

GRAFIČKI FAKULTET  
SVEUČILIŠTA U ZAGREBU

Maja Brozović

**STUDIJ OBJEKTIVNE REPRODUKCIJE U TISKU**

Doktorska disertacija

ZAGREB, 2003.

UDK:	655.3.024.062.22:658.562.6
Znanstveno područje:	Tehničke znanosti
Znanstveno polje:	Grafička tehnologija
Institucija u kojoj je izrađen rad:	Grafički fakultet Sveučilišta u Zagrebu Katedra za grafički dizajn
Voditelj rada:	Dr.sc. Stanislav Bolanča, red.prof.
Broj stranica:	183
Broj slika:	178
Broj tablica:	36
Broj literaturnih referenci:	83
Jezik teksta:	Hrvatski
Jezik sažetka:	Hrvatski i engleski

Sastav Povjerenstva:

Dr.sc. Adrijano Golubović, red.prof. GF

Dr.sc. Đurđica Parac Osterman, red.prof. TTF

Dr.sc. Vedran Mudronja, red.prof. FSB

Dr.sc. Nina Knešaurek, doc. GF

Dr.sc. Stanislav Bolanča, red.prof. GF

Rad je pohranjen u knjižnici Grafičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Getaldićeva 2, te u Nacionalnoj i Sveučilišnoj biblioteci u Zagrebu, Hrvatske bratske zajednice bb.

Posebno se zahvaljujem mentoru, dr.sc. Stanislavu Bolanči red.prof. GF i članovima Povjerenstva dr.sc. Đurđici Parac Osterman red.prof. TTF, dr.sc. Nini Knešaurek, doc. GF, dr.sc. Adrijanu Goluboviću red.prof GF, i dr.sc. Vedranu Mudronji red.prof. FSB, na pomoći i savjetima tokom izrade rada.

Voditelju katedre za grafički dizajn mr.sc. Mati Jurkoviću doc. GF, autoru umjetničkih djela istraživanih u radu, najljepša hvala na ustupljenim djelima i stručnoj pomoći.

Zahvaljujem se Suzani Pasanec iz tvrtke Pasanec d.o.o., Alenu Laliću iz Grafičkog zavoda Hrvatske, Edgaru Andruzi iz tvrtke tmt & A.E. d.o.o., djelatnicima Grafičkog fakulteta koji su mi pomagali u izradi disertacije i svima ostalima koji su mi na bilo koji način pomogli.

## **SAŽETAK**

Na objektivnost reprodukcije u tisku utječu mnogi parametri. Primarno je potrebno grupirati originale, na osnovu formalnih karakteristika. S obzirom na tehnološke sustave snimanja, vrste podloge i tehnike tiska, koji se koriste u reprodukcijском procesu, potrebno je utvrditi međuzavisnost parametara koji će omogućiti najmanje odstupanje reprodukcije u odnosu na original.

Istraživani parametri u radu su: originali, tehnološki sustavi snimanja, podloge i tehnike tiska. Istraživanje je temeljeno na vizualnoj procjeni promatrača i instrumentalnom mjerenju. Podaci dobiveni mjerenjem, prikazani su u CIELAB sustavu boja. Na temelju izračunatih vrijednosti razlike boja, izrazima  $\Delta E_{94}^*$  i  $\Delta E_{00}$ , i krivuljama reprodukcije boja, povezano se odstupanje boja dobiveno instrumentalnim mjerenjem sa odstupanjem dobivenim vizualnom procjenom promatrača. Na temelju dobivenih podataka, predloženi su optimalni početni uvjeti i reprodukcijски proces za svaku grupu originala, koji omogućava dobivanje objektivne reprodukcije u tisku.

### **Ključne riječi:**

original, reprodukcija, CIELAB prostor boja, krivulja reprodukcije boja, tisak

## **ABSTRACT**

Reproduction objectivity in printing depends on a series of parameters. Primarily it is necessary to group the originals, based on the formal characteristics. In regard to the technological systems of taking the photographs, kinds of substrates and printing techniques used in reproduction process, it is necessary to determine the parameter dependence, which will enable the least reproduction deviation in regard to the original.

Following parameters have been investigated in the thesis: originals, technological systems of taking photographs, substrates and printing techniques. The investigation was based on visual evaluation of the observer and on instrumental measurements. The data obtained by measurements are presented in CIELAB colour system. Based on the calculated values of the colour difference, by the expressions  $\Delta E_{94}^*$  and  $\Delta E_{00}$ , and colour reproduction curves, the colour deviation obtained by instrumental measurements was connected with the deviation obtained by visual evaluation of the observer. Based on the obtained data, the optimal start conditions and reproduction process for each group of originals was suggested, which enable obtaining of objective reproduction in printing.

### **Key words:**

original, reproduction, CIELAB colour space, colour reproduction curve, printing

## PREDGOVOR

Razvojem informacijske tehnologije povećavaju se tehnološke mogućnosti koje, pred grafički proizvod, postavljaju veće kriterije kvalitete. Kvalitetan proizvod moguće je dobiti sustavnim pristupom cjelokupnom reprodukcijском procesu. U grafičkoj reprodukciji, pod kvalitetnim proizvodom podrazumijeva se i objektivna reprodukcija.

Kao rezultat dugogodišnje prakse u oblikovanju grafičkih proizvoda, nastala je ideja o objektivnosti reprodukcije promatrane sa stanovišta različitih originala. Originali mogu biti umjetnička djela, fotografije, otisnute reprodukcije i drugo, koji reprodukcijском procesom rezultiraju otiskom. Neovisno o metodologiji izvedbe, ako promatramo originale sa stanovišta formalnih karakteristika, možemo pronaći srodne skupine. Kroz povijest su razni umjetnički stilovi, proučavanjem vizualne strukture, došli do određenih zakonitosti, temeljem kojih se mogu originali svrstati u određene grupe. Promatranjem originala kao zasebnih cjelina olakšao bi se pristup zahtjevima reprodukcijского procesa.

Sustavni pristup reprodukcijском procesu, promatran kroz interakciju relevantnih parametara, omogućio bi objektivnost reprodukcije u tisku. Na taj način se objektivnost reprodukcije može promatrati istovremeno sa umjetničkog i tehnološkog stanovišta.

Dobivenim saznanjima želi se doprinjeti boljem razumijevanju cjelokupnog reprodukcijского procesa, kao multidisciplinarnog pristupa rješavanju ovog problema u grafičkoj znanosti.

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	1
<b>2. SVRHA I CILJ ISTRAŽIVANJA</b> .....	3
<b>3. TEORETSKI DIO</b> .....	5
<b>3.1 VIZUALNO PREDODŽBENI SUSTAVI</b> .....	5
3.1.1 TONSKI VIZUALNO PREDODŽBENI SUSTAV .....	6
3.1.2 VIZUALNO PREDODŽBENI SUSTAV SVJETLA I SJENE .....	8
3.1.3 KOLORISTIČKI VIZUALNO PREDODŽBENI SUSTAV .....	9
3.1.4 GRUPIRANJE ORIGINALA NA TEMELJU VIZUALNO PREDODŽBENIH SUSTAVA .....	10
<b>3.2 KONVENCIONALAN I DIGITALAN NAČIN DOBIVANJA         INFORMACIJA O ORIGINALU</b> .....	12
3.2.1 KONVENCIONALAN NAČIN .....	12
3.2.2 DIGITALAN NAČIN .....	13
3.2.2.1 Unos informacija digitalnim fotoaparatom .....	13
3.2.2.2 Unos informacija skeniranjem .....	15
<b>3.3 ZAHTJEVI KVALITETE I VJERNOST REPRODUKCIJE U TISKU</b> .....	18
3.3.1 TEHNIČKO-TEHNOLOŠKI ZAHTJEVI .....	18
3.3.1.1 Podloga .....	18
3.3.1.2 Proces rastriranja .....	19
3.3.1.3 Digitalno rastriranje .....	21
3.3.1.4 Separacija boja .....	24
3.3.2 ESTETSKI ZAHTJEVI .....	25
3.3.3 KONTROLA OBJEKTIVNOSTI REPRODUKCIJE .....	28
3.3.3.1 Kontrola tonskih vrijednosti .....	28
3.3.3.2. Kontrola kvalitete reprodukcije .....	29
3.3.3.3 Mjerni uređaji za kontrolu kvalitete reprodukcije .....	31
3.3.3.4 CIELAB sustav boja .....	34
3.3.3.5 Linearna regresija .....	36
3.3.4 TEHNIKE TISKA .....	37
3.3.4.1 Ofsetni tisak .....	37
3.3.4.2 Computer to postupci .....	40
3.3.4.3 Digitalni tisak .....	41
3.3.4.4 Usporedba konvencionalnog ofsetnog i digitalnog tiska .....	44

<b>4. EKSPERIMENTALNI DIO</b> .....	46
4.1 PRISTUP PROBLEMU .....	46
4.2 KORIŠTENI MATERIJALI I UREĐAJI .....	46
4.3 METODE RADA .....	47
4.3.1. Izbor metoda snimanja originala, obrade slika i tehnika tiska .....	47
4.3.2. Odabir metoda za procjenu objektivnosti reprodukcija .....	48
4.3.2.1. Vizualno ocjenjivanje .....	48
4.3.2.2. Instrumentalno mjerenje .....	49
<b>5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA</b> .....	50
<b>6. RASPRAVA</b> .....	137
<b>7. ZAKLJUČCI</b> .....	146
<b>LITERATURA</b> .....	148
<b>POPIS TABLICA</b> .....	152
<b>POPIS SLIKA</b> .....	154
<b>PRILOZI</b> .....	162
<b>ŽIVOTOPIS</b>	



# 1. UVOD

Grafička struka temelji se na kvalitetnom predočavanju informacija grafičkim medijima u dvodimenzionalnoj vizualnoj formi. Medij se prati od ideje autora, do primaoca i korisnika poruke, kroz utjecaje i karakteristike koje su bitne za uspješan i kvalitetan prijenos poruke. Posljednjih godina, prisutan je ogroman napredak informacijske tehnologije u grafičkoj struci, što ima za posljedicu pojednostavljenje cjelokupnog proizvodnog procesa i povećane zahtjeve za kvalitetom (1). Kvalitetan proizvod mora zadovoljavati određene kriterije, propisane standardima kvalitete (ISO standardi).

Kao jedan od faktora kvalitete, ubrajamo i objektivnost reprodukcije, pod čime podrazumijevamo istovjetnost reprodukcije - dobiti otisak što je više moguće vjeran originalu. Objektivnom reprodukcijom postiže se ispravan prijem poruke. To se odnosi na reprodukcije slikovnih informacija, a posebno umjetničkih djela kod kojih se neobjektivnom reprodukcijom ne prenosi ispravno poruka autora.

Proces reprodukcije, predstavlja proces u kome informacije o slici u obliku digitalnih podataka, prolaze kroz razne pretvorbe od originala do reprodukcije. Objektivnost reprodukcije određuje se većinom tonskim vrijednostima boje. "Ispravna tonska vrijednost boje" podrazumijeva da promatrač ne može razlučiti razliku, uspoređujući reprodukciju sa originalom, ili da se krivulja reprodukcije tonskih vrijednosti boje reprodukcije podudara sa krivuljom tonskih vrijednosti boje originala (2,3).

U reprodukcijском процесу се репродуцирају различити оригинали, који могу бити уметничка дјела, фотографије, већ отиснуте репродукције и друго. Пroučavanjem literature, došlo se do zaključka, da je za objektivnost reprodukcije potrebno grupirati originale u srodne skupine na temelju formalnih karakteristika. Svaka grupa sadržava određene zahtjeve, koje je potrebno usaglasiti sa tehnološkim mogućnostima uređaja koji se koriste u reprodukcijском процесу (4). Primarno se različitosti originala u odnosu na reprodukciju očituju u rasponu tonova, ali i u različitim vrijednostima svjetline i intenzitetu boja. Činjenica je, da je raspon tonova boja originala u većini slučajeva veći od raspona tonova koji se mogu reproducirati tiskarskim tehnikama. Dodatne poteškoće uzrokuju različiti sustavi boja uređaja, koji se koriste u procesu transformacije originala u reprodukciju, kao i mogućnosti tehnološkog procesa reproduciranja (5).

U reprodukcijском процесу koriste se različiti uređaji, materijali, procesi i ostalo, od kojih svaki ima veći ili manji utjecaj na odstupanja reprodukcije u odnosu na original. Da bi se utvrdilo, koliko pojedini parametar utječe na objektivnost reprodukcije, potrebno je pronaći njihovu međuzavisnost (6).

Varijacijama različitih parametara, koji utječu na reprodukciju, u ovom radu će se predložiti model koji će osigurati veću objektivnost i kontrolu reprodukcije u

odnosu na grupe originala, a različitosti koje se mogu pojaviti u reprodukcijskom procesu, svesti na minimum. Razjašnjenjem teoretskih postavki i njihovom provjerom u praksi, nastoji se doprinjeti rješenju tog problema u grafičkoj znanosti.

## 2. SVRHA I CILJ ISTRAŽIVANJA

Primaran zahtjev reprodukcijskog procesa, koji treba biti usklađen sa opažajnošću ljudskog oka, je separacija u četiri primarne boje tiska, koje trebaju približiti reprodukciju što je više moguće originalu.

Da bi se to postiglo, potrebno je prethodno grupirati originale u skupine, u odnosu na njihove formalne karakteristike. Formalne karakteristike odnose se na različitosti materijalne i vizualne strukture originala, a često i metodologiju izrade. Proučavanjem literature, došlo se do zaključka da je geometrijska i optička različitost strukturalnih elemenata osnova, na temelju koje se mogu grupirati originali u skupine. Te skupine, produkt su optičkih i tehničkih sposobnosti čovjeka u interpretaciji vizualne forme, kroz periode, kao tehnički i umjetnički dozezi, načini i stilovi u vizualnom predočavanju.

Svaka grupa originala ima određene specifičnosti, koje je čine različitom od druge grupe. Te specifičnosti se odnose na pojedine od karakteristika boja, kao i estetske zakonitosti koje je potrebno uvažiti da bi se poruka ispravno pročitala. Zbog toga je i cjelokupan reprodukcijski proces potrebno prilagoditi tim specifičnostima, da bi se dobila objektivnost reprodukcije.

Objektivnost reprodukcije u tisku ovisi o nizu parametara (7). Primarno, to su svojstva boje i podloge, tehnološki sustavi koji se koriste za snimanje originala, mogućnosti tiskarske tehnologije, uvjeti tiska, vrsta originala, proces rastriranja i separacije boja. Kolorimetrijska svojstva boje i podloge imaju važan utjecaj na reprodukciju skale boja.

Svrha ovog rada je, na temelju eksperimentalnog istraživanja različitih originala i njihovih reprodukcija, prema znanstvenim postavkama grupirati originale u tehnološki srodne skupine. S obzirom na materijalnu i vizualnu strukturu originala, potrebno je povezati reproducibilnost pojedinih grupa originala sa određenim tehnološkim sustavima koji se koriste za snimanje originala, podlogama koje se koriste u tiskovnom procesu i tehnikama tiska. U skladu sa relevantnim parametrima grupiranih originala, potrebno je odabrati najpovoljniji tehnološki sustav snimanja, tehniku tiska i uvjete koje trebaju zadovoljiti glavni tiskarski materijali. Studijem relevantnih parametara i njihove interakcije, potrebno je odrediti optimalne početne uvjete, koji bi za posljedicu trebali dati maksimalno približavanje reprodukcije originalu.

Cilj istraživanja ovog rada je predložiti model dobivanja objektivne reprodukcije sljedećim koracima:

- grupiranjem originala prema karakteristikama koje uvjetuju mogućnosti tehnološkog procesa reproduciranja
- proučavanjem međuzavisnosti parametara koji utječu na reprodukciju, odrediti optimalne početne uvjete za lakše postizanje objektivne reprodukcije

- u skladu sa relevantnim parametrima grupiranih originala, odabrati najpovoljniji tehnološki sustav snimanja, kriterije koji trebaju zadovoljiti glavni tiskarski materijali, kao i tehniku tiska, pošto se nastala odstupanja mogu ocjenjivati vizualno ili mjerenjem tek na otisnutoj reprodukciji.

Na taj način bi se omogućilo postizanje objektivne reprodukcije u tisku, a ujedno i utjecalo na poboljšanje kvalitete i kontrolu reprodukcijeskog procesa.

### 3. TEORETSKI DIO

#### 3.1 VIZUALNO PREDODŽBENI SUSTAVI

Forma predstavlja izdvojenu cjelinu, negaciju okoline, a način postojanja izražava svojom strukturom. Ona je uvjetovana nivoom distribucije oka koje određuje simultanu strukturu kao jedinstvenu cjelinu s jedne strane, i sukcesiju ostalih simultanih struktura, s druge strane. Forma postoji neovisno od okoline, ali u ovisnosti o interesu ili sposobnosti registracije, ostavlja dovoljno prostora za nove interpretacije. Pošto je forma medijski ograničena, zbog jednostavnije komunikacije grupirana je u određene kategorije; interesne, optičke, kolorističke, dimenzionalne, pojmovne itd. Vizualna forma predstavlja cjelinu, koja način svoga postojanja izražava vizualnom strukturom, koja se može registrirati (8). Registracija forme predstavlja činjenicu, koja zavisi o kvaliteti registracije njene strukture u grafičkom dizajnu ili umjetnosti ljudskim okom. Struktura forme se može registrirati dvojako:

- razdvajanjem strukturalnih elemenata (sukcesivno)
- spajanjem strukturalnih elemenata (simultano)

Formalne karakteristike predstavljaju bitnu egzistenciju forme za onoga koji ju registrira. To podrazumijeva njenu materijalnu i vizualnu strukturu, i metodologiju izrade vizualne predodžbe. Pošto formalno strukturu, različito i individualno prihvaćaju primaoci iz subjektivnih i objektivnih razloga, tako se mijenjaju i formalni učinci (denotacije i efekti) i njihove konotacije. Formalni učinci se prihvaćaju slično i proporcionalno sličnosti primalaca, pa se može govoriti o formi u okviru određenih standarda u opsegu pojedine kategorije primalaca. Principijelno su primaoci ljudi s osjetom vida, a pojedine kategorije čine njihove dobne, spolne, obrazovne, civilizacijske, kulturološke i ostale različitosti (9). Materijalna i vizualna struktura predstavlja opisnu karakteristiku vizualne forme, a formalno-metodološke karakteristike dopunjuju opis formalne konstrukcije. Materijalnu strukturu predstavlja nivo objašnjenja da je slika rađena, na primjer, u tehnici ulja na platnu. U formalne karakteristike ubrajamo i dimenzije vizualne predodžbe.

Objašnjavajući formalne i metodološke karakteristike, često su u upotrebi termini vizualno-metodoloških standarda, kada su u pitanju umjetnička djela ili stilovi. Kao vizualno-metodološki standardi, koriste se nazivi linearni, tonski, koloristički, plošni i svjetlo-sjena kao praktične, povijesno prepoznatljive vizualne kombinacije elementarne vizualne strukture forme (točke, linije, plohe, tona i bo-je...). Pošto te kombinacije pripadaju određenom vremenskom razdoblju, (kulturnom i tehničkom) istovremeno se spominju i kao stil; tonski, plošni, ... Vizualno-metodološki standardi: linearni, tonski, koloristički, plošni i svjetlo-sje-

na u literaturi se nazivaju i dekorativne sheme (10). Određeni stil predstavlja stanoviti vizualno metodološki standard. Na nivou individualnosti, stil je standard vremenskog razdoblja, podneblja ili pojedinca. Idejna karakteristika stila odvojiva je od formalne, zbog mogućnosti praktične analize.

