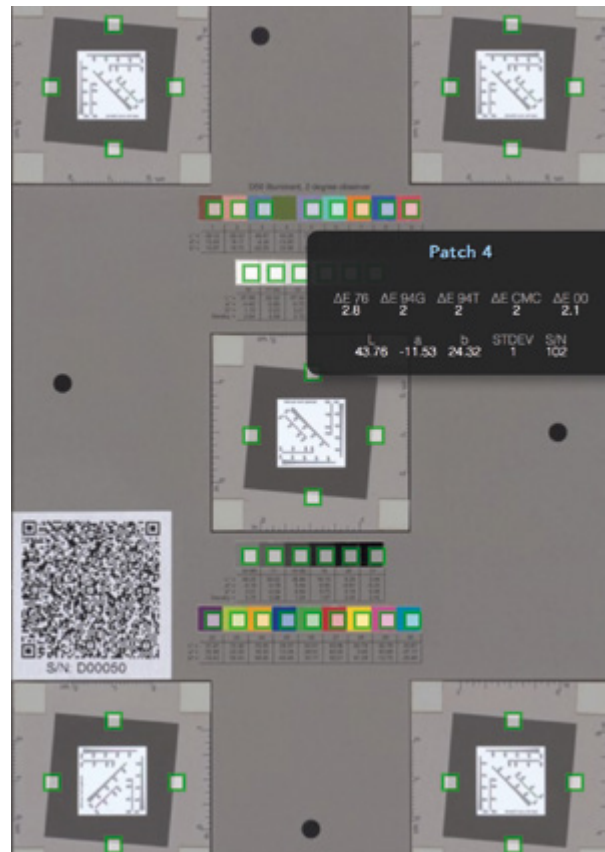
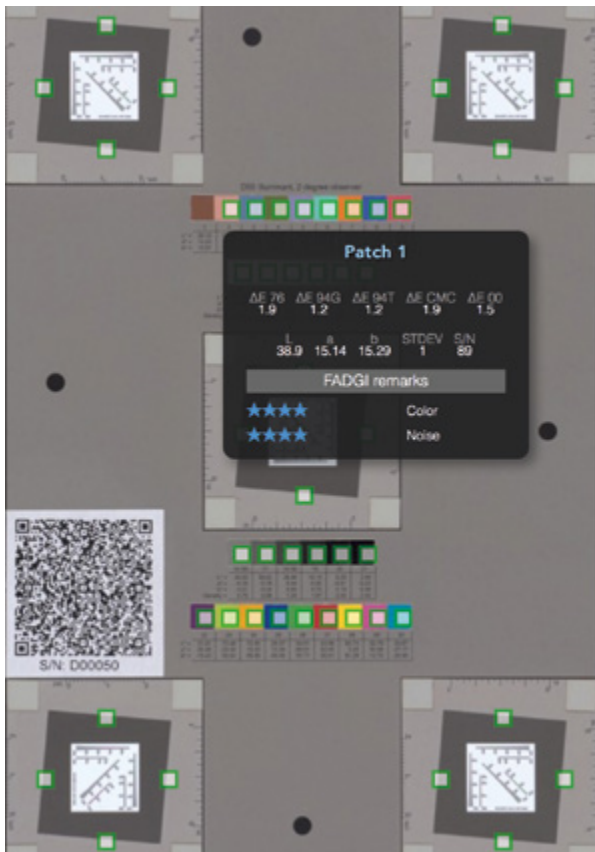
FOTOGRAFIRANJE I VREDNOVANJE TESTNIH KARATA – SMJERNICE FADGI I METAMORFOZE

Nakon generiranja ulaznog ICC profila fotografskog aparata i implementiranjem toga profila u program *Capture One*, pristupljeno je fotografiranju testne karte (radi lakšeg uspoređivanja rezultata za provjeru smjernica FADGI i Metamorfoze korištena je isključivo testna karta DICE Device Level Target). S obzirom na to da novi generirani ulazni profil ima drugačije vrijednosti od onog korištenog u prošlom dijelu testa, ponovno je određena točna ekspozicija korištenjem $L^*a^*b^*$ vrijednosti boje definirane prema GlodenThread ICC vrijednostima (D50 iluminat).³² Snimljene fotografije, nakon primjene LCC korekcijskog profila, pretvorene su u TIFF zapis i analizirane u programu Deltae. Isti postupak korišten je i za provjeru snimljenog materijala prema smjernicama Metamorfoze. Ekspozicija je podešena prema $L^*a^*b^*$ vrijednostima, a rezultati su analizirani programom Deltae (sl. 6 i 7). U oba su slučaja snimljene fotografije zadovoljile najstrože kategorije izvrsnosti (FADGI *****, Metamorfoze strict).

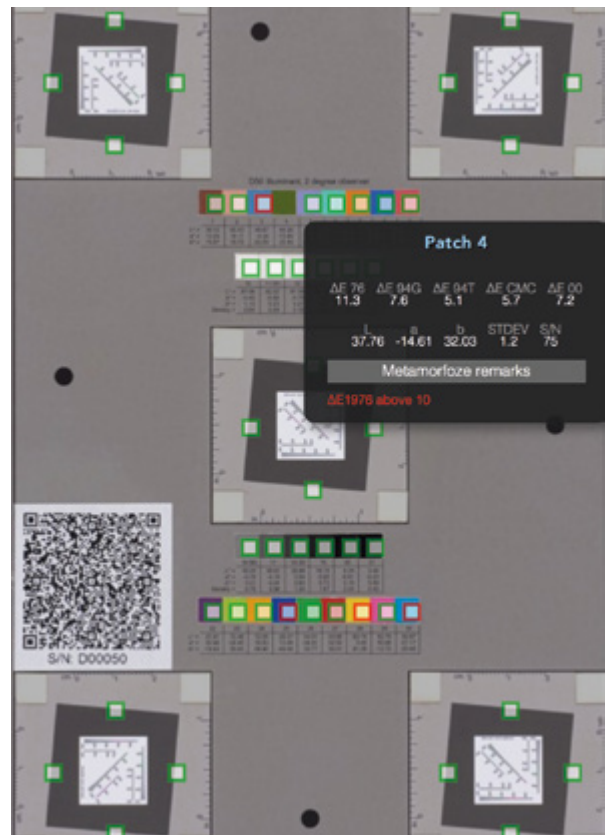
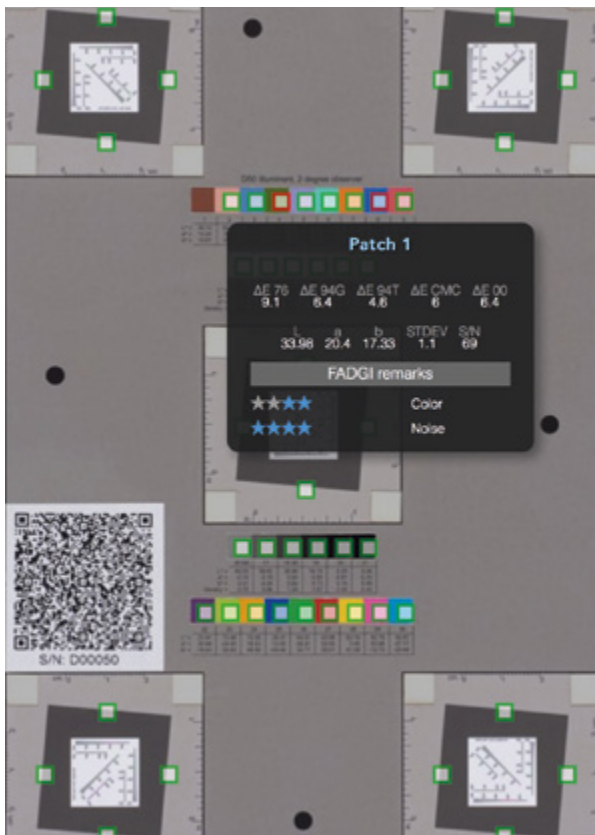
Važno je istaknuti da se u procesu digitalizacije unutar smjernica FADGI i Metamorfoze takve fotografije obavezno snimaju više puta tijekom svakog fotografskog seta, kako bi se mogla potvrditi kvaliteta snimljenog materijala. Ako zadovolje nominalno određenu kvalitetu zapisa, zajedno sa snimljenim materijalom postaju master dokumenti koji ulaze u bazu podataka. Iz takvih digitalnih zapisa naknadno se, prema potrebi, produciraju fotografije namijenjene *webu*, digitalnom ili tiskanom izdavaštvu.