Broj vizualno predodžbenih sustava može se odrediti optički i povijesno, kao dominantne metode koje određuju predodžbu.

Geometrijska i optička različitost strukturalnih elemenata, smatra se podlogom za određivanje vizualno predodžbenih sustava, za razliku od artikularne strukture, npr. figurativni objekti - slike koje sličje referentu, ili apstraktni dijelovi forme kao npr. slovo, simbol, itd. Strukturalni elementi su točka, linija, ploha, volumen i boja (svjetlinu implicira boja, a prostor svi elementi). Kod dvodimenzionalnih medija (gdje pripadaju i grafički mediji), umjesto volumena pojavljuju se kontinuirani svjetlosni prijelazi (kontinuirani valeri) (11). Kao vizualno predodžbeni sustavi pojavljuju se: linearni, plošni, tonski i koloristički (kombinacija plošnog i kolorističke inačice tonskog). U njima prevladavaju linija, ploha, kontinuiteti različitih svjetlina (svjetlosni prijelazi) ili kontinuirani različiti valeri i boja. Točkasti i linijski sustavi predstavljaju neki od spomenutih sustava, kao što su tonski, plošni ili koloristički (ako su točkice različite boje i u sustavu dinamičkih osobina boje). U literaturi se uglavnom spominje i svjetlo-sjena kao dekorativna shema. Međutim, to je kombinacija plošnog i tonskog vizualno predodžbenog sustava, gdje su u okviru plohe (osvjetljene ili zatamnjene) tonski razdijeljene cjeline, ali toliko slabo da su podređene svjetlini plohe. Tonsko područje svedeno je na relativno uski prostor i predstavlja primjenu "sfumata" (12).

Vizualno predodžbeni sustavi produkt su optičkih i tehničkih sposobnosti čovjeka u interpretaciji vizualne forme. Oni su se nametnuli kroz civilizacijske periode, kao tehnički i umjetnički dosezi, kao načini i stilovi u vizualnom predodžbanju.

Vizualno predodžbeni sustavi predstavljaju kombinacije optičkih strukturalnih elemenata, u grupe prepoznatljivih cjelina, koje prosječno ljudsko oko može dovoljno, više ili manje objektivno, čitati. Oni tvore kombinacije strukturalnih elemenata, u smislu njihovog sukcesivnog ili simultanog rasporeda, kao nivoa optičke distribucije, kao osnove za artikulaciju vizualne predodžbe. Pod time se misli na artikulaciju vizualne predodžbe, kao prepoznatljivog prostora, uvjeta za prepoznavanje vizualne forme i njenih karakteristika (13).

### **3.1.1 TONSKI VIZUALNO PREDODŽBENI SUSTAV**

Tonski vizualno predodžbeni sustav podrazumijeva nijansiranje jedne boje u postepenim svjetlo-tamnim prijelazima. Nijansa predstavlja treću dimenziju; volumen ili prostornu dubinu. Prema osnovnom zakonu vizualne percepcije (14) svako kontinuirano smanjenje, odnosno povećanje, bilo kojeg struktural-

nog elementa vizualne forme (u ovom slučaju svjetline), i samih formi međusobno, vizualno sugerira prostornu dubinu. Tako npr., smanjenje stabala, kuća, odnosno konvergencija bilo kojih drugih objekata (pa i apstraktnih), optički sugerira prostornu dubinu. Analogno tome se, i sve sitnija tekstura doživljava, po osnovnom zakonu vizualne percepcije, kao dubina iste strukture površine, a ne kao jednako udaljena površina, koja u jednom dijelu ima krupniju, a u drugom sve sitniju strukturu.

Tonski vizualno predodžbeni sustav, može se promatrati kao spomenuti slučaj teksture, s tom razlikom što su strukturalni elementi u ovom slučaju usitnjeni ispod registracije oka i u simultanom su odnosu. Jedna površina je npr. s jedne strane sasvim crvena, pa kontinuirano prelazi u roza (isti ton boje ali različite svjetline), a zatim u sasvim bijelo. Pri tome se podrazumijeva, da se crvena boja sve više miješa s bijelom. U praksi to može značiti, da je crvenog pigmenta sve manje, a bijelog sve više (npr. kod pastoznih tehnika), ili da je sve tanji sloj crvene boje na bijeloj podlozi, pa ona postaje sve svjetlija do neprimjećivanja (npr. kod akvarela ili u uljnom slikarstvu kod tzv. podslikavanja) (15). Isti slučaj se javlja, ako su raspoređeni bijelih svjetlosnih točkica (piksela) sve veći u odnosu na crvene na ekranu (16). U slučaju kontinuiranog smanjenja teksture, a pogotovo kod smanjenja većih objekata, riječ je o mogućnosti razdvajanja tih



Slika 1. - Primjer tonskog sustava vizualne predodžbe

objekata okom i o njihovom sukcesivnom praćenju (od jednog do drugog vidimo objekte, odnosno, elemente strukture).

U slučaju tonskog vizualno predodžbenog sustava, uvjet je da elementi strukture (tona, boje ili svjetline) budu toliko usitnjeni (u visokoj rezoluciji) da ih oko registrira simultano npr. kao roza, a ne sukcesivno, kao crveni i bijeli sustav. To najviše ovisi o šumu; udaljenosti, kontrastu strukturalnih elemenata, odnosno sposobnosti raspoznavanja ljudskog oka. U praksi postoje standardi prosjeka sposobnosti raspoznavanja ljudskog oka, pa se i distribucija strukturalnih elemenata univerzalno doživljava ili sukcesivno ili simultano.

U literaturi se tonski način slikanja još naziva nijansiranje ili modeliranje. Tonski vizualno predodžbeni sustav karakterističan je za renesansu, ali je poznat još od antičkog slikarstva (17).

### 3.1.2 VIZUALNO PREDODŽBENI SUSTAV SVJETLA I SJENE

Vizualno predodžbeni sustav svjetla i sjene (franc. clair obscur; tal. chiaroscuro; njem. Helldunkel) predstavlja kombinaciju plošnog i tonskog sustava, na način da je tonski prijelaz između ploha različite svjetline sveden na uski prostor i prikazan kao "sfumato" (zamagljenost), zavisno od zakrivljenosti prikazane forme (18). Ovaj sustav objedinjuje osvijetljene i neosvijetljene dijelove u



Slika 2. - Primjer vizualno predodžbenog sustava svjetla i sjene



samostalne odvojene forme neovisno od pojmovnog značenja (19). Pošto se sustav svjetla i sjene nametnuo u periodu visoke renesanse, naročito u baroku, a zatim još i u romantizmu i metafizičkom slikarstvu, literatura ga svrstava u elementarne vizualno predodžbene sustave, iako se radi o spomenutoj kombinaciji dvaju sustava.

Kao što neki autori barok podređuju renesansi, tako se i ovaj vizualno predodžbeni sustav može podrediti tonskom, u objašnjenju i interpretaciji. Pojmovno značenje svjetla i sjene, izrazito je dramaturški definirano prema jačem ritmu i analogiji koja otuda proizlazi, nego što je slučaj sa tonskim izrazom tj. 15. i 16. stoljećem. Takva interpretacija, poznata iz vremena baroka sa spomenutim pojmovnim sadržajima, koristi se i u suvremeno doba neovisno od metodologije. Često je prisutna u fotografiji, sa izrazitim psihološkim ciljevima. U tom smislu su i ostali medijski pristupi organizirani, po metodi ove povijesno provjerene prakse. Karakteristike ove metode su izražajnost detalja i oblikovnih svojstava. S druge strane, kroz svojstva redukcije boje i težnji prema monokromatizmu, reduciraju se informacije o potpunom kolorizmu. Izražaj se formira kroz dominaciju jedne boje kojoj je podređen veliki dio spektra. Zbog toga se najčešće radi o izrazitom intenzitetu pojedinog dominantnog tona koji je svojim kvaliteta nositelj ekspresije (20).

### **3.1.3 KOLORISTIČKI VIZUALNO PREDODŽBENI SUSTAV**

Koloristički vizualno predodžbeni sustav, najnovijeg je datuma sustavnog proučavanja i uglavnom se pripisuje pronalasku vezanom uz impresioniste (oko 1870. godine), iako ima individualnih ranijih primjera, koji mogu ukazivati na analognu pojavu. U ovom radu nije namjera povijesno istraživanje, već objašnjenje kolorizma kao vizualno predodžbenog sustava. Često se uz definiranje kolorističkog vizualno predodžbenog sustava naglašava, da se tonovi boje tj. valne dužine međusobno slažu dinamički, tako da postižu maksimalni kontrast. To znači, da se sukobljavaju komplementarne boje ili približno komplementarne, kako bi njihov međusobni utjecaj u optičkom dojmu bio što izraženiji kao sukob, koji primarno tumači prostor, a tek sekundarno lokalni ton (21). Ovaj se sustav zasniva na perceptualnoj istini da su vizualni znakovi udaljavanjem "hladniji", odnosno, približavanjem "topliji" u kategorizaciji boja na "hladne" (ljubičasto-plavi, plavi i zeleni dio spektra) i "tope" (crveni, narančasti i žuti dio spektra) (22).

Koloristički vizualno predodžbeni sustav izgrađen je kroz slikarske stilove, počevši od impresionizma preko fovizma i drugih stilova, kao što su pojedini primjeri op-arta, grupe Cobra itd., gdje je intenzitet još pojačan sukcesivnom interpretacijom pojedinih boja, što znači optički evidentnim plohamo kao cjelinama. Koloristički način slikanja još se naziva i moduliranje, za razliku od tonskog - modeliranja (23).



Slika 3. - Primjer kolorističkog sustava vizualne predodžbe

Iako u umjetnosti ne treba gledati različite procese kao napredak, ipak je veći dio suvremenog doba oslonjen na kolorizam, kao na nešto što ga karakterizira (24).

#### 3.1.4 GRUPIRANJE ORIGINALA NA TEMELJU VIZUALNO PREDODŽBENIH SUSTAVA

Može se zaključiti, da su vizualno predodžbeni sustavi uvjetovani optičkim kvalitetama ljudskog oka, u smislu sposobnosti razdvajanja pojedinih strukturalnih elemenata, koji su proizašli iz metodološke tradicije izdvojenih tehnika (crteža, slike, grafike, modeliranja, itd.), za razliku od npr. kolor fotografije koja objedinjuje strukturalne elemente odjednom (25).

Na osnovi strukturalnih elemenata, grupirani su originali koji će se istraživati u ovom radu, u sljedeće predodžbene skupine:

- **Tonski sustav** - Karakterizira ga raspon svjetline određenog, pojedinačno različitog tona boje. Ton boje je uglavnom iz određenog dijela spektra, gdje je za objektivnost reprodukcije bitno odrediti odgovarajući raspon svjetline.
- **Sustav svjetla i sjene** - Karakterizira ga raspon svjetline univerzalnog tona boje. Raspon svjetline se posebno promatra u osvjetljenom dijelu slike, a pose-

bno u neosvjetljenom dijelu. Za objektivnost reprodukcije je potrebno odrediti raspon svjetline unutar zatamnjenih dijelova i unutar osvjetljenih dijelova i međusobno ih povezati odnosom između prosjeka svijetlog i tamnog dijela slike.

- **Koloristički sustav** - Karakterizira ga zastupljenost ukupnog spektra, naročito komplementarna zastupljenost boja. Za objektivnost reprodukcije bitan je ton boje kao i zasićenje pojedinih boja.

## 3.2 KONVENCIONALAN I DIGITALAN NAČIN DOBIVANJA INFORMACIJA O ORIGINALU

Postoje dva načina dobivanja informacija o originalu, koji se koriste u tehnološkom procesu reproduciranja:

- konvencionalan
- digitalan

Konvencionalan način dobivanja informacija o originalu u reprodukcijском procesu karakterizira upotreba fotografskog filma, kao medija za pohranu informacija o originalu. Film se koristi kao prijenosno sredstvo između originala i digitalnih zapisa o originalu.

Digitalan način dobivanja informacija o originalu zasniva se na direktnom unosu informacija o originalu u memoriju u obliku piksela. Digitalan način izvodi se digitalnom kamerom ili digitalnim fotoaparatom i direktnim skeniranjem originala.

### 3.2.1 KONVENCIONALAN NAČIN

Fotomehanički postupak koristi film kao optičko sredstvo unošenja informacija klasičnim fotoaparatom. Zavisno od materijala i procesa reproduciranja višebojnih originala, film može registrirati prirodno vidljive boje, kroz kontinuirane tonske prijelaze od najsvjetlijih do najtamnijih, i od nezasićenih do djelomično zasićenih, čistih boja.

U grafičkoj tehnologiji se za snimanje originala najčešće koristi kolor dijapozitiv sustav, koji se temelji na kemijskoj obradi filma. Prednosti ovog sustava očituju se u kvaliteti slike i mogućnostima reproduciranja boja. Jedna od bitnih karakteristika je mogućnost velikog povećanja reprodukcije, bez gubitka kvalitete, što je izuzetno bitno kod reprodukcije velikih izlaznih formata (26).

Dijapozitiv film sastoji se od tri osnovna sloja. Prvi sloj je osjetljiv na ljubičastoplavi dio spektra. Drugi sloj je osjetljiv na ljubičastoplavi dio spektra, a dodatkom optičkog senzibilizatora, reagira na zeleni dio spektra. Treći sloj, uz osnovnu osjetljivost na ljubičastoplavi dio spektra, dodatkom optičkog senzibilizatora, reagira na crveni dio spektra. Uloga žutog međusloja je apsorpcija ljubičastoplavih zraka, koje mogu izazvati fotokemijsku reakciju samo u prvom sloju.

Snimanjem originala u svakom pojedinom sloju nastaje latentna slika, što ovisi o bojama originala. Nakon toga se film obrađuje kemijskim postupkom. Prvo se film razvija i u svakom sloju se dobiva crno-bijeli negativ. Film se ponovo osvjetljava, zbog preostalih srebrnih halogenida u pojedinim slojevima filma, i zatim se kromogeno razvija. U ovoj fazi obrade filma, razvijaju se srebrni halogenidi ponovo osvjetljeni, i stvara se redoks reakcijom crno-bijela pozitivna slika u slojevima filma. Istodobno se odvija kondenzacijska reakcija između kolor komponenti i oksidacijskog produkta razvijачke tvari u slojevima filma, što resul-

zaštitini sloj
sloj u kojem nastaje žuto obojenje
žuti međusloj
sloj u kojem nastaje magenta obojenje
međusloj
sloj u kojem nastaje cijan obojenje
međusloj
podloga
antihalo sloj

Slika 4. - Presjek dijapozitiv filma

tira nastankom boja. U prvom sloju, osjetljivom na plavi dio spektra, nastaje žuta boja; u drugom sloju, osjetljivom na zeleni dio spektra, magenta boja i u trećem sloju, osjetljivom na crveni dio spektra, cijan boja. Suptraktivnom sintezom boja u slojevima dobivamo pozitivnu sliku u boji.

Završni dio kemijske obrade filma je izbljeđivanje i fiksiranje (27).

### 3.2.2 DIGITALAN NAČIN

#### 3.2.2.1 Unos informacija digitalnim fotoaparatom

Snimanje originala digitalnim fotoaparatom temelji se na fotografskom procesu, koji koristi elektroničke uređaje za snimanje i pohranu podataka, kao računalne datoteke.

Princip rada digitalnog fotoaparata sličan je radu klasičnog fotoaparata, što podrazumijeva da se upadne zrake pomoću objektiva fokusiraju na fotoosjetljivu površinu na koju se bilježi slika. Razlika klasičnog i digitalnog fotoaparata je u fotoosjetljivoj površini. Kod klasičnog fotoaparata je to fotografski film, a kod digitalnog fotoaparata senzor za bilježenje slike (28).

Uloga senzora je prihvaćanje fotona upadne svjetlosti, koji se reflektiraju od objekta, pretvarajući ih u električni signal, koji se bilježi u digitalnom obliku pogodnom za pohranu i obradu na računalu. Kao senzori za bilježenje slike, danas se najviše koriste CCD (Charge-Coupled Device) (29) i CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor). CCD i CMOS senzori su u osnovi uređaji, koji bilježe crno-bijelu sliku objekta na temelju reflektirane svjetlosti. Da bi se dobila slika u boji, na silicijsku podlogu se nanosi sloj filtera u boji. Kod senzora za bilježenje slike sa mikrolećama, taj se sloj filtera nalazi između fotodetektora i mikroleća. Kod skenera koji koriste trolinijski CCD senzor, svaki senzor oslojava drugu boju: crvenu, zelenu i ljubičastoplavu, dok digitalni fotoaparati imaju jedan senzor i temelje se na principu sloja filtera. U osnovi, senzori za bilježenje slike trebaju ostvariti pet zadataka: apsorbirati fotone, stvoriti naboj od tih fotona, prikupiti naboj, prenijeti naboj i pretvoriti ga u napon struje (30).

Postoje četiri osnovne vrste CCD senzora:

- Linearni - Sastoje se od jednog reda piksela (svi su u jednoj liniji). Za stvaranje slike, linearni CCD senzor mora se kretati preko ravnine fotografije, čime stvara sliku red po red.

- CCD senzor sa prijenosnom površinom - Kod ove vrste senzora, maskira se polovica mreže, kako bi se omogućila privremena pohrana električnog naboja. Nakon što su fotoosjetljivi pikseli primili naboje, oni se brzo prenose na površinu za pohranu.

- Međulinijski CCD senzor - Svaki piksel ima i fotodetektor i površinu za pohranu naboja. Površina za pohranu se stvara zaštitom dijela piksela od svjetla, te se koristi samo za proces prijenosa naboja. Zaštićene površine tvore okomiti kanal za prijenos naboja, koji se proteže od vrha do vodoravnog registra prebacivanja položaja. Ovakvo oblikovanje omogućuje brzi prijenos naboja na susjednu zaštićenu površinu, gdje se naboj prebacuje prema dolje red po red.

- CCD senzor sa punom površinom - Ovi senzori bilježe sliku pomoću cijelog piksela. Kada dođe do prijenosa naboja, piksel je zauzet i ne može nastaviti primati fotone. Da bi se pri tome zaštitili pikseli od daljnjeg osvjetljavanja, koriste se mehanički zatvarači iza objektiva (31).

CMOS senzori mogu samostalno obavljati više funkcija nego CCD senzori. Međutim, zbog te jednostavnije građe, fotografije dobivene CCD senzorom su u osnovi kvalitetnije. Osim pretvorbe fotona u elektrone i njihovog prebacivanja, CMOS senzori mogu obavljati i obradu slike, smanjivanje šumova, te analogno-digitalnu pretvorbu. Funkcionalna integracija je glavna prednost u odnosu na CCD senzore (32).