Digitalizacija kulturne baštine postupkom uobičajenim u institucijama u kulturi RH

Digitalizacija kulturne baštine unutar institucija u kulturi Republike Hrvatske izvodi se uobičajeno uz pomoć vizualne (subjektivne) korekcije snimljenog materijala uz upotrebu testnih karata Kodak Q13 i Kodak Q14. Riječ je o identičnim kartama koje se razlikuju samo u dimenzijama, a obje su proizvedene za potrebe analogne



6, 7. Rezultati primijenjenih smjernica FADGI i Metamorfoze na testnoj karti Device Level Target
Results of the applied FADGI and Metamorfoze guidelines on Device Level Target test chart



8, 9. Rezultati subjektivnog načina digitalizacije na testnoj karti Device Level Target prema smjernicama FADGI i Metamorfoze
Results of subjective digitization based on FADGI and Metamorfoze guidelines on Device Level Target test chart

fotografije. Upotreba kolor-skale tih karata već je dulje vrijeme isključena iz smjernica za digitalizaciju kulturne baštine.³³ U novije vrijeme prava za izradu skala Kodak Q13/14 preuzela je tvrtka TIFPEN, ali zbog nepostojanosti u proizvodnji, skale su također isključene iz smjernica.

Prilikom fotografiranja, položaji rasvjetnih tijela, foto­grafskog aparata i testne karte ostali su nepromijenjeni. U programu *Capture One* odabran je standardni ulazni ICC profil Nikon D810 foto­grafskog aparata i krivulja *Film standard*. Ekspozicija i ravnoteža bijele određeni su prema Adobe RGB vrijednostima korištene skale Kodak Q13 pa je fotografiju bilo potrebno tek minimalno korigirati u programu za obradu fotografija. Fotografija je naposljetku eksportirana kao 16-bitni TIFF zapis s Adobe RGB profilom, a rezultati su analizirani programom Deltae. (sl. 8 i 9) Najbolji rezultat postignut prema smjernicama FADGI bio je unutar kategorije FADGI ** sa srednjom kolorimetrijskom razlikom $\Delta E_{2000} = 3,4$ i maksimalnom od $\Delta E_{2000} = 7,2$. Utvrđen je i stupanj pretjeranog oštrenja koji odgovara kategoriji FADGI ***. Prema smjernicama Metamorfoze, snimljene fotografije nisu zadovoljile ni najjednostavniju dopuštenu kategoriju Metamorfoze Extra Light. Zabilježena srednja vrijednost kolorimetrijske razlike iznosila je $\Delta E_{1976} = 5,6$, odnosno čak pet kolor­polja imalo je vrijednost iznad 10 ΔE_{1976} .

S obzirom na to da je u ovom dijelu testa primijenjena siva skala Kodak Q13, uz parametre identične prethodnim postupcima, provedena je još jedna usporedba. Mjerenja su pokazala slične rezultate. Fotografije snimljene prema smjernicama FADGI i Metamorfoze odgovarale su najstrožim kriterijima digitalizacije, a one postupkom subjektivne korekcije boja nisu zadovoljile kategoriju Metamorfoze Extra Light, a zadovoljile su kategoriju kvalitete FADGI**.

Zaključak

Cilj ovoga rada bio je pokazati prednosti nedestruktivnog pristupa digitalizaciji kulturne baštine uz poštovanje ISO normi ISO/TR 19263-1:2017 i ISO/TS19264-1:2017 te primjenu smjernica FADGI i Metamorfoze. Više je razloga za tu tvrdnju. Prije svega, korekcija foto­grafskog zapisa u programu za obradu fotografija počiva isključivo na subjektivnom stajalištu onoga tko obrađuje fotografije pa o konzistentnosti rezultata u duljem razdoblju ne može biti ni govora. Takav pristup osim greške subjektivne percepcije nužno uključuje i eventualne greške proizi­šle korištenjem sustava za digitalizaciju (foto­grafski aparat i monitor). Nadalje, svaka korekcija boje ili ekspozicije u programima za obradu fotografija nakon generiranja TIFF zapisa je destruktivan zahvat koji nepovratno mijenja izvornu datoteku (izuzetak je rad u *layerima* ili rad na RAW datotekama, ali one se ne smatraju master datotekama pa ne ulaze u digitalne baze podataka). Zorni primjer nedostataka su usporedni rezultati kolorimetrijskih vrijednosti