Svakom pikselu na senzoru pridružuje se jedna od primarnih boja (R, G ili B), tako da se iznad njega postavi filter u toj boji. Budući da fotoni prolaze kroz sloj filtera, kako bi dospjeli do piksela, samo će određeni dio valne dužine te boje proći, dok će ostale valne dužine biti apsorbirane. Kod digitalnih fotoaparata sa CCD senzorom, slaganje boja u konačnu fotografiju se odvija izvan senzora, u fazi obrade slike, nakon što je došlo do pretvorbe analognih podataka u digitalne. Digitalni fotoaparati sa CMOS senzorom, imaju prednost što se slaganje boja u fotografiju odvija na samom senzoru. U oba slučaja se primarne boje svakog piksela matematički interpoliraju, uspoređujući vrijednost boja na susjednim pikselima. Budući da je interpolacija iznimno složen postupak, često dolazi do pogrešaka koje se osobito mogu primjetiti na rubnim linijama, koje dijele površine različitih boja (33).

Digitalni fotoaparati sa CCD i CMOS sensorima imaju veliki nedostatak što bilježe samo 33% upadnog svjetla, a ostatak se izračunava pomoću složenih matematičkih postupaka koji su skloni pogreškama.

Digitalna kamera ili fotoaparati mogu biti određeni zapisom boja potpuno istih mogućnosti kao skener ili neki drugi ulazni ili izlazni uređaj (34). Međutim, značajna razlika između digitalnog fotoaparata i skenera je ta, što su karakter i gustoća svjetla stalne vrijednosti kod skenera, dok su kod digitalnog fotoaparata promjenjive. Posljedica toga za digitalnu fotografiju je, da različiti zapisi koriste različite svjetlosne uvjete. Dok su svjetlosni uvjeti standardizirani za snimanje u studiju, to nije moguće pri vanjskim uvjetima.

### **3.2.2.2 Unos informacija skeniranjem**

Skener je uređaj koji se koristi u reprodukcijском procesu za pretvorbu informacija o originalu u digitalan oblik, tako da se analogni signali digitaliziraju i kao bitmapa pohranjuju u memoriju. Informacije o originalu ne prenose se u potpunosti, nego u skladu sa skeniranim uzorkom određenim rezolucijom i brojem nivoa tonских vrijednosti ili nivoa sivog. Skenirani uzorak sastoji se od elemenata poznatih pod nazivom pikseli (35).

Osnovni dijelovi skenera su: površina na koju se stavlja original (ravna ploha kod plošnih i bubanj kod rotacionih skenera), izvor svjetla (po cijeloj širini kod plošnih, točkasti kod rotacionih), fotosenzori i filteri, analogno-digitalni pretvornik i priključak na računalo.

Broj svjetlosnih senzora određuje optičku horizontalnu rezoluciju skenera. Svaki svjetlosni senzor prenosi signal, koji odgovara jačini reflektiranog svjetla. Skener od 300dpi ima 300 senzora po horizontalnom inču. Svaki piksel konačne slike predstavlja informaciju od zasebnog senzora, koji svjetlosni signal pretvara u digitalnu veličinu. Kako se izvor svjetla pomiče po vertikali, tako sakuplja informacije o skeniranoj slici. Preciznost kojom se taj izvor svjetla pomiče, određuje vertikalnu rezoluciju.

Ispravan odnos reprodukcije i veličine zapisa, određen je frekvencijom skeniranja iz sljedećeg odnosa:

Frekvencija skeniranja =  $F \times$  faktor uvećanja  $\times$  frekvencija rastriranja

gdje faktor  $F$  ima vrijednost 2.

Programski algoritami povećavaju rezoluciju konačne slike interpolacijom. Interpolacija je proces, kojim program za skeniranje dodaje piksele skeniranoj slici, izvodeći vrijednost za svaki dodatni piksel uzimanjem srednje vrijednosti piksela u krugu (oko skenirane točke). Interpolacijom se povećava konačna rezolucija skenirane slike. Korisnost ove metode ovisi o tipu slike koja se skenira. Interpolacija se ne preporuča kod skeniranja umjetničkih slika, jer čini sliku i njene karaktere nejasnima. Naprotiv, vrlo dobro može poslužiti kod skeniranja crno-bijelih ili fotografija u boji.

Kvaliteta skenera u boji, očituje se u funkciji njegovog područja pokretljivosti ili raznolikosti, koja se odnosi na optičku gustoću, granice gustoće, itd. Područje

pokretljivosti odnosi se na sposobnost, da skener uhvati detalj u oba slučaja u svjetlim tonovima (najsvjetlija mjesta neke slike), i u tamnim tonovima (najtamnija mjesta). Pokretljivost se mjeri logaritamskom skalom, gdje se razlika od 10 puta u tonu između najsvjetlijih i najtamnijih mjesta neke slike izražava kao područje pokretljivosti od 1.0. Razlika od 100 puta je 2.0, razlika od 1000 puta je 3.0 i razlika od 10 000 puta je 4.0. Maksimalna vrijednost za područja pokretljivosti je 4.0.

Skeneri u boji bilježe potrebna crvena, zelena i ljubičastoplava očitavanja, na jedan od sljedeća dva načina:

1. Kod skenera u boji koji izvodi tri prolaza, izvor svjetla izvodi tri skeniranja istog predloška. Prvi puta svjetlo prolazi kroz crveni filter i sakuplja informacije o crvenoj boji predloška. Sljedeća dva puta sakuplja informacije o zelenoj i ljubičastoplavoj boji.

2. Kod skenera u boji koji izvodi jedan prolaz, boja izvora svjetla se mijenja tri puta (crvena, zelena, ljubičastoplava) na istom mjestu skeniranja po cijeloj dužini), prikupljajući tako sve informacije u jednom prolazu.

Plošni skeneri imaju nabojem vezane sklopove, kao skenirajuće elemente. Izvor svjetla osvijetljava original stavljen na staklenu ploču. Reflektirano svjetlo se usmjerava kroz optički niz ogledala i leća, sve do dijelova povezanih nabojem. Tu se različiti intenziteti svjetla pretvaraju u različite naponske impulse. Plošni skeneri uglavnom koriste fluorescentne cijevi kao izvor svjetla, koje su vrsta katodne cijevi sa plaštom fluorescentnog materijala sa unutarnje strane cijevi. Kvaliteta izvora svjetla ovisi o fluorescentnom plaštu i o kontrolnoj elektronici koja stabilizira napon. Nakon izvjesnog vremena, mogu se zamjetiti promjene u jasnoći skeniranja po širini slike, što je posljedica nejednoličnog zračenja fluorescentne cijevi.

Rezolucija plošnih skenera ovisi o veličini i broju nabojem vezanih elemenata i pomaku skenirajuće glave. Nabojem vezani elementi, ne smiju biti blizu jedan drugome, jer pretvaraju promjenjive intenzitete svjetla u promjenjive naponske impulse. Ako se nalaze preblizu jedan drugome, dolazi do interferencije među pojedinim elementima.

Rotacioni skeneri rade na sličnom principu kao i plošni skeneri. Razlika je u tome, što kod rotacionih skenera original rotira i pomiče se zajedno sa bubnjem horizontalno ili vertikalno, a izvor svjetla miruje ili se također pomiče. Ovi skeneri se koriste za skeniranje većih formata transparentnih i refleksnih originala, te za postizanje vrlo visoke rezolucije.

Glavni dio skenera čini fotomultiplikatorska cijev i laserski izvor svjetla. Fotomultiplikatorska cijev sadrži fotoemitirajuće ćelije. Fotoemitirajuće ćelije nalaze se u "elektronskim očima", koje upravljaju automatskim otvaranjem vrata. Fo-



toemitirajuća ćelija konstruirana je od žičane anode, polucilindrične katode sa emitirajućom površinom, hermetički zatvorenom u praznoj ili plinom punjenoj cijevi. U glavi za skeniranje nalazi se izvor svjetla, a fotomultiplikatorska cijev se pomiče po cijeloj dužini bubnja. Dok se bubanj okreće najvećom brzinom, skener čita pojedine piksele, osvjetljavajući svaki dijelić slike izvorom svjetla i fotomultiplikatorskom cijevi.

Rotacioni skeneri mogu skenirati samo one originale, koji veličinom ne prelaze površinu bubnja. Fleksibilnost originala ograničena je materijalom od kojeg su napravljeni. Originali moraju biti u jednom komadu jednake debljine po cijeloj površini i dovoljno fleksibilni da se mogu saviti na bubanj (36).

### 3.3 ZAHTJEVI KVALITETE I VJERNOST REPRODUKCIJE U TISKU

Što čini “idealnu reprodukciju” i koji su kriteriji kvalitete reprodukcije koji se mogu izmjeriti ili ocijeniti?

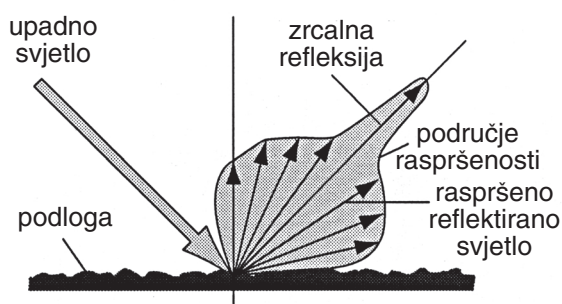
Karakteristike kvalitete moderne reprodukcijske tehnologije, ovise prvenstveno o cilju reprodukcije. U slučaju vjerne višebojne reprodukcije, za praćenje kvalitete najčešće se koristi automatizirani proces - Color Management. Ostali faktori, koji određuju kvalitetu višebojne reprodukcije, ovise o svojstvima boje i podloge, tehnološkim sustavima snimanja originala, mogućnostima tiskarske tehnologije, prirodi originala i drugim (37).

#### 3.3.1 TEHNIČKO-TEHNOLOŠKI ZAHTJEVI

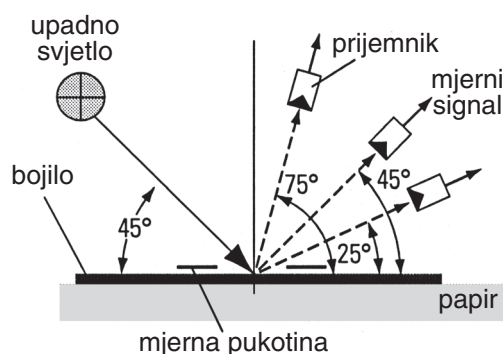
##### 3.3.1.1 Podloga

Podloga je primaran faktor u određenju dostižne gustoće punog tona, koja može pozitivno ili negativno djelovati na reproducibilnost kontrasta boje. Propisana gustoća punog tona je, oko 1,5 jedinica gustoće za nepremazani papir sa tiskom primarnih boja, i oko 2,00 jedinica gustoće za premazani papir (38). Debljina sloja bojila uzima se kao osnova optičke apsorpcije svjetla, uz poznavanje tona boje, koristeći optimalne filtere za provođenje najviše moguće mjerne vrijednosti, i radi toga, najviše mjerne osjetljivosti.

Glatkost je jedna od karakteristika površine materijala. Ona predstavlja refleksiju svjetla sa podloge, gdje je kut upadnog svjetla jednak kutu većeg dijela refleksije. Glatkost podloge opisuje se u smislu njenog refleksnog ponašanja. Mjerenje glatкости zasniva se na promjenama, u podudarnosti sa strukturom površine, gdje glatkost manje ili više raspršuje refleksiju. Takozvani goniometri mogu provesti trodimenzionalno mjerenje direktno raspršenog svjetla u finim detaljima (pokazivači smjera, slika - 5a). To otežava tehniku mjerenja i prikladno je samo za laboratorijska testiranja, ali ne i za određivanje kvalitete tiska tokom tiskovnog procesa. Goniometar je ograničen za mjerenje reflektiranog svjetla u točno određenom smjeru, kao što to prikazuje slika - 5b npr. 25°, 45°, 75° sa iluminatorom pod kutem od 45°.



Slika 5.a) - refleksno ponašanje hrapave površine



Slika 5.b) - mjerenje glatкости sa označenim mjernim kutovima na uređaju za mjerenje glatкости

Glatkost omogućava bolji cjelokupan izgled tiskovnog proizvoda. Boje se, na visokoglatkom papiru, doimaju intenzivnije i postiže se bolja "dubina" boje (crna boja na glatkoj podlozi doživljava se "crnije" nego na podlozi bez sjaja).

### 3.3.1.2 Proces rastriranja

Korištenjem konvencionalne analogne reprodukcije tehnologije, eksperimentiralo se u tisku, sa raznim oblicima točkica zbog smanjenja povećanja točkica u tisku, istovremeno optimizirajući postojanost boje i industrijski standard. U praksi, možemo razlikovati sljedeće osnovne oblike točkica:

- okrugli
- kvadratni
- romboidni
- eliptični

U praktičnoj primjeni, nije moguće postići idealan oblik točkice, zbog primjene različitih tehnoloških sustava i procesa. Različitost u kvaliteti otiska je obilježje, ne samo algoritma koji se koristi za rastriranje, nego i tehničkih komponenti prilikom osvjetljavanja rastriranih slika.

Jedan od bitnih faktora, koji djeluje na kvalitetu reprodukcije, je priroda i određenje procesa rastriranja.

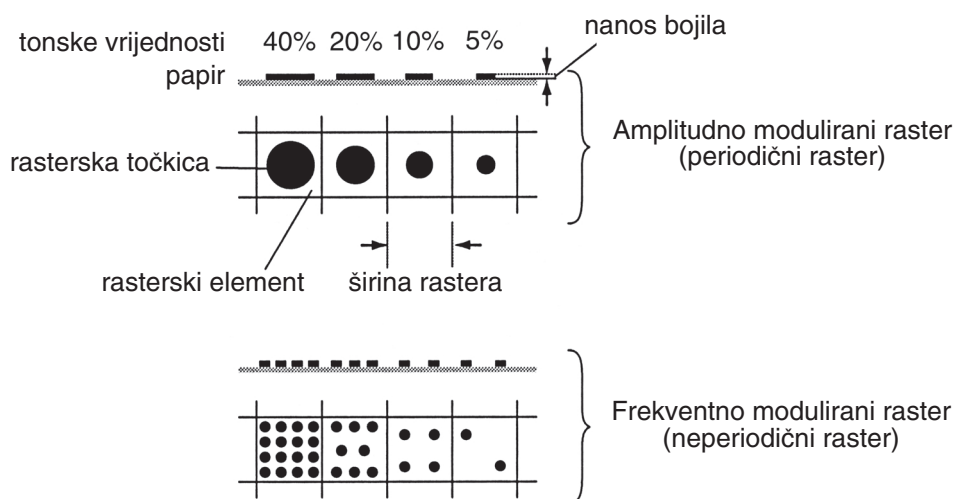
**Vrste rastera** - U postupku izrade autotipija, reprodukcija kontinuiranih tonova slike postiže se rastriranjem. U praksi se za rastriranje, najčešće koriste sljedeće vrste rastera:

- amplitudno modulirani raster
- frekventno modulirani raster
- stohastički raster

Amplitudno modulirani rasteri (AM rasteri) su periodični rasteri, koji se koriste u konvencionalnoj pripremi. Sastoje se od rasterskih točkica različite veličine, ovisno o tonskoj vrijednosti, ali iste udaljenosti jedne od druge. Određivanje linijature rastriranja za konvencionalni AM raster, ovisi o najmanjoj prenosivoj strukturi točkice (između 10-20 $\mu$ m u ofsetnom tisku), zbog čega je pojedino rješenje znatno bolje u ofsetnom tisku, nego u ostalim tiskarskim tehnologijama. Optimalno određenje linijature za visokokvalitetni višebojni tisak je između 60-80 lin/cm (razmak točkica je 125-127 $\mu$ m). To određenje rastera, uzima se u slučaju gdje je "propisana" udaljenost promatrača oko 25-30 cm.

Linijatura rastera se odabire tako, da ljudsko oko ne može raspoznati individualne rasterske točkice na normalnoj udaljenosti, ali ipak bilježi doživljaj kontinuiranih tonova boje i strukturu integracijom slikovnih elemenata. Međutim, pove-

ćanjem linijature rastera, dolazi do smanjenja tonskih područja reprodukcije i povećanja rasterske točkice u tisku. Zbog toga je poželjno, odabrati najnižu moguću linijaturu, uz zadovoljavajuću kvalitetu otiska. Osim toga, velika linijatura rastera zahtijeva visoku glatkost papira za reprodukciju veoma malih rasterskih točkica. U ofsetnom tisku, crno-bijeli kontinuirani tonovi slike reproduciraju se sa linijaturom rastera 60 lin/cm, a višebojni sa 80 lin/cm zbog interferencije uzorka (rozeta).



Slika 6. - Usporedba amplitudno moduliranog i frekventno moduliranog rastera kod reprodukcije kontinuiranih tonova

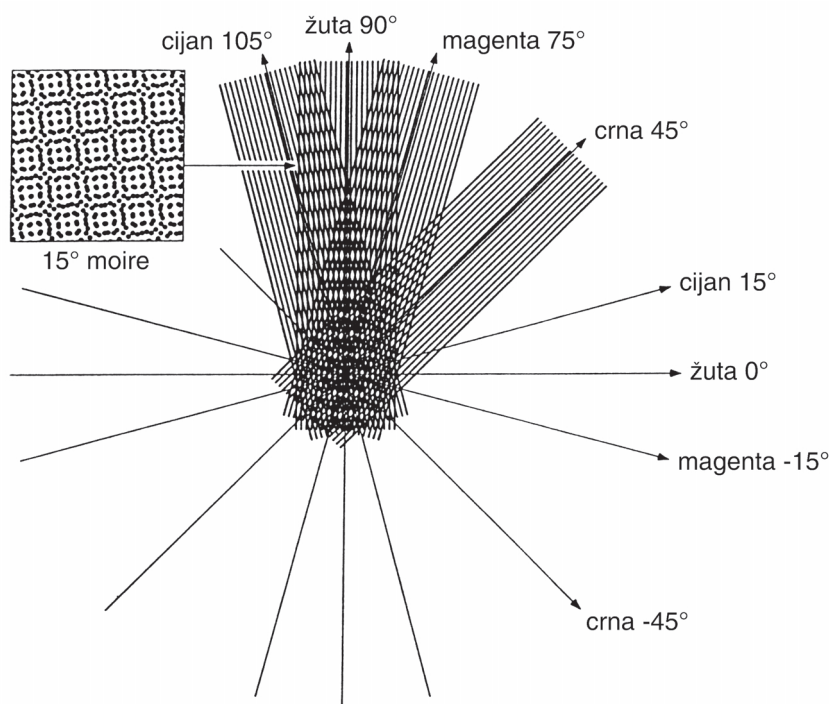
Kod frekventno moduliranog, neperiodičnog rastera (FM rastera), svaka pojedina točkica je iste veličine, a mijenja se međusobna udaljenost u odnosu na ostale točkice, zavisno od tonskih vrijednosti. Kod primjene ovog rastera, proces rastriranja sastoji se u pretvorbi kontinuiranih tonskih prijelaza originala u određenu količinu rasterskih točkica. Za određenje veličine točkica, treba biti poznat međusoban razmak između njih. Često se razdaljina određenih tonskih vrijednosti ne podudara od pojedinačne točkice do druge točkice, što se najčešće dešava slučajno.

Korištenjem identičnih točkica, što je moguće manje veličine, sa FM rasterom može se dobiti bolja reprodukcija detalja u tisku nego sa AM rasterom, uz pretpostavku mogućnosti reproduciranja tako malih točkica.

Kod stohastičkog rastera, primjenjuje se kombinacija AM i FM rastera zavisno o originalu. Algoritam se zasniva na primjeni FM rastera u najsvetlijim i najtamnijim područjima slike, i AM rastera u preostalim područjima tonskih vrijednosti.

Višebojne slike se reproduciraju tiskom boje na boju, rasterskom separacijom boja. Otiskivanje točkice na točkicu nije tehnički moguće u potpunosti. Granice u području stotinke milimetra dovoljne su za reprodukciju potpuno vidljivih promjena boja u reprodukciji slika, ako je rastriranje svake pojedine boje postavljeno na isti kut rastriranja. Ako se promjene povećanja odvijaju linearno, mali pomak u rotaciji kod rastriranja, u svakoj od pojedinih boja odražava se na

drugu, a pravilan geometrijski uzorak jasno je vidljiv i ima vidljiv efekt kod reprodukcije slike. Rotacija kod rastriranja od  $30^\circ$  jedne boje od druge, daje otisak koji bi trebao biti zaštićen na male pomake u rotaciji filma i od pomaka prilikom separacije boja slike, u odnosu jedne na drugu. Međutim, kutevi rotacije omogućavaju samo tri različita položaja, tako da se njihov odnos ponavlja poslije svakih  $90^\circ$ , simetrično u odnosu na rastersku strukturu. Nepoželjne smetnje na rasteru, poznate pod nazivom moire, ovise o kutu rotacije. Moire efekt se pojavljuje kada dva ili tri uzorka periodičnog rastera, tvore neželjenu posljedicu kod preklapanja rastera u grubo pravilan uzorak (39). Jedan od najčešćih uzroka je, da ta pravilna struktura već postoji na originalu, kao što je slučaj sa postojećim rastriranim originalima ili tvorničkim uzorcima. Te smetnje uzorka uklanjaju se odabiranjem prikladnog kuta rastera, tokom procesa rastriranja ili korištenjem specijalnih efekata prilikom obrade slike. Međutim, moire se može pojaviti tokom osvjetljavanja, zavisno od primjene programa za rastriranje. Kod FM rastera, ne dolazi do pojave moire-a.



Slika 7. - Konvencionalno rastriranje gdje se na  $15^\circ$  pojavljuje moire između žute i cijana, žute i magente

### 3.3.1.3 Digitalno rastriranje

Početak primjene PostScripta (1985. godine) (40), prve kritike odnosile su se na proces rastriranja, posebno u pojavi moire. Kada se moire, kao pojava prilikom rastriranja i tiska boje na boju, definirao standardom DIN 16547 (41), još nije postojalo elektronsko rastriranje. Standard je baziran na kutevima  $0^\circ$ ,  $15^\circ$ ,  $45^\circ$  i  $75^\circ$  za žutu, cijan, crnu i magentu. U praksi se pokazalo, da je taj DIN

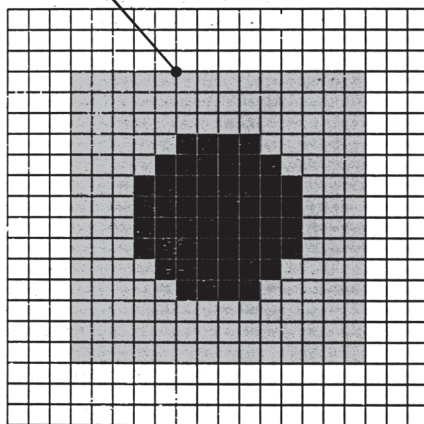
standard imao slabosti: crna nij uvijek mogla biti postavljena na  $45^\circ$ , a razmak od  $15^\circ$  između cijana i žute nije bila idealna. Problem se pokušao riješiti korištenjem eliptičnog oblika rasterske točkice. Napokon, problem je riješen elektronskim rastriranjem, primjenom specifičnog sustava rastriranja (kuta rastriranja i frekvencije rastriranja) u matrici piksela kod osvjetljavanja. Budući da svaki od oblika digitalizacije uzrokuje tzv. kvantitativni efekt (digitalna veličina može prihvatiti samo određene vrijednosti u prirastu, ali ne srednju vrijednost), pogreška koja se pojavljuje nije vidljiva golim okom, ali može prouzročiti pojavu moiréa tiskom četiri boje jedne na drugu (42).

Razlikujemo dva oblika digitalnog rastriranja:

- pravilno tangentno rastriranje
- nepravilno tangentno rastriranje

**Pravilno tangentno rastriranje** - Do sada smo rastersku točku promatrali kao jednostavni okrugli oblik, koji se može rotirati za svaki kut. U stvarnosti, rasterska točka treba biti poravnata sa mrežicom piksela, jer djelomično rezanje piksela nije moguće. Također, četvrtasti oblik rasterske točke opstaje samo u nekoliko specifičnih slučajeva, kao na  $0^\circ$  kuta rastriranja (slika 8.). Za svaku rotaciju rastriranih točaka, njihov ugao se mora vezati na omeđeno područje piksela. Zbog toga, jedini prihvatljivi kutevi su oni, čiji uglovi rotirane rasterske točke drže oba vertikalna i horizontalna razmaka integralnog piksela od donje lijeve točke.

Rasterska točka načinjena od 14x14 piksela



Slika 8. - Rasterska točka od  $14 \times 14 = 196$  piksela (kao i na slici) sa područjem prekrivenosti od 52 piksela (otprilike 26,5%), stavljena na kut od  $0^\circ$

Budući da je odnos oba ova razmaka određen matematički kao tangenta, a kvocijent cijelog broja označen pravilnim, uobičajeni proces rastriranja korištenjem PostScripta, je također nazvan pravilno tangentno rastriranje. Njegove karakteristične mogućnosti su, da sve rasterske točke imaju isti oblik, te da je dozvoljeno samo nekoliko različitih kuteva i frekvencija rastriranja.

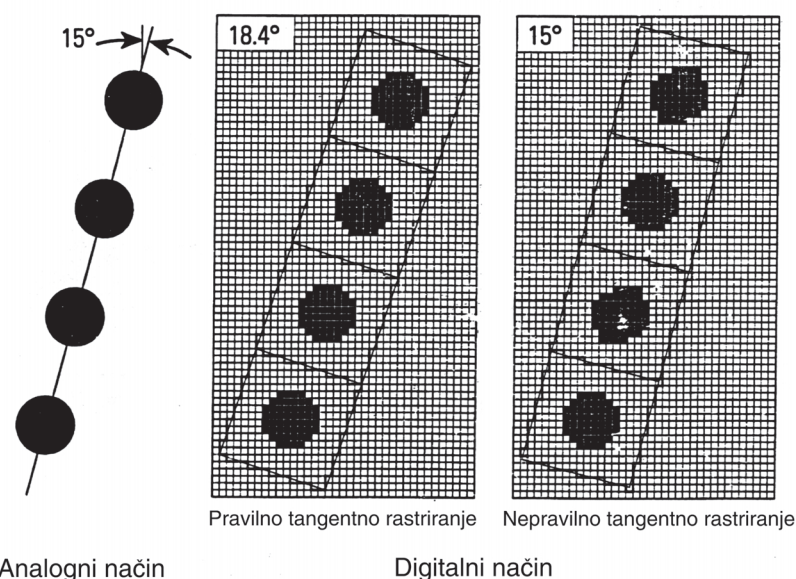
Krupnije rastrirane točke (super točke) omogućavaju preciznije pristajanje sa kutem, ali su nepoželjne, budući da tvore strukture koje su vidljive golim okom i iznad svega uzrokuju gubitak u detaljima. Princip super točke, nije jednostavno povećanje točke, nego je postepeno prelaženje nekoliko samostalnih točaka u veću, sjedinjenjem. Samostalne točke mogu imati različite veličine i oblike. Te različitosti se nadoknađuju unutar super točke. U cjelini, rastriranje super točkama drži zadani kut rastriranja točnijim.

Dok RIP (Raster Image Processor) izračunava oblik rastrirane točke jednom, kod pravilnog tangentnog rastriranja (sve rastrirane točke imaju isti oblik) izračunavanje super točke je temeljitije: svaka rasterska točka ima drugačiji oblik. To zahtijeva dodatno vrijeme procesiranja i prostor za pohranu (43).

**Nepravilno tangentno rastriranje** - Ova tehnologija koristi kuteve rastriranja i frekvencije, koji uvijek daju optimalnu kvalitetu.

Glavna razlika između pravilnog i nepravilnog tangentnog rastriranja je, u matematičkoj razlici između pravilnih brojeva (brojevi koji mogu biti izraženi kao omjer dva cijela broja) i nepravilnih brojeva (brojevi koji se ne mogu izraziti kao omjer dva cijela broja).

Osnova nepravilnog tangentnog rastriranja je rastrirana matrica, kod koje razdaljina od centra jedne točke do centra sljedeće točke, točno odgovara zadanoj vrijednosti, na primjer 166,66  $\mu\text{m}$  za 60 lin/cm raster. Nepravilno tangentno rastriranje usklađuje se prema idealnim kutevima, ali se oblik točke polutonova izobličava prema promjenjivom slijedu, na primjer korak slijeda naizmjenice 3 ili 4 piksela vertikalno i jedan piksel horizontalno. Slika 9. prikazuje razliku između analognog, pravilnog i nepravilnog tangentnog rastriranja. Lijeva strana slike prikazuje analogno rastriranje sa kutem od 15° i konstantnom frekvencijom



Slika 9. - Usporedba analognog rastriranja sa pravilnim i nepravilnim tangentnim digitalnim rastriranjem

rastriranja. Pravilno tangentno rastriranje proizlazi iz kuta od  $18,4^\circ$ . Njegova frekvencija rastriranja odstupa unutar separacije boja (C,M,Y,K). Sa nepravilnim tangentnim rastriranjem, idealan kut od  $15^\circ$  i konstantna frekvencija rastriranja, opet su mogući.

Dok super točka pokušava pristajati zadanim kutevima rastera, koliko je to moguće bliže, FM raster nema kuta rastriranja. Kod FM rastera, male točke su raspodjeljene po površini, na taj način, da se potreban nivo sivog pojavljuje kao srednja vrijednost, dok je raspodjela potpuno nepravilna, budući da je raspodjela bez plana u usporedbi sa AM rasterskom točkom.

Tako rastrirani podaci, procesiraju se u RIP-u i prenose izlaznim uređajima u obliku bit-mapiranih informacija (44).

### 3.3.1.4 Separacija boja

Važan faktor koji utječe na kvalitetu reprodukcije, je i separacija boja. Ovdje je potrebno naglasiti, da je višebojni tisak pretežno trikromatski reprodukcijски proces gdje su sve boje sačinjene od tri osnovne boje: cijana, magente i žute. U praksi se dodaje četvrta, crna boja, ali osnovne informacije o boji u tisku reprodukcije daju tri osnovne boje. Kod postizanja objektivnosti reprodukcije, bitno je filtere koji se koriste za separaciju boja, prilagoditi pojedinim bojama (45). Ako ta prilagodba nije optimalna, potrebna je dodatna transformacija boja.

Usklađivanje djelokruga procesa i materijala, također je od bitne važnosti za reprodukciju boja, kao i odabir osnovnih boja i filtera za separaciju boja (46,47). Odstupanje od realnog prikaza u tiskovnom procesu, obuhvaća više djelokruga lančanih prijenosa informacija. Na primjer, mogu se upotrebljavati uobičajeni pigmenti u tiskarskim bojama spektralnih osobina različitih od optimalnih boja. Prilikom izrade filmova za separaciju boja, potrebno je uzeti u obzir postojeća odstupanja i prilagoditi ih optimalnim rezultatima (48).

Primjena u praksi, prema standardnim uvjetima reprodukcijske tehnologije, provodi se podešavanjem gradacije ili gradacijske krivulje (49).

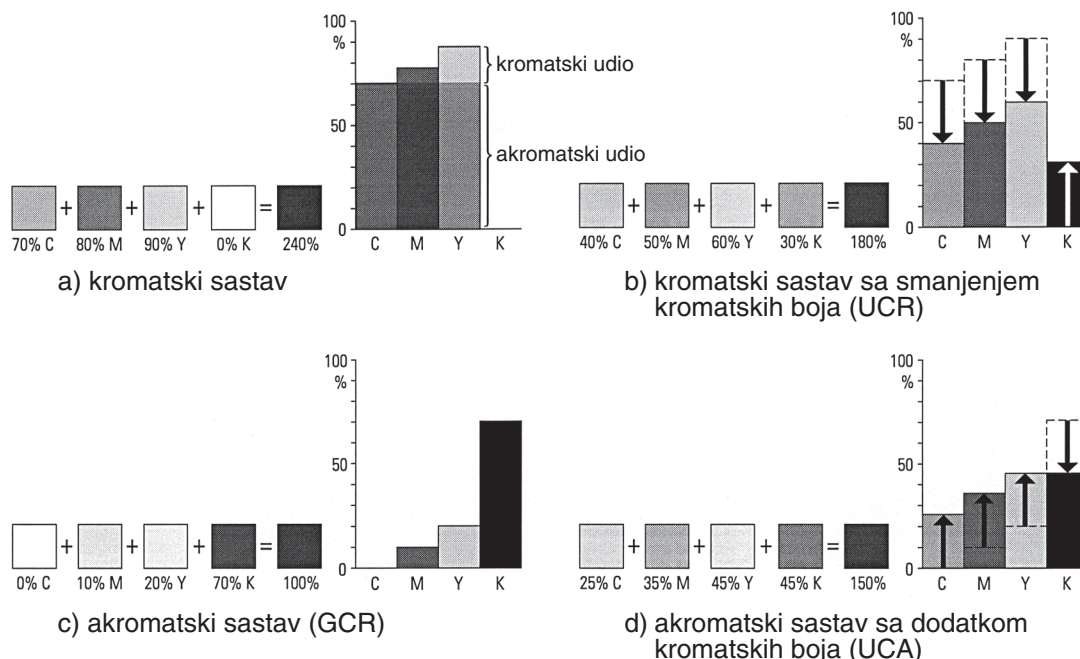
**Crna boja** predstavlja sastavni dio CMYK sustava boja. U suštini, crna boja se koristi u višebojnom tisku za smanjenje tri kromatske boje i dobivanje sivih tonova, smanjujući upotrebu skupih visokokvalitetnih kromatskih boja, i primarno za postizanje stabiliziranog tiskovnog procesa, čineći ga manje osjetljivim na promjene pojedinačnih kromatskih boja.

Najčešće korištene metode za kontrolu crne separirane boje, koje za nadopunu kromatskog sastava koriste cijan, magentu i žutu, su sljedeće:

- kromatski sastav sa manjim otklanjanjem boje (Under Color Removal-UCR)
- akromatski sastav ili GCR (Gray Component Reduction) - smanjenje kromatskih komponenata sa dodatkom crne



- akromatski sastav sa dodatkom kromatskih boja (UCA) - crna uz dodatak ostale tri boje od kojih je jedna maksimalna i ima istu veličinu kao i crna boja



Slika 10. - Metode za kontrolu crne separirane boje sa nadopunom kromatskog sastava

Da bi boje bile optimalno podešene za tisak, potrebno je ispuniti sljedeće:

- spektralna refleksija i/ili apsorpcija, kao svojstvo primarnih boja, trebaju se približiti koliko je moguće više optimalnim bojama
- međusoban omjer primarnih boja treba biti takav, da se suptraktivnim mješanjem boja u tisku, dobije siva boja
- rezultanta smjese sekundarnih boja treba, koliko je moguće, biti u sredini između primarnih boja u prostoru boja (50).

### 3.3.2 ESTETSKI ZAHTJEVI

Estetski zahtjevi objektivnosti reprodukcije u tisku, predstavljaju slijed zahtjeva kvaliteta sustava vizualnih predodžbi, objašnjenih u poglavlju 3.1.4 o grupiranju originala. Estetski zahtjevi se primarno, zasnivaju na estetskim zakonima kao što su: simetrija, proporcija, ritam, ravnoteža, harmonija, jedinstvo, kontrast itd.

Od navedenih estetskih zakona, koji utječe na reprodukcijski proces, je kontrast. Kontrast, sa estetskog stanovišta, predstavlja raznolikost, suprotnost pojmova, elemenata i intervala. Vrste kontrasta, definirao je Johaness Itten (51) s obzirom na mjerljive osobine boja, doživljaj boja i njihovu upotrebu u dvodimenzionalnom mediju, kao jednom od načina vizualne predodžbe. S obzirom na vrste kontrasta, koje boje postižu međusobnim djelovanjem, Itten razlikuje sedam osnovnih kontasta: kontrast boje prema boji, svjetlo-tamni kontrast, top-

lo-hladni kontrast, komplementarni kontrast, simultani kontrast, kontrast kvaliteta i kontrast kvantiteta. Drugi autori (52), među osnovne kontraste, ubrajaju i sukcesivni kontrast.

Kontrast boje prema boji, maksimalan je u odnosu boja žuta-crvena-ljubičastoplava. On se može pojačati odvajanjem obojenih površina crnom ili bijelom linijom. Pri tome, bijela boja slabi ili jača svjetlinu okolnih boja, dok je crna uvijek čini slabijom.

Svjetlo-tamni kontrast, je kontrast između minimalne i maksimalne vrijednosti svjetline određene boje. Pri tome se, maksimalan kontrast postiže u kombinaciji crno-bijelo. Čista žuta boja je izrazito svjetla, a tamna žuta prelazi u zeleno-smeđu boju. Crvena i zelena boja, kao čiste boje, imaju istu vrijednost svjetline, pa se mogu razlikovati tamni i svjetli tonovi, dok je čista ljubičastoplava boja tamna. Problem kod svjetlo-tamnog kontrasta predstavlja jačina osvjetljenja. Crvena, narančasta i žuta boja, pri slabijem osvjetljenju djeluju tamnije, dok ljubičastoplava i zelena boja izgledaju svjetlije.

Toplo-hladni kontrast predstavlja kontrast između toplih i hladnih boja. Žuta, narančasta i crvena (boje većih valnih dužina) svrstavaju se u tople boje, dok se ljubičastoplava, plava i zelena (boje kraćih valnih dužina) ubrajaju u hladne boje. U kompoziciji, hladne boje stvaraju dojam daljeg objekta, a tople boje bližeg objekta. Maksimum toplo-hladnog kontrasta predstavlja odnos crvena-žuta-ljubičastoplava boja. Ovaj se kontrast, zbog svojih karakteristika, koristi u predstavljanju perspektive, tj. volumena objekta, isključivo pomoću boja. Kod toplo-hladnog kontrasta, pretpostavlja se da su boje iste svjetline, jer se u suprotnom pojavljuje svjetlo-tamni kontrast.

Komplementarni kontrast predstavlja kontrast komplementarnih boja, koje zajedno pomješane daju tamnosivu ili crnu boju. Komplementarni kontrast čine žuta i ljubičastoplava, crvena i cijan, magenta i zelena. Najveći kontrast postižu ljubičastoplava i žuta boja.

Simultani kontrast podrazumijeva pojavu, pri kojoj oko za svaku prisutnu boju, istovremeno zahtjeva komplementarnu boju, samostalno ostvarujući njeno viđenje, iako ona stvarno nije prisutna. Simultani kontrast, u primjeni, nastaje stavljanjem kromatske boje na akromatsku pozadinu, ili obratno, pri čemu neutralna, akromatska boja poprima komplementarni ton.