Tablica 5. Usporedni rezultat kvalitete digitalnog zapisa na tesnoj karti Device Level Target: smjernice FADGI i Metamorfoze nasuprot subjektivnom pristupu
Comparative results of digital record quality on the Device Level Target test chart: FADGI and Metamorfoze guidelines versus subjective approach

Parametri kvalitete	FADGI METAMORFOZE	Subjektivna metoda
Razlučivost (ppi)	400,03	400,03
SFR	100 %	100 %
MTF-50	0.26 cy/px	0.27 cy/px
MTF-10	0.54 cy/px	0.57 cy/px
Maksimalna SFR krivulja	1.00	1,00
Maksimalna greška preklapanja boja	0,14 px	0,21 px
Točnost boja ($\mu\Delta E_{2000}$)	1,9	3,4
Točnost boja ($\mu\Delta E_{1994G}$)	1,8	3,7
Točnost boja ($\mu\Delta E_{1994T}$)	1,6	2,5
Točnost boja ($\mu\Delta E_{CMC}$)	2,1	3,0
Točnost boja ($\mu\Delta E_{1976}$)	2,8	5,6
Standardna devijacija (μL^* [0-255])	1,1	1,1
Neujednačenost osvjetljenja (ΔL^*)	0,8	0,7

Tablica 6. Usporedni rezultat kvalitete digitalnog zapisa na tesnoj karti Kodak Q13 (polje 12): smjernice FADGI i Metamorfoze nasuprot subjektivno pristupu
Comparative results of digital record quality on the Q13 test chart (patch 12): FADGI and Metamorfoze guidelines versus subjective approach

Parametri kvalitete	FADGI METAMORFOZE	Subjektivna metoda
Točnost boja ($\mu\Delta E_{2000}$)	2,1	4,1
Točnost boja ($\mu\Delta E_{1994G}$)	1,7	5,2
Točnost boja ($\mu\Delta E_{1994T}$)	1,7	2,8
Točnost boja ($\mu\Delta E_{CMC}$)	2,4	4,2
Točnost boja ($\mu\Delta E_{1976}$)	1,8	5,2
Standardna devijacija (μL^* [0-255])	0,8	0,8

izmjereni pri testiranju. Problem nije samo u nemogućnosti izrade vjerne kopije izvornika, nego i u tome što se takvim načinom generiraju digitalni zapisi koji će bitno odstupati u kvaliteti, što je neprihvatljivo za stvaranje digitalne baze podataka. (tablica 5 i 6)

Kako je prva premisa digitalizacije kulturne baštine stvaranje što točnijeg prikaza originalnog predmeta, bilo bi nužno da institucije u kulturi RH napokon prihvate i implementiraju aktualne ISO norme te smjernice FADGI ili Metamorfoze za digitalizaciju kulturne baštine. Samo tim pristupom bit će moguće uspostaviti kvalitetu koja već

dulje postoji u većini svjetskih arhiva i muzeja. Nije naodmet napomenuti da je taj pristup i financijski isplativiji jer se ukidanjem postprodukcije digitalnog zapisa proces u cijelosti automatizira, čime se bitno skraćuje vrijeme potrebno za digitalizaciju.

Zahvale

Zahvaljujem tvrtkama basICColor GmbH, Image Engineering GmbH & Co. KG, Image Science Associates LLC i Imatest LLC na ustupljenim programima za provjeru kvalitete digitalnog zapisa. ■