Kontrast kvaliteta podrazumijeva kontrast između čistih, zasićenih i nečistih, nezasićenih boja. Smanjenje zasićenja boje može se načiniti sa bijelom bojom, kada poprima hladan kvalitet, sa crnom bojom kada gubi sjaj, i sa komplementarnom bojom, kada poprima sivi ton.

Kontrast kvantiteta podrazumijeva kontrast između veličina dviju ili više obojenih površina. Snagu djelovanja čiste boje čini njena svjetlina i njena površinska zastupljenost. Kontrast kvantiteta predstavlja kontrast proporcija.

Sukcesivni kontrast je pojava, kada se pri dugom promatranju određene boje, oko zasiti i prekidanjem gledanja boje, u oku se stvara komplementarna boja.

To podrazumijeva, da je kod originala iz grupe tonskog sustava vizualne predodžbe, potrebno reproducirati sve tonove dominantne boje, njihove svjetline i tonske prijelaze. Tonski sustav vizualne predodžbe karakterizira simetrija kao estetski zakon, pri čemu je glavna dominacija cjeline i boje.

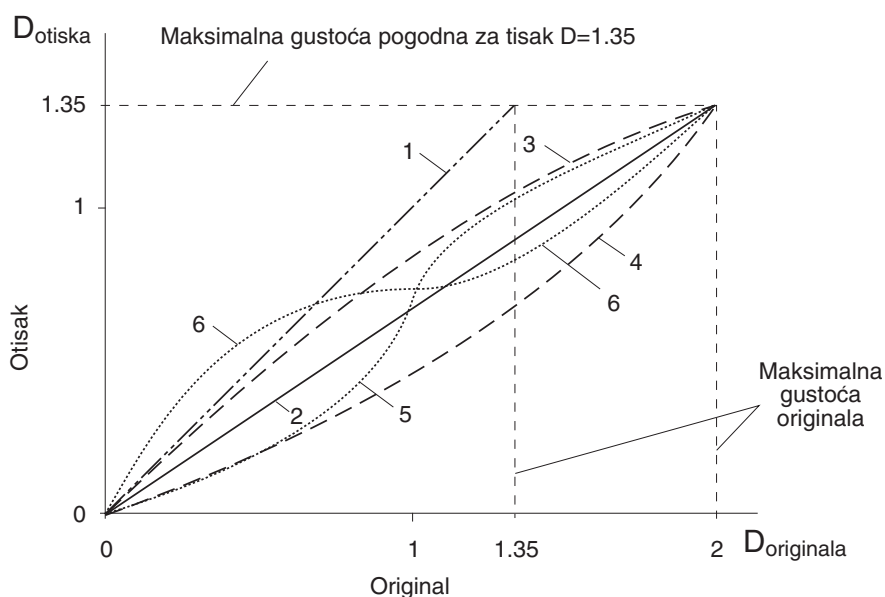
Originale iz grupe vizualno predodžbenog sustava svjetla i sjene, primarno karakterizira ritam, koji se postiže kontrastom između osvijetljenih i neosvijetljenih područja. Ovdje se najčešće primjenjuje svjetlo-tamni kontrast, koji se temelji na intenzitetu osvijetljenja, a maksimum postiže u kombinaciji crno-bijele boje.

Koloristički sustav vizualne predodžbe karakterizira toplo-hladni kontrast, koji u maksimumu predstavlja komplementarni kontrast. Na temelju toga, bitna je i površinska zastupljenost boja, ovisno o njihovoj svjetlini, bazirana na kontrastu kvantitete i kvalitete.

### 3.3.3. KONTROLA OBJEKTIVNOSTI REPRODUKCIJE

#### 3.3.3.1 Kontrola tonских vrijednosti

Razlika  $\Delta D$  optičke gustoće između svjetlih i tamnih područja negativa, dijapozitiva ili slika, definirana je kao područje gustoće. Samo u iznimnim slučajevima, područje optičke gustoće originala može udovoljiti uvjetima, koji omogućava tiskovni proces. Na primjer, ako imamo original u transparentnom obliku, možemo imati područje optičke gustoće od  $\Delta D=2,0$ . Standardno područje optičke gustoće kontinuiranih tonova jednobojne reprodukcije u tisku je  $\Delta D=1,35$ . U tom slučaju, objekt mijenja područje gustoće originala  $\Delta D=2,0$  tijekom reproduksijskog procesa, i zbog toga svi podaci o slici trebaju biti reproducirani unutar područja od  $\Delta D=1,35$ . To se ne može postići bez gubitka informacija o slici, ali gubitak je potrebno svesti na minimum. To znači, da treba biti vidljivo što je moguće više detalja u kontinuiranim tonovima pozitiva koji će se koristiti u reproduksijskom procesu. Slika 11. prikazuje različite karakteristične reproduksijske krivulje za prenošenje optičke gustoće originala u gustoću obojenja u tisku.



- 1 - Istovjetna reprodukcija
- 2 - Linearno smanjenje gustoće obojenja na otisku
- 3 - Reprodukcija prema Yulu
- 4 - Reprodukcija smanjenog kontrasta
- 5 - Reprodukcija sa smanjenim/povećanim srednjim kontrastom
- 6 - Reprodukcija prema Personu

Slika 11. - Krivulja reprodukcije tonova

Istovjetna reprodukcija (kut od  $45^\circ$ ), moguća je jedino za reprodukciju dijelova slike. Slika koja sadržava vrijednost optičke gustoće od 1,35 biti će vjerno reproducirana u tisku, ali svi detalji originala (koji u ovom slučaju imaju područje gustoće 2,0) iznad vrijednosti 1,35 izgledati će isto kao maksimalna vrijednost

gustoće 1,35. Na taj način, dobivamo gubitak informacija u tamnim tonovima, odnosno, tamnim područjima slike. Karakteristična krivulja 2, nudi mogućnost linearnog sažimanja ukupnog područja gustoće originala prema dolje, u odnosu na zahtijevano područje gustoće reprodukcije. Ako pretpostavimo, da su detalji vidljivi kada odstupaju u gustoći od  $\Delta D=0,02$ , određeno područje detalja koje je vidljivo u transparentnom uzorku, nestati će na reprodukciji. To se može povezati sa golemim gubitkom informacija na cijeloj slici. Zbog toga je neophodno odrediti, na osnovu sadržaja slike, da li su detalji u tamnim područjima (najveća gustoća) bitniji od najsvjetlijih područja (najniža gustoća). Ako su najsvjetliji dijelovi važniji, za reprodukciju će se primjeniti karakteristična krivulja 3, ili obratno, karakteristična krivulja 4. Ako slika ima najbolju reprodukciju u srednjim tonovima, npr. slike ljudi, najprikladnija je krivulja 5. Karakteristična krivulja 6, bolje reproducira detalje u svjetlijim i tamnijim područjima, nego u srednjim područjima slike.

### 3.3.3.2 Kontrola kvalitete reprodukcije

Kriteriji kojima se određuje kvaliteta reprodukcije su sljedeći:

- Jednakost optičke gustoće i višetonskih područja slike - Ako npr. višetonsko područje slike u tisku ima konstantnu vrijednost, male razlike u rasponu od  $\Delta D=0,02$  mogu biti opažajne ljudskim okom. Promjene u tisku su opažajne u obliku sjene ili crta. Ako se optička gustoća mijenja iz reprodukcije u reprodukciju, onda se promjene pojavljuju trenutno kada uspoređujemo otiske.
- Jednakost optičke gustoće i potpuno pokrivenog područja - Promjene unutar otiska ili iz otiska u otisak mogu biti također opažajne ljudskim okom.
- Prijenos višetonskih područja slike - Bitna razlika u tonovima može se pojaviti tijekom izrade ploča, i u tisku ima štetan utjecaj na kvalitetu otiska. Međutim, postojanost prijenosa višetonskih područja slike može se postići u izradi ploča i u tisku standardiziranjem procesa. Opće i tiskovno postavljanje procesa, najbolje utječe na prijenos višetonskih područja tijekom tiska. Promjene u pritisku između temeljnog i ofsetnog cilindra, mogu dovesti do bitnih promjena u prijenosu višetonskih područja slike. Promjene u pritisku između ofsetnog i tiskovnog cilindra, smjeraju ka odstupanju u malim vrijednostima gustoće obojenja. Deformacije točkica u višetonskim područjima slike može, veoma jednostavno, dovesti do povećanja točkica i pomaka u gustoći obojenja (53).

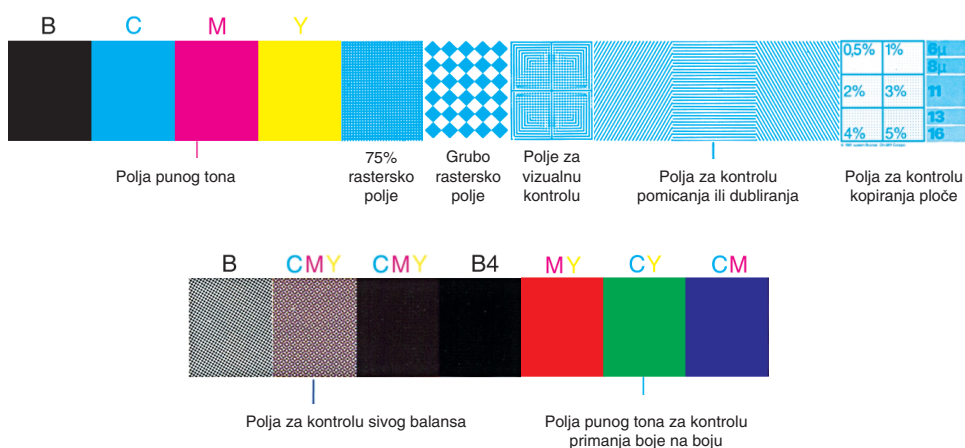
Kvaliteta reprodukcije u tisku, određuje se trima kriterijima: reprodukcijom tonova, reprodukcijom gustoće obojenja i oštrinom slike. Pošto se boje u tisku dobivaju miješanjem tri osnovne boje (cijan, magenta, žuta), promjene u pokrivenosti površine rasterom neke od osnovnih boja rezultirati će promjenom boje na otisku. Kontrolni stripovi, koji se koriste za kontrolu kvalitete u tisku mjerenjem, čine sastavni dio sustava koje nazivamo programiranim tiskom.

Signalni stripovi optički naglašavaju nastale greške u tisku, kao što su puniji ili slabiji otisak, pomicanje, dubliranje itd. Većina signalnih stripova ukazuje na povećanje ili smanjenje rasterskih točkica u tisku. Uočavanje grešaka temelji se na činjenici, da su one uočljivije na finom rasteru više, nego na grubom. Pošto su pomaci jednaki, a površine različite, ove se greške više očituju kod finijih rastera nego kod grubljih. Mnogo malih rasterskih točkica zajedno daje veće opsege nego manji broj većih rasterskih točkica. U tisku, kod finijih rasterskih točkica, biti će nanešeno više bojila, što će uzrokovati povećanje rasterskih vrijednosti polja. Pomicanje u tisku kontrolira se pomoću linijskog rastera na kontrolnom stripu, gdje zadebljanje linija, ukazuje da li je došlo do pomicanja u stranu ili po obujmu. Dubliranje se kontrolira pomoću točkastog i linijskog rastera stripa, pri čemu se ono može utvrditi pomoću pomagala kao npr. povećalo. Dubliranje je izraženije kod točkastog nego kod linijskog rastera.

Kontrolni stripovi programiranog tiska, sastoje se od polja s punom plohom, mjernih pola s različitim vrstama rastera i različitim signalnim poljima koja služe za nadopunu poljima za mjerenje. FOGRA, Hartmann, Felix Brunner, Gretag, Optus i drugi proizvođači, razvili su sustave kontrolnih stripova za programirani tiskovni proces (54,55). Kontrolni strip će biti objašnjen na Hartmann International kontrolnom sustavu.

Hartmann sustav čine trake izrađene na filmu, koje se koriste za mjerenje optičkih deformacija i programiranje reprodukcijskog procesa. Osim instrumentalnog mjerenja, ovaj sustav omogućava i vizualnu kontrolu.

Kontrolna traka Hartmann International sastoji se od osnovnog dijela trake i dodatnog dijela. Osnovni dio stripa, otiskuje se posebno za svaku od tri primarne boje i crnu boju. Taj se dio sastoji od četiri polja. Prvo polje je 75% rasterske vrijednosti. Drugo je polje male rasterske vrijednosti. Treće polje sa 100%-tnom pokrivenošću, dok je četvrto polje linijskog rastera podijeljeno na dva dijela. Jedan dio je sa vodoravno orijentiranim linijama, a drugi dio



Slika 12. - Dijelovi kontrolnog stripa

sa okomito orijentiranim linijama. Dodatni dio stripa, sastoji se od polja za kontrolu primanja boje, polja za kontrolu sivog balansa i polja za vizualnu kontrolu porasta rastertonske vrijednosti, na principu finog i grubog rastera.

Uloga pojedinih polja na stripu je sljedeća:

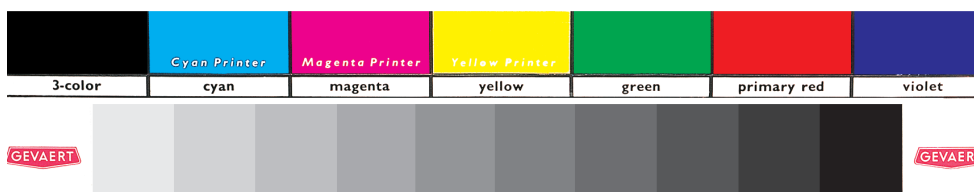
Prvo i treće polje osnovnog stripa služi za određivanje relativnog tiskovnog kontrasta na temelju formule:  $K(\%) = (D_v - D_r / D_v) \times 100$ , gdje je  $D_v$  gustoća obojenja polja sa 100%-tnom pokrivenošću, a  $D_r$  gustoća obojenja polja sa 75%-tnom rastertonskom vrijednosti.

Drugo polje, sa malom rastertonskom vrijednošću, služi za kontrolu polja s vrlo malom rastertonskom vrijednošću. Četvrto polje, sa linijskim rasterom, koristi se za kontrolu pomicanja u uzdužnom ili poprečnom smjeru.

Na dodatnom dijelu stripa nalaze se dva polja otisnuta u punom tonu. Na ta polja se otiskuju različite kombinacije po dvije boje jedna na drugu u 100%-tnoj rastertonskoj vrijednosti. Ta polja služe za kontrolu aditivne greške obojenja u tisku. Do njih se nalaze dva rasterska polja, od kojih se jedno otiskuje samo u crnoj boji, a drugo sa cijan, žutom i magentom sa različitim relativnim rasterskim površinama. To polje predstavlja neutralno sivo polje, koje služi za kontrolu ravnoteže sivoga (56).

Hartmann je, osim kontrolnih traka, osmislio i test-reprodukcije u jednoj ili četiri boje, koje vizualno mogu uočiti optičke deformacije i njihov utjecaj na reprodukciju.

U radu je korišten GEVAERT Macbeth kontrolni strip, sa punim poljima primarnih i sekundarnih boja i poljem crne, i sivim klinom.



Slika 13. - GEVAERT Macbeth kontrolni strip

### 3.3.3.3 Mjerni uređaji za kontrolu kvalitete reprodukcije

Mjerni uređaji koji se koriste za kontrolu kvalitete u toku reprodukcijskog procesa su: denzitometri, kolorimetri i spektrofotometri (57).

Jedan od najraširenijih uređaja je denzitometar. On mjeri reflektirano ili propušteno svjetlo, i na temelju toga, izračunava gustoću obojenja. Denzitometri se najčešće koriste u umjetničkoj grafici i fotografskoj industriji za mjerenje i kontrolu svih faza reprodukcijskog procesa. Postoje dvije vrste denzitometara: refleksni i transparentni. Refleksni denzitometri izračunavaju gustoću obojenja

mjerenjem reflektiranog svjetla sa površine. Transparentni denzitometri mjere propušteno svjetlo, i na temelju toga izračunavaju gustoću obojenja.

Gustoća obojenja je svojstvo površine ovisno o apsorpciji svjetla. Kao takva, direktno je izvedena iz refleksije ili transparentnosti površine:

Gustoća obojenja =  $\log(1/\text{propusnost})$  ili  $\log(1/\text{reflektiranost})$

Što je manja refleksija ili transparentnost površine, veća je vrijednost gustoće obojenja. U praksi je područje vrijednosti gustoće obojenja očekivano kod reflektivnog denzitometra 0.05-2.5, a kod transparentnog 0.05-3.5.

Svaki denzitometar ima ugrađenu grupu poznatih spektralnih krivulja ili poznatih funkcija, koje određuju osjetljivost instrumenta na svakoj valnoj dužini. Refleksija predstavlja funkciju valne dužine. Poznate krivulje su nazvane kao i filteri jer djeluju za odvajanje jedne boje od ostalih.

The American National Standards Institute (ANSI), odredio je grupe poznatih krivulja nazvanih ANSI status klasifikacije, za usklađivanje denzitometra prema određenim vrstama materijala u boji. Neki od najčešćih ANSI status klasifikacija (ovisno o funkciji refleksije ili transparentnosti) su:

- Status T (refleksni), koji se koristi za mjerenje materijala u umjetničkoj grafici, za probni otisak i konačnu reprodukciju
- Status E (refleksni), koristi se u Europi umjesto statusa T za mjerenje materijala u umjetničkoj grafici
- Status A (refleksni ili transparentni), koristi se za mjerenje fotografskih materijala u boji, kao što su fotografije i 35mm filmovi
- Status M (transparentni), koristi se za mjerenje negativ filma u boji

Primjena denzitometara je sljedeća:

- Mjere svjetla, tamna i srednja područja originala koja će biti reproducirana. Na taj način se određuje dinamičko područje slike (područje tonova), koji će se koristiti u procesu reprodukcije
- Mjere veličinu točkice i povećanje točkice u tisku na materijalima iz pripreme i na gotovom otisku
- Provjeravaju kvalitetu repromaterijala, kao što su boja, papir ili film, koji se koriste u procesu tiska
- Provjeravaju primljene probne otiske i osvijetljene filmove u tiskarama, da bi se utvrdilo da li materijali zadovoljavaju određene specifikacije i propisane standarde
- Utvrđuju greške nastale u tisku, kao što su neoštar otisak, dubliranje, itd. (58)

Kolorimetar je instrument za mjerenje boja, na način sličan ljudskom doživljaju boja. Većina kolorimetara prikazuje vrijednosti u jednom od CIE (Commission



Internationale de l'Eclairage) prostora boja: XYZ, LUV ili LAB. Jedna od najvažnijih prednosti kolorimetra je, da omogućava izračunavanje  $\Delta E$  razlike boja, na temelju razlike svjetline, krome i tona boje.

Iako je korištenje denzitometra dosta specifično, primjena kolorimetra je općenita i pokriva mnogo šire područje. Primjena kolorimetra je sljedeća:

- Za određivanje istovjetnosti boja repromaterijala, što je bitno kod naručivanja istog repromaterijala od različitih dobavljača
- Za memoriranje izmjerenih rezultata, kao podatka, koji se koristi u kontroli kvalitete. Istovjetnost boje se može na taj način pratiti kroz nekoliko poslova
- Omogućavaju brojčanu usporedbu i određivanje boje umjesto knjige uzoraka
- U fotografskom procesu se koriste za mjerenje svjetla koje osvjetljava objekt, i na temelju toga, za određivanje filtera za korekciju (59).