Bilješke

- 1 ROY S. BERNS, 2016., 163–164.
- 2 Više o sustavu za upravljanje bojom u: BRUCE FRASER, CHRIS MURPHY, FRED BUNTING, 2004., 79–92, ANDREW RODNEY, 2005., 6–45.
- 3 DON WILLIAMS, PETER D. BURNS, 2008., 124–127.
- 4 DIETMAR WUELLER, ULLA BØGVAD KEJSER, 2016., 111.
- 5 Federal Agencies Digitization Initiative (FADGI) – Still Image Working Group, Technical Guidelines for Digitizing Cultural Heritage Materials: Creation of Raster Image Master Files, 2010.
- 6 U. S. National Archives and Records Administration (NARA), Technical Guidelines for Digitizing Archival Materials for Electronic Access: Creation of Production Master Files – Raster Images, 2004.
- 7 Federal Agencies Digitization Initiative (FADGI) – Still Image Working Group, Technical Guidelines for Digitizing Cultural Heritage Materials: Creation of Raster Image Master Files, 2016.
- 8 HANS VAN DORMOLEN, *Metamorfoze Preservation Imaging Guidelines*, 2012.
- 9 Za usporedbu i primjenu testnih karata vidi: ROBIN D. MYERS, 2010.
- 10 ISO/TS 19264-1:2017, Photography – Archiving systems – Image quality analysis – Part 1: Reflective originals, 2017.
- 11 ISO/TR 19263-1:2017, Photography – Archiving systems – Part 1: Best practices for digital image capture of cultural heritage material, 2017.
- 12 Vidi: URL = <http://www.digitizationguidelines.gov/guidelines/digitize-OpenDice.html>. (5. kolovoza 2018.)
- 13 Vidi: URL = <https://deltae.picturae.com>.
- 14 MAJA STRGAR KUREČIĆ, 2017., 131–135.
- 15 Vidi: <http://www.cie.co.at>. (5. kolovoza 2018.)
- 16 International Color Consortium, ICC.1:2010, (Profile version 4.3.0.0), Image technology colour management – Architecture, profile format, and data structure, 2010.
- 17 ISO 15076-1:2010, Image technology colour management – Architecture, profile format and data structure – Part 1: Based on ICC.1:2010, 2010.
- 18 MAJA STRGAR KUREČIĆ, DARKO AGIĆ, LIDIJA MANDIĆ, 2007., 49–50.
- 19 JUNICHI NAKAMURA (ur.) 2006., 53–90.
- 20 ROBERT HIRSCH, 2014., 6.
- 21 TOM ASHE, 2014., 96.
- 22 Za CIE L*a*b* vrijednosti kolor-karte Classic proizvedene nakon 2014. godine vidi: URL = http://www.babelcolor.com/index_htm_files/ColorChecker24_After_Nov2014.txt (5. kolovoza 2018.)
- 23 Za CIE L*a*b* vrijednosti kolor-karte CCSG proizvedene nakon 2014. godine vidi: URL = http://xritephoto.com/documents/apps/public/digital_colorchecker_sg_la_b.txt (1. kolovoza 2018.)
- 24 DIETMAR WUELLER, ULLA BØGVAD KEJSER, 2016., 112.
- 25 Profil eciRGBv2 temeljen na lineranoj krivulji karakterističnoj za ljudski vid ratificiran je normom ISO 22028-1:2016. Profil AdobeRGB tvrtke Adobe® određen je specifikacijama proizvođača. W. Scott Geffert, 2008., 10.
- 26 ISO 12640-4:2011, Graphic technology – Prepress digital data exchange – Part 4: Wide gamut display-referred standard colour image data [Adobe RGB (1998)/SCID], 2011., VI.
- 27 Digitalizacija kulturne baštine unutar institucija u kulturi Republike Hrvatske još uvijek slijedi praksu iz doba klasičnih fotografskih filmova i shodno tome ne primjenjuje sustav za upravljanje bojom, nego se temelji isključivo na vizualnoj (subjektivnoj) percepciji i korekciji digitalnog zapisa u programima za obradu fotografija, ne koristeći pri tome adekvatne testne karte ni programe za provjeru izvrsnosti digitalnog zapisa.
- 28 DON WILLIAMS, PETER D. BURNS, 2014.
- 29 Da bi zadovoljile kategoriju FADGI ****, vertikalna i horizontalna razlučivost master datoteka s obzirom na stvarne dimenzije fotografiranog predmeta ne smije premašivati 1%.
- 30 „Testna karta i objektiv fotografskog aparata moraju biti zaštićeni od vanjskih izvora osvjetljenja i reflektirajućih površina, uključujući zidove, strop i pod prostorije za ispitivanje, koristeći crne materijale za sprječavanje neželjenih odblijesaka. Zid iza testne karte mora biti crn, a jedini izvori osvjetljenja moraju biti oni koji se koriste za osvjetljavanje testne karte. Za reflektirajuće testne karte, izvori osvjetljenja moraju biti postavljeni tako da je kutna raspodjela svjetlosnog zračenja maksimalno 45° u odnosu na testnu kartu.” ISO 14524:2009, Photography – Electronic still-picture cameras – Methods for measuring opto-electronic conversion functions (OECFs), 2009., 5.
- 31 Za detaljan način digitalizacije predmeta kulturne baštine uz pomoć programa *Capture One* vidi: URL = <https://dtdch.com/wp-content/uploads/2017/04/Public-Color-Guide-DTDCH-v2.pdf> (2. kolovoza 2018.)

32 S obzirom da se RGB vrijednosti prostora boja razlikuju ovisno o korištenom profilu (AdobeRGB, sRGB, ProPhoto, eciRGB i dr.) tijekom kalibracije sistema nužno je koristiti $L^*a^*b^*$ vrijednosti prostora boja (Generic D50, Adobe Lab, Gloden Thread ICC). Odabir istih ovisi vrsti programa korištenih tijekom digitalizacije. Na primjer, Adobe Lab kompatibilan je s Adobe-ovim modulom s algoritmima za usklađivanje boja Adobe Color Engine (ACE) i primjeren radu unutar Adobe programskog okruženja. Riječ je

Lab vrijednostima sličnim Generic D50 uz napomenu da tijekom konverzije Adobe-ov ACE generira specifičnu krivulju klasičnih gama profila koji nisu u stanju generirati punu crnu boju (Adobe RGB i ProPhoto). Zbog tog razloga obavezno je tijekom mapiranja opsega koristiti relativno kolorimetrijsko usklađivanje (Relative Colorimetric Rendering Intent) uz isključivanje kompenzacije crne točke (Black-point Compensation).

33 JEFFREY WARDA (ur.), 2017., 46.

Norme i smjernice

HANS VAN DORMOLEN, *Metamorfoze Preservation Imaging Guidelines*, 2012.

Federal Agencies Digitization Initiative (FADGI) – Still Image Working Group, *Technical Guidelines for Digitizing Cultural Heritage Materials: Creation of Raster Image Master Files*, 2010.

Federal Agencies Digitization Initiative (FADGI) – Still Image Working Group, *Technical Guidelines for Digitizing Cultural Heritage Materials: Creation of Raster Image Master Files*, 2016.

ISO/TS 19264-1:2017, *Photography – Archiving systems – Image quality analysis – Part 1: Reflective originals*

ISO/TR 19263-1:2017, *Photography – Archiving systems – Part 1:*

Best practices for digital image capture of cultural heritage material

ISO 14524:2009, *Photography – Electronic still-picture cameras – Methods for measuring opto-electronic conversion functions (OECFs)*

ISO 15076-1:2010, *Image technology colour management – Architecture, profile format and data structure – Part 1: Based on ICC.1:2010*

ISO 12640-4:2011, *Graphic technology – Prepress digital data exchange – Part 4: Wide gamut display-referred standard colour image data [Adobe RGB (1998)/SCID]*

ICC.1:2010 (Profile version 4.3.0.0), *Image technology colour management – Architecture, profile format, and data structure*

U. S. National Archives and Records Administration (NARA), *Technical Guidelines for Digitizing Archival Materials for Electronic Access: Creation of Production Master Files – Raster Images*, 2004.

JEFFREY WARDA (ur.), *The AIC Guide to Digital Photography and Conservation Documentation*, 2017.

Literatura

TOM ASHE, *Color Management & Quality Output: Working with Color from Camera to Display to Print*, Focal Press, 2014., 96–104.

ROY S. BERNS, *Color Science and the Visual Arts: A Guide for Conservators, Curators, and the Curious*, Getty Publications, 2016., 163–195.

Color Reproduction Guide For Cultural Heritage, prepared by the Cultural Heritage teams at Digital Transitions and Phase One, URL = <https://dtculturalheritage.com/store/digitization-workflows-reflective-pdf-download/> (5. kolovoza 2018.).

BRUCE FRASER, CHRIS MURPHY, FRED BUNTING, *Real World Color Management*, 2. izdanje, Peachpit Press, 2004., 79–92.

ROBERT HIRSCH, *Exploring Color Photography, From Film to Pixel*, 6. izdanje, Focal Press, 2014., 1–14.

ROBIN D. MYERS, *Color Charts for Fine Art Imaging*, (2010), URL = <https://pdfs.semanticscholar.org/a717/237cb0d5eeb630314cb4403fd001ae59912c.pdf> (5. kolovoza 2018.)

JUNICHI NAKAMURA (ur.), *Image sensors and signal processing for digital still cameras*, CRC Press, 2006. 53–95.

ANDREW RODNEY, *Color Management for Photographers, Hands on Techniques for Photoshop Users*, Focal Press, 2005., 1–45.