Spektrofotometar mjeri spektralnu informaciju i prikazuje ju u obliku spektralne krivulje. Spektralna informacija ne može biti pretvorena u tristimulusnu veličinu ili gustoću zacrnenja, ali većina spektrofotometara može izračunati i prikazati kolorimetrijsku ili denzitometrijsku informaciju. Sa tim informacijama, spektrofotometar može obaviti funkcije kolorimetra, denzitometra ili oboje.

Spektrofotometar radi na principu loma ulaznog svjetla u nekoliko zasebnih pojaseva. Svaki pojas je određeno područje vidljivog spektra i širina svake skupine, izražena u nanometrima, predstavlja njegovu širinu pojasa.

Spektrofotometri su uređaji varijabilne širine pojasa, jer je širina pojasa nešto veća u ljubičastoplavom području spektra, gdje je energija svjetla nedovoljna. Uređaj varijabilne širine izračunava vrijednost konstantne širine pojasa interpolacijom (izračunavanjem vrijednosti koja nedostaje iz izmjerene vrijednosti), ili korištenjem najveće širine pojasa kao širine pojasa instrumenta.

Spektrofotometri imaju široku primjenu:

- Spektrofotometar koji je dovoljno osjetljiv za otkrivanje malih promjena u intenzitetu svjetla i koji ima odgovarajuće filtere, kao što su status T i A, zove se i spektrodensitometar i može obavljati denzitometrijske funkcije
- Suvremeni spektrofotometri sadrže informacije o CIE standardnom promatraču, krivuljama spektralne emisije za mnoge standardne iluminatore i mikroracunalo za izračunavanje CIE tristimulusnih vrijednosti. Takvi spektrofotometri mogu obavljati sve kolorimetrijske funkcije
- Služe za otkrivanje metamerizma na temelju CIE koordinata, koje se mogu izračunati za boje pod različitim iluminatorima. Na taj se način može predvidjeti koji od iluminatora će dovesti do pojave metamerizma (60).

### 3.3.3.4 CIE LAB sustav boja

CIE sustav boja predstavlja sustave ujednačenog prostora boja, koji sadrže određene uvjete osvjetljavanja i promatranja boja. CIE sustav boja iz 1931. sadrži: standardnog promatrača, standardni izvor rasvjete i tristimulusne vrijednosti XYZ (61). Nedostaci CIE sustava iz 1931. godine su nemogućnost prikazivanja svojstva svjetline u dvodimenzionalnom prostoru, ovisnost položaja boje o izvoru svjetla i, isto tako, prostorne i vizualne udaljenosti nisu ujednačene. Zbog toga je 1976. godine, ovaj sustav transformiran u sustave boja CIE LUV i CIE LAB (62,63).

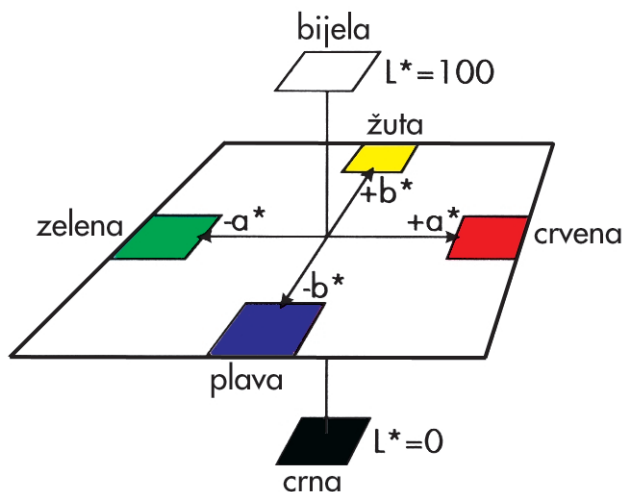
CIE LAB prostor boje predstavlja jedinstveni prostor boje u kome su prostorne i vizualne udaljenosti ujednačene. Druga prednost ovog prostora boje, u odnosu na ostale CIE prostore boja je ta, što je neovisan o uređajima i omogućava izračunavanje  $\Delta E$  razlike boja (64,65).

CIE LAB prostor boja definiran je pravokutnim koordinatama  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  koje se definiraju odnosom:

$$L^* = 116(Y/Y_n)^{1/3} - 16$$

$$a^* = 500[(X/X_n)^{1/3} - (Y/Y_n)^{1/3}]$$

$$b^* = 200[(Y/Y_n)^{1/3} - (Z/Z_n)^{1/3}]$$



Slika 14. - Shematski prikaz CIE LAB sustava boja

Ukupna razlika boja, prema CIE 1994. (66,67), definirana je matematičkim izrazom:

$$\Delta E^*_{94} = \sqrt{\left(\frac{\Delta L^*}{k_l S_l}\right)^2 + \left(\frac{\Delta C^*}{k_c S_c}\right)^2 + \left(\frac{\Delta H^*}{k_h S_h}\right)^2} \quad (68)$$

gdje je: Kroma ( $C_{ab}^*$ ) =  $(a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$       Kut tona ( $h_{ab}$ ) =  $\arctan(b^*/a^*)$   
 $S_l = 1$        $S_c = 1 + 0,045C_{ab}^*$        $S_h = 1 + 0,015C_{ab}^*$   
 $k_l, k_c, k_h$  su parametarski faktori čija vrijednost iznosi 1

2000. godine, matematički izraz CIE $\Delta E$ 1994 je doraden, i nazvan CIE $\Delta E$ 2000. Nova jednadžba razlike boja temelji se na izrazu CIE $\Delta E$ 1994. Ona, osim svjetline, krome i tona, uključuje različitosti između krome i tona, zbog poboljšanja prikazivanja boja u plavom dijelu spektra i faktor povećanja vrijednosti  $a^*$  koji utječe na poboljšanje sivih boja. Ukupna razlika boja prema CIE 2000., definirana je matematičkim izrazom:

$$\Delta E_{00} = \sqrt{\left(\frac{\Delta L'}{k_L S_L}\right)^2 + \left(\frac{\Delta C'}{k_C S_C}\right)^2 + \left(\frac{\Delta H'}{k_H S_H}\right)^2 + R_T \left(\frac{\Delta C'}{k_C S_C}\right) \left(\frac{\Delta H'}{k_H S_H}\right)} \quad (69)$$

gdje je:  $L' = L^*$

$$a' = (1+G)a^*$$

$$b' = b^*$$

$$C' = (a'^2 + b'^2)^{1/2}$$

$$h' = \arctan(b'/a')$$

$$G = 0.5 \left( 1 - \frac{\overline{C_{ab}^{*7}}}{\overline{C_{ab}^{*7}} + 25^7} \right)$$

gdje je  $\overline{C_{ab}^*}$  aritmetička sredina vrijednosti  $C_{ab}^*$  promatanih uzoraka

$$\Delta L' = L'_b - L'_u$$

$$\Delta C' = C'_b - C'_u$$

$$\Delta H' = 2 (C'_b C'_u)^{1/2} \sin\left(\frac{\Delta h'}{2}\right) \quad \text{gdje je } \Delta h' = h'_b - h'_u$$

$$S_L = 1 + \frac{0.015(\overline{L'} - 50)^2}{(20 + (\overline{L'} - 50)^2)^{1/2}}$$

$$S_C = 1 + 0.045\overline{C'}$$

$$S_H = 1 + 0.015\overline{C'} T$$

gdje je  $T = 1 - 0.17\cos(\overline{h'} - 30^\circ) + 0.24\cos(2\overline{h'}) + 0.32\cos(3\overline{h'} + 6^\circ) - 0.20\cos(4\overline{h'} - 63^\circ)$

$$R_T = -\sin(2\Delta\theta)R_C$$

$$\text{gdje je } \Delta\theta = 30\exp\{-[\overline{h'} - 275^\circ]/25\}^2 \quad R_C = 2 \left( \frac{\overline{C'}^7}{\overline{C'}^7 + 25^7} \right)^{1/2}$$

Dodatak matematičkom izrazu  $\Delta E^*_{94}$ , primjenjuje se kod izračunavanja boja samo na boje iz plavnog dijela spektra, što se odnosi na cijan i ljubičastoplavu boju. Ostale boje iz spektra, izračunavaju se bez dodatka.

Odstupanja boja vrednuju se prema sljedećim kriterijima (70):

- $\Delta E^* < 0.2$  izvrsno (vizualno se ne uočava odstupanje uzorka u odnosu na standard)
- $\Delta E^* 0.2-1.0$  vrlo dobro (vizualno uočljivo malo odstupanje uzorka u odnosu na standard)
- $\Delta E^* 1.0-3.0$  prihvatljivo (vizualno uočljivo veće odstupanje uzorka u odnosu na standard)
- $\Delta E^* 3.0-6.0$  još uvijek prihvatljivo (vizualno uočljivo veliko odstupanje uzorka u odnosu na standard)
- $\Delta E^* > 6.0$  neprihvatljivo (preveliko odstupanje uzorka u odnosu na standard)

### 3.3.3.5 Linearna regresija

Linearna regresija korištena je za izračunavanje odstupanja krivulja reprodukcije boja. Pošto krivulja reprodukcije tonova (slika 11.), u idealnom slučaju predstavlja pravac pod kutem od  $45^\circ$ , možemo je opisati jednadžbom pravca:

$y=kx+b$  gdje je koeficijent smjera  $k=\text{tg}\alpha$ , b odrezak na osi y.

Ako je očekivanje  $E(y/x) = f_1(x)$  varijable y pri kondicionalnoj distribuciji linearna funkcija od x, govorimo o linearnoj regresiji varijable y s obzirom na varijablu x (71). Kod linearne regresije varijable y, s obzirom na varijablu x, moguće je koeficijente k i b izraziti koeficijentom determinacije  $R^2$ . Koeficijent determinacije  $R^2$ , predstavlja kvadrat koeficijenta korelacije r. Koeficijent korelacije je mjera linearnosti dviju promatranih varijabli x i y, pa koeficijent determinacije možemo promatrati kao mjeru linearnosti. To znači da, ako je  $R^2 = 1$ , postoji linearna veza  $y=kx+b$ . Za vrijednost koeficijenta determinacije, općenito, možemo reći:  $0 \leq R^2 \leq 1$  i prikazati ga matematičkim izrazom:

$$R^2 = \frac{\mu_{11}^2}{s_1^2 s_2^2}$$

U navedenom izrazu  $\mu$  predstavlja mješoviti moment prvog reda,  $s_1$  disperziju podataka za X,  $s_2$  disperziju podataka za Y, gdje je:

$$\mu_{11}^2 = E[XY] - E[X] E[Y] \quad s_1^2 = E[X^2] - E^2[X] \quad s_2^2 = E[Y^2] - E^2[Y]$$

$$X = x_1, x_2, x_3, \dots, x_m$$

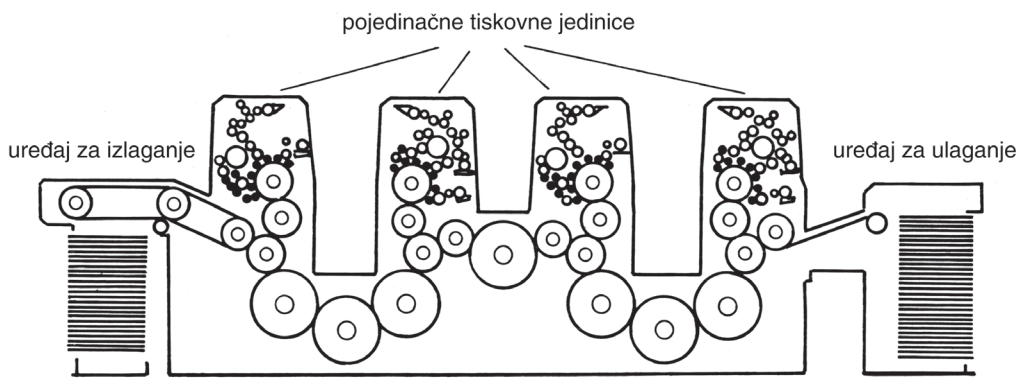
$$Y = y_1, y_2, y_3, \dots, y_n$$

$$\text{gdje je: } E[XY] = \sum_{i=1}^{m_1} \sum_{j=1}^{n_1} x_i y_j \frac{f(x_i, y_j)}{mn} \quad E[X] = \sum_{i=1}^{m_1} x_i \frac{f(x_i)}{m} \quad E[Y] = \sum_{j=1}^{n_1} y_j \frac{f(y_j)}{n}$$

### 3.3.4 TEHNIKE TISKA

#### 3.3.4.1 Ofsetni tisak

Ofsetni tisak je glavni predstavnik plošnog tiska. On pripada indirektnom tisku pošto se slika, sa tiskovne forme na tiskovnu podlogu, prenosi ofsetnim cilindrom. U drugoj polovici 20. stoljeća, istisnuo je tehnologiju visokog tiska koja je bila dominantna sve do tog vremena. Tehnologija ofsetnog tiska je danas najčešća tehnika tiska.



Slika 15. - Shematski prikaz ofsetnog stroja

**Osnovni principi i procesi ofsetnog tiska** - Kod ofsetnog tiska, tiskovne i slobodne površine, su praktički u istoj ravnini. Tiskovne površine na tiskovnoj ploči su oleofilne i hidrofobne (prihvataju boju, a odbijaju vodu). Slobodne površine na tiskovnoj ploči su hidrofилnog, pa prema tome, i donekle oleofobnog karaktera. Ovaj efekt se temelji na fizikalnim svojstvima kontaktnih površina (72).

Uređaj za vlaženje prekriva slobodne površine na tiskovnoj ploči sa tankim filmom otopine za vlaženje. Otopina za vlaženje (koja se sastoji od vode i dodataka), rasprostire se preko slobodnih površina. Da bi postigli dobro močenje površine, napetost površine se mora smanjiti na određenu mjeru dodatkom aditiva u otopinu za vlaženje. U krajnjim slučajevima, preveliko smanjenje napetosti površine otopine za vlaženje može rezultirati prevelikom emulzijom tiskarske boje i otopine za vlaženje, što može dovesti do odvajanja tiskovnih i slobodnih površina na ploči prilikom obojenja. Proces ofsetnog tiska ovisi o mnogim kemijskim i fizikalnim svojstvima materijala i komponentama koji su uključene u proces.

Parametri koji utječu na tiskovni proces su sljedeći:

- Utjecaj tiskovne ploče: napetost površine tiskovnih elemenata, napetost površine slobodnih elemenata, hrapavost površine (posebice slobodnih površina), kapilarno privlačenje, mikrostruktura slobodnih površina, vrsta materijala, metode proizvodnje u pripremi ofsetne ploče (mehaničko ili elektrolitičko hrapavljenje);

- Utjecaj valjaka za obojenje: karakteristike materijala kojim je valjak presvučen, napetost površine materijala kojim je valjak presvučen, hrapavost površine, viskozno-elastične karakteristike gumenih navlaka, koncentričnost kretanja;
- Utjecaj gumene navlake: napetost površine gumene navlake, hrapavost površine, kompresibilnost, svojstva prihvatanja i prijenosa boje, svojstva prijenosa rastertonskih vrijednosti, ispupčenje, tvrdoća, dimenzionalna stabilnost;
- Utjecaj tiskarske boje: napetost površine, napetost kontaktne površine u vezi s otopinom za vlaženje, reološka svojstva (viskoznost, itd.), temperaturna svojstva, svojstva emulzifikacije (apsorpcije otopine za vlaženje), sastav boje, svojstva sušenja;
- Utjecaj otopine za vlaženje: tvrdoća i čistoća vode, dodaci otopini za vlaženje (alkohol, pufer itd.), pH vrijednost, napetost površine, reološka svojstva;
- Utjecaj tiskovne podloge: svojstva sposobnosti otiskivanja (glatkoća, sposobnost upijanja i močenja), pH vrijednost podloge, karakteristike primjene (svojevito rastezanja, čupanja i kidanja);
- Utjecaj tiskarskog stroja (na kvalitetu tiska i stabilnost procesa): konstrukcija tiskovne jedinice (precizna, stabilna, vibraciono otporna itd.), konstrukcija uređaja za obojenje, konstrukcija uređaja za vlaženje (kontaktno vlaženje, beskontaktno vlaženje), kontrola temperature, brzina.

Ovaj kratak pregled pokazuje, da se tehnologija ofsetnog tiska treba promatrati kao sustav koji ovisi o mnogo parametara. Promjena samo jednog od ovih parametara, može trenutno djelovati na proces tiska. Ofsetni tisak je tehnologija, koja je jasno determinirana sa povezanim procesima, koji su i kemijske i fizikalne naravi (73).

Činjenica da homogene faze veoma malo utječu na ove procese, i da se češće koriste miješane faze (npr. voda u kojoj su dodane druge supstance), ili čak složene faze (npr. tiskarska boja, disperzija krutog i tekućeg sastava) čini razumljivim to, što različiti sastojci koji su dio ovih procesa, međusobno teško djeluju (74).

Kako bi se shvatio stvarni mehanizam prijenosa boje u ofsetnom tisku, treba se uzeti u obzir da se kontaktni tekući filmovi uvijek dijele kao dodatak procesu močenja. Zbog toga, ako u kontakt dođu film boje i film vode jedan s drugim, odlučujući faktor pri prijenosu boje nije onaj kod kojeg dolazi do odbijanja, već je to onaj kod kojeg dolazi do odjeljivanja poprečnog presjeka tekućine. Odjeljivanje ovisi u velikoj većini o koheziji filma tekućine. Ofsetne boje, u usporedbi s vodom, imaju viša svojstva kohezije, što znači da se odjeljivanje uvijek odigrava u filmu vode, a ne u filmu boje. Kako se uvijek odjeljuje film vode, svaki kontakt između tiskarske boje i vode ima za posljedicu to, da se voda zadržava na filmu boje (i prema tome također može penetrirati u boju pa se stvori emulzija). Koeficijent prostiranja odlučuje da li će se voda prostirati preko boje ili ne.

Da boja ne bi odbijala vodu, napetost kontaktne površine između boje i vode, ne smije biti premala. Istraživanja su pokazala, da napetost kontaktne površine primarno utječe na adsorpciju vode u površinu boje, dok udio emulgirane vode ovisi o koheziji boje (75).

**Tiskovne ploče** - Ploče koje se koriste u ofsetnom tisku su tanke (od 0,2 - 0,5 mm) i lagane za postavljanje na temeljni cilindar, a većina ih ima monometalnu (alumijsku) ili, u manjem broju slučajeva, polimetalnu, plastičnu ili papirnu konstrukciju. Aluminij već odavno prevladava među pločama baziranih na metalnoj osnovi, koje mogu biti još i od cinka i čelika. Potrebno hrapavljenje aluminijske površine, izvodi se mehanički mokrim ili suhim četkanjem ili se ploče hrapave elektrolitičkim procesima (anodizacija), odnosno, elektrokemijski naknadnom oksidacijom.

Nanos koji prima boju (svjetlo-osjetljivi sloj debljine 0,5-5 $\mu$ m) nanosi se na, površinski obrađenu, alumijsku foliju debljine 0,1-0,5mm. Ovaj materijal je najčešće fotoosjetljiva diazo smola. Svjetlo-osjetljive, diazo predoslojene aluminijske tiskovne ploče, su danas u tiskarama najzastupljenije ploče. Prijenos bojila postiže se putem različitih površinskih svojstava takvih ploča, nakon što su one osvjetljene i razvijene. Ostatak originalnog svjetlo-osjetljivog sloja, ili svjetlo-osjetljivi sloj koji se promijenio nakon djelovanja svjetla, su tiskovni (hidrofobni) elementi koji stvaraju sliku. Tanak sloj aluminij-oksida, koji se stvara anodnom oksidacijom materijala s alumijskom osnovom, je ustvari stabilna, slobodna (hidrofilna) površina sa naglašenom površinskom energijom. U procesiranju predoslojene ofsetne tiskovne ploče, osnovna zadaća leži u postizanju različitosti fizikalno-kemijskih svojstava koristeći dva osnovna koraka: osvjetljavanje i razvijanje. Kemijske promjene se pojavljuju kao rezultat penetracije fotoefektivnog svjetla (svjetlo valnih duljina 365-550nm), koji stvara svjetlo-osjetljivi sloj takvim, da različito reagira ovisno o njegovom tipu i strukturi.

Ako se svjetlo-osjetljivi sloj fotokemijski otvrdnjava, on postaje netopiv za razvijatelj na osvjetljenim mjestima, a ako se svjetlo-osjetljivi sloj fotokemijski otapa, u tom slučaju razvijatelj uklanja osvjetljeni svjetlo-osjetljivi sloj sa aluminijske osnove.

Ova dva različita procesa izrade tiskovne forme, zahtijevaju različita osvjetljavanja kako bi stvorili sliku, jer se koriste različite vrste filmova koji su unaprijed proizvedeni. Kod pozitivne izrade tiskovne forme i konvencionalne izrade tiskovne ploče, koristi se stranično neispravan pozitivski predložak kao original. Kopirni predložak transparentan je na mjestima budućih slobodnih površina, a zacrnjenjima pokriva buduće tiskovne površine.

Ako svjetlo padne na buduće slobodne površine tijekom osvjetljavanja, svjetlo-osjetljivi sloj postaje topiv, te razvijanjem rezultira otkrivanjem slobodnih površina tijekom procesa razvijanja.

U slučaju izrade negativskih tiskovnih ploča, film u negativu se koristi kao original, odnosno, tiskovni elementi na tiskovnoj formi podudaraju se sa prozirnim, svijetlim područjima sa filma. Svjetlo-osjetljivi sloj postaje topiv na mjestima budućih tiskovnih površina na tiskovnoj ploči uz pomoć svjetla, pa on ostaje na ploči nakon procesa razvijanja, što je suprotno od neosvijetljenih područja koja se uklanjaju. Razvijene ploče se zatim gumiraju, kako bi očuvale stvorene fizikalno-kemijske razlike tiskovnih i slobodnih površina.

### 3.3.4.2 Computer to postupci

Polazište kod ovih postupaka je računalo, a izlaz mogu biti tiskovna ploča, stroj ili papir. Dakle, postoje različite vrste ispisa, dok je računalo zajedničko polazište, koji obrađuje informaciju koja se upućuje na izlaznu jedinicu.

Computer to postupci omogućavaju različite razine integriranja pojedinih faza reprodukcije. Sve je sažeto u nekoliko faza, koje su upravljane računalom.

**Computer to Plate** - Ovaj postupak, temelji se na ispisu tiskovne forme bez filma, uglavnom, i bez kemijskih postupaka. Prednosti su skraćivanje reprodukcijanskog procesa, u odnosu na klasičan ofset s vlaženjem.

Postoji mnogo različitih sustava, ali se većinom svode na argonski ionski laser i termalni laser valne duljine 830 nm.

Cjelokupna informacija o slici se priprema i integrira u računalo (pripremljena informacija iz računala se upućuje na izlaznu jedinicu). Izlazna jedinica ispisuje dobivenu informaciju na ploču laserskom zrakom.

Postoji nekoliko sustava ispisa kao cjelina:

- elektrostatički postupci,
- postupci na bazi srebrnih soli,
- postupci na bazi fotopolimera.
- Elektrostatički postupci - Slični su laserskim pisačima. Mogući su ispisi većih formata na tanku metalnu foliju, ili na poliestersku foliju, a ne na papir.
- Postupci na bazi srebrnih soli - Ploče djeluju slično kao filmovi i mogu se obrađivati u istim uređajima za filmove.
- Postupci na bazi fotopolimera - Tiskovne forme su na bazi sintetskih slojeva, a podloga je aluminijska.

**Computer to Press** - Tiskovna forma se generira iz računala na posebnim pločama u samom tiskarskom stroju. Ovaj postupak koristi tiskovne forme za bezvodni ofset. Koriste se posebne ploče, sustav vlaženja je uklonjen i umjesto njega je stavljen uređaj za generiranje slike. U postupku pripreme cilindri se okreću, dok glava ispisuje na ploči informaciju iz RIP-a.



Ploča se ispisuje pomoću laserske glave - ploče su aluminijske, oslojene sa silikonskim oleofobnim slojevima, senzibiliziranim na laserskom zračenju (termalni postupci - emitira se na valnoj duljini od 830 nm) - ploče nisu osjetljive na svjetlo, već na toplinu.

Tim načinima se dobivaju tiskovne forme za bezvodni ofset. Prednost ovog postupka je, da se mogu istovremeno raditi sve četiri tiskovne forme. Prilikom pripreme tiskovne forme podešava se registar i odmah se može tiskati. Tehnologija se naziva i DI (direct imaging) - izravno oslikavanje, generiranje. Tiskovne forme daju 40.000-60.000 otisaka, ali se javlja problem vezan uz rezoluciju, kod ploča koje se ispisuju s visokonaponskim elektrodama - moguća linijatura rastera je do 40 lin/cm (76,77).

### 3.3.4.3 Digitalni tisak

Digitalni tisak je najnoviji tehnološki proces tiska koji predstavlja otiskivanje isključivo na osnovu podataka iz računala. To znači, da se ne koristi film ili neki drugi predložak pri izradi tiskovne forme. Tiskovna forma je latentna ili se stvarno izrađuje u samom stroju direktno iz podataka napravljenih tijekom pripreme. Najčešće se koriste tri sljedeće tehnike za ovu vrstu tiska:

- Elektrofotografija - U kojoj se latentna tiskovna forma izrađuje na cilindru. Cilindar se prvo elektrostatski nabija, a zatim se laserom izrađuje nova latentna tiskovna forma za svaki otisak. Ona privlači tekući ili suhi toner. Nakon prijenosa toner se mehanički, kemijskom reakcijom ili toplinom fiksira na tiskovnim površinama papira.

- Ink-jet - Gdje se tekuća boja direktno štrca na tiskovnu podlogu

- Digitalno-ofsetna - Koristi Computer to Plate uređaj za stvaranje forme na tiskovnoj ploči u stroju, i onda uobičajenim ofsetnim postupkom daje otisak.

Digitalni strojevi omogućili su velike pomake u tisku. Pojavili su se devedesetih godina, i od tada se razvijaju vrlo brzo. Paralelno s njima, razvijaju se boje i pigmenti koji se koriste u ovoj vrsti tiska.

**Indigo E-PRINT** - Je digitalni tiskarski stroj koji koristi princip elektrofotografije za izradu latentne tiskovne forme, a zatim ofsetnu tehniku i tekuće bojilo za tisak. Time se pokušalo primjeniti najpovoljnija svojstva dvaju tehnika tiska.

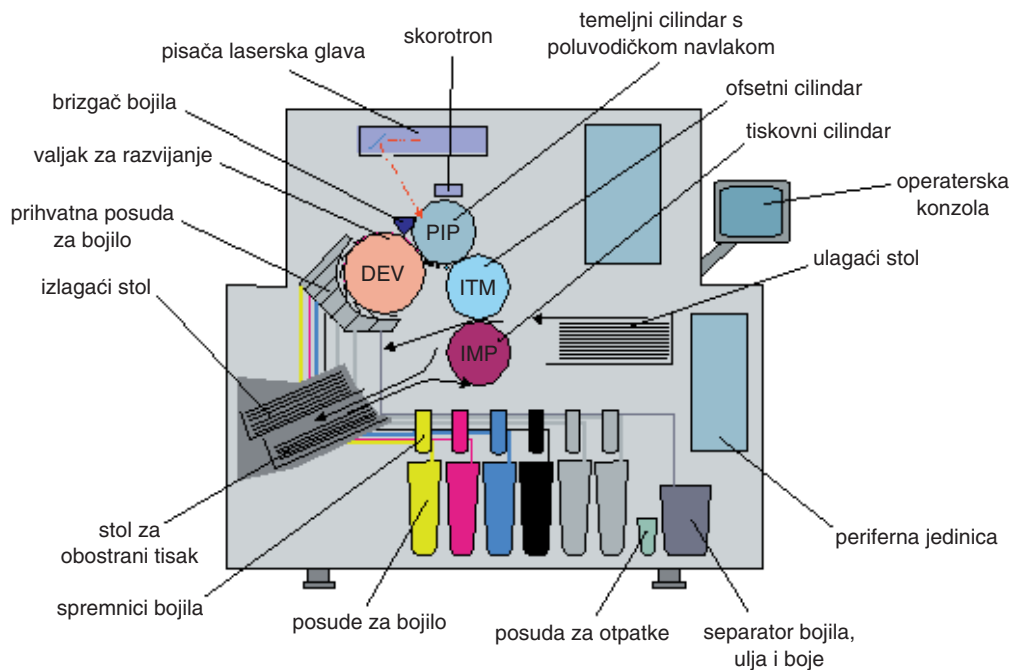
**Unos podataka** - Priprema podataka radi se u standardnim DTP programima (FreeHand, Corel Draw, PageMaker, Adobe Illustrator, QuarkPress...) koji se zapisuju u PostScript formatu. Separacija boja se radi u samom stroju. Prijenos podataka može se obaviti pomoću: LAN-a (Local Area Network), MOD-a (Magnetic Optical Disc) i exabytom.

PostScript zapis se procesira na RIP-u, rastrira se i prevodi u oblik čitljiv za digitalni stroj. Za svaku pojedinu boju se izrađuje bit-mapa podataka koje pred-

stavljaju izgled buduće otisnute slike. Ovakav rastrirani oblik prenosi se u slikovnu memoriju. Tako pohranjeni podaci daju upute laseru, na koji način stvarati sliku na temeljnom cilindru. Za svaku pojedinu točku od 350 milijuna postojećih, smještenih na pokrovnoj foliji cilindra, bit-mapa daje informaciju da li točkiću osvijetliti ili ne. Operater kontrolira rad stroja koristeći isto računalo na kojem se nalaze programi za rastriranje. Tako rastrirani podaci se zatim otiskuju.

**Tiskovna jedinica** sastoji se od:

- Temelnog cilindra, koji je presvučen s PIP (Photo Imaging Plate); razvijačkog uređaja, koji svojim nabojem sakuplja višak boje s temeljnog cilindra; povratnih valjaka (elektrostatički nabijenih) za sakupljanje eventualno zaostale boje sa slobodnih površina temeljnog cilindra električkim silama; valjaka koji na temeljnom cilindru mehanički poravnavaju nanešeni sloj boje; uređaja za nanošenje boje i uređaja koji elektrostatički nabija temeljni cilindar.
- Ofsetnog, prijenosnog cilindra, koji prenosi sliku na tiskovnu podlogu; lampe za zagrijavanje gumene navlake ofsetnog cilindra
- Tiskovnog cilindra, koji tokom otiskivanja na sebi nosi tiskovnu podlogu.



Slika 16. - Shematski prikaz stroja digitalnog tiska Indigo E print 1000+

**Proces tiska** - Preko temeljnog cilindra navučena je PIP folija. Valjak na početku svoje rotacije nailazi na skorotron, uređaj koji elektrostatički nabija cijelu površinu cilindra na -750V. Laserska glava zatim, liniju po liniju, osvjetljava PIP i stvara se latentna forma. Pri tome se elektrostatički naboj izbija na mjestima gdje je prošao laser, no ne u potpunosti nego do potencijala od -100V. Tako, mjesta nižeg potencijala predstavljaju tiskovne, a višeg slobodne površine.

Do temeljnog cilindra, ne dotičući ga, nalazi se razvijački bubanj, koji rotira u suprotnom smjeru od temeljnog cilindra. Njegova je površina nabijena na -400V, a uloga mu je uklanjanje boje sa slobodnih površina. Mlaznica nanosi negativno nabijenu boju u prostor između temeljnog cilindra i razvijačkog bubnja, te se ona prihvaća na PIP. Osvijetljeni dijelovi prihvaćaju boju, dok neosvijetljeni ostaju slobodni.

Razvijački uređaj svojim nabojem (-400V) sa slobodnih površina (-750V) privlači boju na sebe. Tiskovne površine na PIP-u nabojem (-100V) ostaju obojene. Cijeli prijenos događa se zbog razlike potencijala temeljnog i razvijačkog bubnja. Nanešena boja prekriva tiskovne, ali i mali dio slobodnih površina. Ako bi do otiskivanja došlo bez uklanjanja suviška bojila, pojavilo bi se toniranje.

Za skidanje boje sa rubova tiskovnih elemenata, služe povratni valjci. Elektrostatički su nabijeni i na taj način, zbog razlike potencijala (nabijeni su na -250V), ostaci boje se sa slobodnih površina skidaju, te se dobivaju oštre konture. Nakon njih valjak za poravnavanje mehanički poravnava nanešeni sloj boje. Taj valjak nije elektrostatički nabijen. Na ovom sustavu valjaka iz boje se uklanja slikovno ulje, ali ne u potpunosti.

Kao zadnja u nizu dolazi PTE žarulja (Pre-Transfere Erase), koja ima za zadatak neutralizirati preostali naboj. Slika se tada prenosi na gumenu navlaku ofsetnog cilindra.

Temeljni cilindar daljnjom rotacijom nailazi na jedinicu za čišćenje. Ona se sastoji od spužvastog valjka i valjka za cijedenje. Spužvasti valjak prislonjen je uz bubanj i skida svu zaostalu boju i ulje. Pritisni valjak je naslonjen na njega i cijedi ga.

Nakon završnog čišćenja temeljni cilindar je spreman za ponovno nabijanje.

Pored razvijačkog bubnja, na strani temeljnog cilindra nalaze se noževi za skidanje boje. Svaka boja ima svoj nož brisač. Oni se uključuju automatski kod početka nanošenja mlaznice. Nož konstantno struže bubanj i skida zaostalu boju. Sva skinuta boja odlazi u posudu za sabiranje. Ona sadrži sedam zasebnih komora koje se nalaze točno ispod noževa. Boja se isušuje i odlazi u odgovarajući spremnik. Boja skinuta nožem odvodi se u separator, isušuje se i odvaja.

Ostaci boje i ulja sa noža, jedinice za čišćenje i povratnih valjaka odlaze u separator. Ulje se tamo pročišćava i vraća u spremnik, a nečistoće nastale odvajanjem (čestice boje) se bacaju.

Temeljni i prijenosni cilindar su u stalnom laganom kontaktu. Na prijenosnom cilindru se nalazi gumena navlaka. Ona se tijekom tiska zagrijava ITM (Intermediate Transfer Media) lampom na oko 140°C. Nailaskom slike stvorene na temeljnom cilindru, boja se, privučena pozitivnim nabojem gumene navlake

(+500V) prenosi na nju. Budući da je navlaka zagrijana, mijenja se viskozitet boje i ona poprima pastozni oblik. Guma tada dolazi u kontakt s papirom i boja se tako prenosi i fiksira na papirnu podlogu, koja je, u međuvremenu, uložena u stroj. Specifična svojstva boje omogućavaju njezino potpuno prenošenje sa cilindra na papir.

Zbog visoke temperature u stroju, tijekom otiskivanja može doći, do manjih problema. Vlaga iz arka može djelomično ispariti, pa on tada u manjoj mjeri mijenja dimenzije. To se događa kod otiskivanja prve separacije (žuta boja). Do sljedećeg otiskivanja arak se dimenzionalno stabilizira, no ipak, ovakva pojava može uzrokovati greške u tisku.

Prijenosom boje na papir završava otiskivanje, no cijeli se postupak ponavlja za sljedeću boju. Papirna podloga ostaje na temeljnom cilindru sve dok nisu otisnute sve predviđene boje. Nakon toga, otisak se izlaže na policu za izlaganje ili, ako je u planu obostrano otiskivanje, na policu za obostrano otiskivanje, te ponovo dolazi na temeljni cilindar. Poslije ponovnog obostranog otiska izlaže se na policu za izlaganje (78).

#### **3.3.4.4 Usporedba konvencionalnog ofsetnog i digitalnog tiska**

Pri odabiru tiskarske tehnologije, prvenstveno treba voditi računa o nakladi. Konvencionalni ofsetni tisak isplativiji je za velike naklade, dok je digitalni tisak pogodniji za otiskivanje manjih naklada. Upravo je tehnologija uzrok ove razlike.

**Priprema za tisak** - Snimljeni podaci za ofsetni tisak, osvjetljavaju se na film koji služi kao predložak za izradu tiskovne forme. Za izradu tiskovne forme također je potrebno snimanje i razvijanje. Za svaku boju snima se poseban film i izrađuje posebna tiskovna forma (79). Takva ploča stavlja se na temeljni cilindar.

Kod digitalnog tiska ove faze nisu potrebne. Prijenos podataka obavlja se direktno s računala. Nije potreban film kao predložak za izradu tiskovne forme. Rastriranje slika i separacija boja obavlja se u samom stroju, te takvi podaci vode laser za oslikavanje tiskovnog cilindra (80).

**Tiskovne jedinice** - Tiskovni cilindar prihvaća uloženi papir i ne ispušta ga sve dok boje nisu otisnute. On je sastavni dio tiskovne jedinice i njegov je promjer jednak promjerima ofsetnog i temeljnog cilindra. Temeljni cilindar oslikava se laserom, te se pri tome električki izbija. Slobodne i tiskovne površine razlikuju se u električkom potencijalu. Tiskovne površine su manjeg, a slobodne većeg potencijala. Nakon što je boja nanešena preko prijenosnog cilindra s gumenom navlakom, dolazi do papira i na njemu se učvršćuje. Pri svakom okretu, temeljni cilindar se ponovno nabija i izbija, pa se na taj način mogu dobiti u svakom okretu različite slike. Boja je smještena u spremištima i pumpama dolazi do

temeljnog cilindra. Dovod otisnute boje automatski se prekida i osigurava dotok druge koja treba biti otisnuta. Na taj način sena samo jednoj tiskovnoj jedinici dobija četverbojni obostrani otisak.

Kod konvencionalnih ofsetnih strojeva, jednako kao i kod digitalnih, cilindri su istog promjera. Različiti promjeri valjaka bi uzrokovali deformaciju otisaka. Razlika je u tome što je za dobivanje četverbojnog obostranog otiska, jednim ulaskom tiskovne podloge u stroj, potrebno osam tiskovnih jedinica koje otiskuju četiri boje na jednoj i četiri na drugoj strani. Ukoliko se raspolože sa strojem manjeg broja tiskovnih jedinica neizbježno je višekratno ulaganje istog ulagaćeg kupa u stroj. Svaka od jedinica klasičnog je ofsetnog izgleda. Svaka sadrži jedinicu za vlaženje i jedinicu za bojenje.