W. SCOTT GEFFERT, *Adopting ISO Standards for Museum Imaging*, URL = <http://www.imagingetc.com/images/Resources/Images/>

[PDFs_DownloadFiles/ISO%20Standards%20for%20Museum%20Imaging_cdi_v1.0.pdf](#) (5. kolovoza 2018.)

MAJA STRGAR KUREČIĆ, *Osnove digitalne fotografije*, Zagreb, 2017.

MAJA STRGAR KUREČIĆ, DARKO AGIĆ, LIDIJA MANDIĆ, *Color management implementation in digital photography*, *Journal of information and organizational sciences*, 31/2 (2007.), 49–59.

ColorChecker Classic – CC, CIE $L^* a^* b^*$, URL = http://www.babelcolor.com/index_htm_files/ColorChecker24_After_Nov2014.txt (5. kolovoza 2018.)

ColorChecker DigitalSG – CCSG, CIE $L^* a^* b^*$, URL = http://xritephoto.com/documents/apps/public/digital_colorchecker_sg_l_a_b.txt (5. kolovoza 2018.)

DON WILLIAMS, PETER D. BURNS, *Archiving 2008: Final Program and Proceedings June 24 – 27, 2008 Bern, Switzerland, Preparing for the Image Literate Decade*, 2008., 124–127.

DON WILLIAMS, PETER D. BURNS, *Evolution of Slanted Edge Gradient SFR Measurement*, *Proceedings of SPIE*, 9016 (2014.)

DIETMAR WUELLER, ULLA BØGVAD KEJSER, *Archiving 2016: Final Program and Proceedings, Standardization of Image Quality Analysis – ISO 19264* (2016.), 111–116.

Summary

Ljubo Gamulin

APPLICATION OF ISO STANDARDS, FADGI AND METAMORFOZE GUIDELINES FOR DIGITIZATION OF TWO-DIMENSIONAL CULTURAL-HERITAGE OBJECTS

Over the last decade, the quality of digital records made by professional trichromatic photographic equipment has decreased the use of flatbed scanners for creating digital databases. Such modern digitization systems can reduce costs and enable safer work with archival material and the ability to process far larger numbers of objects with the means to create a database that provides an exact copy of the original.

The first prerequisite for this premise is the use of a colour-management system and a unique method of analysing the quality of digitized records. In view of the truly wide choice of digitization systems with trichromatic photographic equipment (various types of photographic equipment, lenses, types of lighting) that are primarily based on financial resources, a system of evaluation of the recorded material readily available to the end users was necessary. Today, two guidelines for the digitization of two-dimensional cultural-heritage objects – FADGI and Metamorfoze – have been adopted globally, both in accordance with the latest ISO 19264-1:2017 standard. Unfortunately, FADGI and Metamorfoze guidelines are based on different evaluation and tolerance algorithms and use different test charts, so they cannot be fully used interchangeably. End users have the final choice which system to use.

The aim of this paper was to demonstrate the advantages of non-destructive access to the digitization of cultural heritage in compliance with the ISO/TR 19263-1:2017 and ISO/TS 19264-1:2017 standards, and the application of FADGI and Metamorfoze guidelines. There are several reasons for this claim. First of all, the adjustment of

a photographic record using photo editing software lies solely with the subjective point of view of the person who edits the photographs, and the consistency of the results over a longer period is not relevant. This type of approach, apart from subjective perceptual errors, also includes any mistakes caused by the use of a digitization system (photographic equipment and monitor). Furthermore, any colour correction or exposure using photo editing software after generating a TIFF record is a destructive operation that irreversibly distorts the original record. Comparative results of colorimetric values measured during testing are an example of the drawbacks. The problem is not just the inability to produce an exact copy of the original, but also that digital records generated in this manner will significantly deviate in quality, a fact that is unacceptable when creating a digital database.

As the first premise of digitization of cultural heritage is to create a representation of the original object that is as accurate as possible, it is necessary for cultural institutions in the Republic of Croatia to adopt and implement current ISO standards and FADGI or Metamorfoze guidelines for the digitization of cultural heritage. This is the only way to reach the level of quality present for many years in most of the world's archives and museums. It should be pointed out that this approach is more cost-effective because, by eliminating postproduction of digital records, the process becomes fully automated, which significantly reduces the time needed for digitization.

KEYWORDS: *digitization of cultural heritage, FADGI, Metamorfoze, ISO/TS 19264-1:2017, colour management system*