Princip otiskivanja u konvencionalnom ofsetom tisku, svodi se na razliku u fizikalno-kemijskim svojstvima tiskovne forme. Tiskovne površine na sebi zadržavaju masnu boju i ne prihvaćaju otopinu za vlaženje, dok se slobodne površine njome moče. Pri otiskivanju, tiskovna forma prvo nailazi na jedinicu za vlaženje, pa onda na jedinicu za bojenje. Na tiskovnoj formi dolazi, u manjoj mjeri bez obzira na kemijska svojstva površine, do mješanja boje i otopine za vlaženje. Uravnoteženost tih dviju komponenti daje dobar otisak.

Digitalni strojevi, zbog malih naklada koje tiskaju, ne posjeduju uređaj za kontrolu temperature tiskovne jedinice.

Povišenje temperature temeljnog cilindra kod ofsetnog tiska, dovodi do promjene viskoziteta boje, a time i do problema u tisku. Kod njega dolazi zbog trenja između valjaka. Za kontrolu služe sustavi za kontrolu temperature. Najčešći se koristi sustav, gdje se kroz cijevi do šupljih valjaka, koji su sastavni dio jedinice za bojenje, dovodi tekućina za hlađenje. Zadatak te tekućine je odvođenje topline koja je nastala kao posljedica trenja. Sustav tiskovnu jedinicu održava na konstantnoj temperaturi tijekom cijelog procesa otiskivanja.

Takav sustav ne postoji u digitalnim strojevima, jer je dokazano da za tisak manjeg broja araka temperatura ne predstavlja problem.

Razvojem tehnologije, ujednačuje se kvaliteta otisaka konvencionalnog ofsetnog i digitalnog tiska.

Digitalni strojevi tiskaju male formate, dok kod konvencionalnih ofsetnih strojeva takvo ograničenje ne postoji. Isto tako ofsetni strojevi tiskaju na gotovo svim tiskovnim podlogama, dok je raspon tiskovnih podloga digitalnih strojeva relativno ograničen.

## 4. EKSPERIMENTALNI DIO

### 4.1 PRISTUP PROBLEMU

Svrha istraživanja ovog rada je postizanje objektivne reprodukcije s obzirom na grupirane originale koji su snimljeni različitim tehnološkim sustavima i reproducirani postojećim tehnikama tiska na različitim podlogama. Objektivna reprodukcija podrazumijeva "spektralno identične" rezultate originala i otiska što je u praksi teško provedivo. Ideja objektivnosti reprodukcije je da original i reprodukcija izgledaju koliko je moguće približno isto pod određenim svjetlosnim uvjetima promatranja.

Glavni problem odstupanja reprodukcije u odnosu na original predstavlja smanjenje opsega reproduciranih boja. Ostali faktori koji uvjetuju kvalitetu tj. objektivnost reprodukcije primarno zavise o vrsti i karakteristikama podloge i boje, tehnološkim sustavima snimanja originala, karakteristikama originala, mogućnostima tiskarske tehnologije, uvjetima tiska i parametrima separacije boja za tisak.

Odstupanja nastala u reproduksijskom procesu moguće je pratiti kontrolnim stripovima reprodukcijama pojedinih boja, kao i stepenastim klinom za kontrolu tonskih vrijednosti. Istraživanja nastalih odstupanja pojedinih boja reprodukcije u radu su prikazana u CIELAB sustavu boja, a promjene boja primjenom  $\Delta E_{94}^*$  i  $\Delta E_{00}$  matematskog izraza razlike boja. Odstupanje tonskih vrijednosti reprodukcija prikazano krivuljama reprodukcije, a analizirano primjenom linearne regresije.

### 4.2 KORIŠTENI MATERIJALI I UREĐAJI

Za snimanje originala su korišteni sljedeći uređaji:

- digitalni fotoaparat CANON POWER SHOT A 20
- klasični fotoaparat NIKON F90X i film FUJI PROVIA 100ASA 35mm DIA
- plošni skener TOPAZ II Heidelberg

Skeniranje originala i obrada digitalnih podataka rađena je na računalu Power Macintosh G4 u programu Photoshop 6.0.

Otiskivanje digitalnim tiskom amplitudno moduliranim rasterom je provedeno na INDIGO PRO+ stroju za digitalni tisak.

Za osvjetljavanje filmova separiranih boja korišten je CREO SCITEX Dolev 800V<sup>2</sup> osvjetljivač. Otiskivanje ofsetnim tiskom je provedeno na četverbojnom tiskarskom stroju Heidelberg Speedmaster 102B, formata stroja B1.

Za digitalni tisak su korišteni: bijeli premazani papir - Sappy, gramature 250g/m<sup>2</sup>; bijeli nepremazani papir - Havanna bijela, gramature 200g/m<sup>2</sup>; žuti nepre-

mazani papir - Havanna žuta, gramature 200g/m<sup>2</sup>. Proizvođač papira je Buttenpapierfabrik Gmund, Gmund am Tegernsee, Deutschland.

Za ofsetni tisak su korišteni: bijeli premazani papir - EuroArt Gloss, gramature 115g/m<sup>2</sup>, proizvođača M-Real Corporation, Deutschland; bijeli nepremazani papir - Euro Art Matt, gramature 115g/m<sup>2</sup>, proizvođača M-Real Corporation, Deutschland; žuti nepremazani papir - Velours 18-Ivory (voluminozni papir sa koeficijentom voluminoznosti 1.8), gramature 80g/m<sup>2</sup>, proizvođača Papeteries Matusstere & Forest, France.

Za instrumentalno mjerenje je korišten X-Rite Color Digital Swatchbook spektrofotometar.

### 4.3 METODE RADA

Standardi (slike) su umjetnička djela rađena u tehnici ulja na platnu veličine 29x23cm. Istraživana su tri umjetnička djela od kojih je svaki iz jednog vizualno predodžbenog sustava: tonkog, svjetlo sjena i kolorističkog koji po svojim formalnim karakteristikama pripadaju navedenim sustavima vizualne predodžbe.

Slike su snimljene digitalnim fotoaparatom, klasičnim fotoaparatom i direktno skenirane. Dobiveni podaci otisnuti su na bijelom premazanom papiru, bijelom nepremazanom papiru i žutom nepremazanom papiru digitalnim tiskom amplitudno moduliranim (AM) rasterom i ofsetnim tiskom amplitudno moduliranim (AM) i frekventno moduliranim (FM) rasterom.

#### 4.3.1 Izbor metoda snimanja originala, obrade slika i tehnika tiska

Snimanje klasičnim fotoaparatom i digitalnim fotoaparatom provedeno je pri dnevnoj rasvjeti.

Originali su snimljeni NIKON F90X klasičnim fotoaparatom. Film koji je korišten za snimanje je FUJI PROVIA 100ASA 35mm DIA. Kemizam obrade filma bio je E-6. Kemijski obraden film skeniran je na TOPAZ II Heidelberg plošnom skeneru. Frekvencija skeniranja izračunata je na temelju izraza:

$$F_{\text{skeniranja}} = F \times \text{faktor uvećanja} \times F_{\text{rastriranja}}, \text{ gdje je } F=2$$

$$F_{\text{skeniranja}} = 2 \times 5 \times 60 = 600\text{dcm}^{-1}(1500\text{dpi})$$

Faktor uvećanja izračunat je na temelju povećanja (35mm film povećan je na 180mm format reprodukcije), a frekvencija rastriranja u tisku amplitudno moduliranim rasterom je 60lin/cm.

Na taj način su dobiveni podaci o originalu tehnološkim sustavom snimanja klasičnim fotoaparatom.

Originali su istovremeno snimljeni digitalnim fotoaparatom CANON POWER SHOT A 20 rezolucijom 1200x1600 piksela što čini digitalne podatke o originalu tehnološkim sustavom snimanja digitalnim aparatom.

Direktno skeniranje originala provedeno je na TOPAZ II Heidelberg plošnom skeneru rezolucijom skeniranja:

$$F_{\text{skeniranja}} = 2 \times 0.8 \times 60 = 96\text{dcm}^{-1}(255\text{dpi})$$

Dobiveni podaci predstavljaju tehnološki sustav skeniranja.

Uz originale je istovremeno snimljen i GEVAERT Macbeth kontrolni strip na kome se nalaze polja primarnih i sekundarnih boja i crna boja kao i sivi klin. Sve promjene u reprodukcijском procesu dešavale su se istovremeno pod jednakim uvjetima na slikama i kontrolnom stripu.

Dobiveni digitalni podaci tehnoloških sustava snimanja u RGB sustavu boja prevedeni su u CMYK sustav boja koji se koristi u tisku, pri čemu je crna boja separirana GCR metodom. Na slikama kolorističkog i svjetla sjena sustava provedene su minimalne korekcije kontrasta i saturacije boja što je preduvjet za dobivanje objektivne reprodukcije ovih vizualno predodžbenih sustava objašnjenih u poglavlju 3.1.4. i 3.3.2. Na slikama tonskog sustava nisu provedene korekcije.

Digitalni podaci otisnuti su digitalnim tiskom AM rasterom na uređaju INDIGO PRO+ rezolucijom rastriranja 870dpi.

Na temelju dobivenih digitalnih podataka izrađeni su filmovi separiranih boja za ofsetni tisak sa AM rasterom 60lin/cm i FM rasterom veličine rasterske točkice 20 $\mu\text{m}$ . Pomoću filmova izrađene su ofsetne ploče formata 100x70mm posebno za AM, a posebno za FM raster. Reprodukcije su otisnute na uređaju Heidelberg Speedmaster 102B, formata stroja B1.

Navedenim reprodukcijским procesom dobivene su reprodukcije svakog pojedinog originala sa tri tehnološka sustava snimanja na tri vrste papira sa tri tehnološka sustava tiska. U daljnjem radu je istraživana međuzavisnost navedenih parametara koja teži objektivnoj reprodukciji.

#### **4.3.2 Odabir metoda za procjenu objektivnosti reprodukcija**

Da bi se ocjenila objektivnost reprodukcija u odnosu na original, provedeno istraživanje podijeljeno je metodološki u dvije cjeline:

- vizualno ocjenjivanje
- instrumentalno mjerenje

Kod vizualnog ocjenjivanja su originali uspoređivani sa uzorcima. Kod instrumentalnog mjerenja kao standard je korišten GEVAERT Macbeth kontrolni strip. Otisnute reprodukcije korištene se kao uzorci u daljnjem istraživanju.

##### **4.3.2.1 Vizualno ocjenjivanje**

Cilj vizualnog ocjenjivanja bio je utvrditi najmanje odstupanje uzoraka u odnosu na original.



Za vizualno ocjenjivanje, kao promatrači odabrane su osobe sa iskustvom iz područja likovnosti u dobi od 30-50 godina, ukupno 50 osoba. Vizualno ocjenjivanje provedeno je prema uvjetima koje propisuje ISO 3664 standard (81). Izvor svjetla koji je korišten u istraživanju bio je  $D_{65}$ , luminacija kabine određene Minoltom CS-100 iznosila je  $Y=380\text{cd/m}$ , vizualni kut promatranja bio je  $45^\circ$  (geometrija 0/45) na neutralno sivoj podlozi. Refleksija sive podloge na kojoj su uspoređivani uzorci iznosila je 14-15%, a izmjerena je X-Rite Color Digital Swatchbook spektrofotometrom. Ispitivano je 27 uzoraka tonskog, svjetlo sje-na i kolorističkog sustava vizualne predodžbe, ukupno 81 uzorak. Promatrači su odstupanja uzoraka u odnosu na original trebali definirati prema priloženim kriterijima:

- izvrsno (vizualno se ne uočavaju razlike uzorka u odnosu na original)
- vrlo dobro (vizualno uočljive male razlike uzorka u odnosu na original)
- prihvatljivo (vizualno uočljive veće razlike uzorka u odnosu na original)
- još uvijek prihvatljivo (vizualno uočljive velike razlike uzorka u odnosu na original)
- neprihvatljivo (vizualno znatno uočljive razlike uzorka u odnosu na original)

Dobiveni rezultati vizualnog ocjenjivanja dati su u tablicama 2, 14., i 26.

#### **4.3.2.2 Instrumentalno mjerenje**

Standard i uzorci izmjereni su sa X-RiteColor Swatchbook spektrofotometrom u intervalima po 10nm. Otvor spektrofotometra iznosio je 5mm. Mjeren je faktor refleksije polja cijan, magente, žute, zelene, crvene i ljubičastoplave boje i polja tonskih vrijednosti 10%-100% na sklali sivog klina. Geometrija mjerenja bila je 0/45. Svaki uzorak mjeren je na tri mjesta i kao rezultat mjerenja korištena je srednja vrijednost (82).

Mjerenjem su dobivene vrijednosti  $L^*$ ,  $a^*$  i  $b^*$  standarda i uzoraka. Na temelju tih vrijednosti izračunate su vrijednosti  $C^*$  i  $h$  (poglavlje 3.3.3.4) (83). Promjena u kromatskim vrijednostima svakog pojedinog uzorka u odnosu na standard prikazana je vrijednostima  $\Delta L^*$ ,  $\Delta C^*$  i  $\Delta H^*$ , na temelju čega je primjenom matematskog izraza  $\Delta E_{94}^*$  i  $\Delta E_{00}$  izračunata razlika boja svakog pojedinog uzorka u odnosu na standard. Dobiveni rezultati prikazani su histogramima.

Na temelju izmjerenih vrijednosti gustoća obojenja pojedinih boja na stepenas-tom sivom klinu konstruirane su krivulje reprodukcije boja i izračunati su koeficijenti smjera  $k$  i koeficijenti determinacije  $R^2$  prikazani na slikama.

## 5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Tablica 1. - Sistematizacija uzoraka tonskog sustava vizualne predodžbe

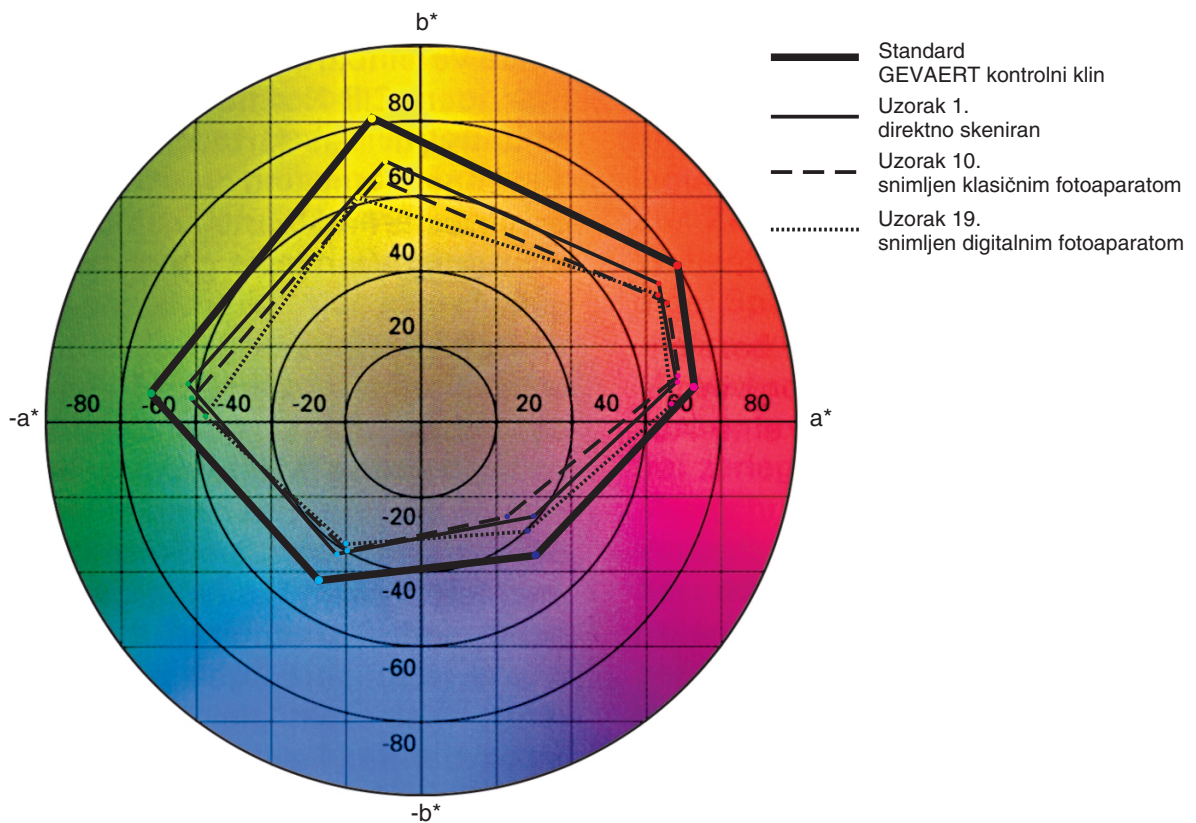
Uzorak	Tehnološki sustav snimanja	Podloga	Tehnika tiska
Uzorak 1.	Skeniranje	Bijeli glatki papir	Digitalni tisak AM raster
Uzorak 2.	Skeniranje	Bijeli mat papir	Digitalni tisak AM raster
Uzorak 3.	Skeniranje	Žuti mat papir	Digitalni tisak AM raster
Uzorak 4.	Skeniranje	Bijeli glatki papir	Ofsetni tisak AM raster
Uzorak 5.	Skeniranje	Bijeli mat papir	Ofsetni tisak AM raster
Uzorak 6.	Skeniranje	Žuti mat papir	Ofsetni tisak AM raster
Uzorak 7.	Skeniranje	Bijeli glatki papir	Ofsetni tisak FM raster
Uzorak 8.	Skeniranje	Bijeli mat papir	Ofsetni tisak FM raster
Uzorak 9.	Skeniranje	Žuti mat papir	Ofsetni tisak FM raster
Uzorak 10.	Snimljeno klasičnim fotoaparatom	Bijeli glatki papir	Digitalni tisak AM raster
Uzorak 11.	Snimljeno klasičnim fotoaparatom	Bijeli mat papir	Digitalni tisak AM raster
Uzorak 12.	Snimljeno klasičnim fotoaparatom	Žuti mat papir	Digitalni tisak AM raster
Uzorak 13.	Snimljeno klasičnim fotoaparatom	Bijeli glatki papir	Ofsetni tisak AM raster
Uzorak 14.	Snimljeno klasičnim fotoaparatom	Bijeli mat papir	Ofsetni tisak AM raster
Uzorak 15.	Snimljeno klasičnim fotoaparatom	Žuti mat papir	Ofsetni tisak AM raster
Uzorak 16.	Snimljeno klasičnim fotoaparatom	Bijeli glatki papir	Ofsetni tisak FM raster
Uzorak 17.	Snimljeno klasičnim fotoaparatom	Bijeli mat papir	Ofsetni tisak FM raster
Uzorak 18.	Snimljeno klasičnim fotoaparatom	Žuti mat papir	Ofsetni tisak FM raster
Uzorak 19.	Snimljeno digitalnim fotoaparatom	Bijeli glatki papir	Digitalni tisak AM raster
Uzorak 20.	Snimljeno digitalnim fotoaparatom	Bijeli mat papir	Digitalni tisak AM raster
Uzorak 21.	Snimljeno digitalnim fotoaparatom	Žuti mat papir	Digitalni tisak AM raster
Uzorak 22.	Snimljeno digitalnim fotoaparatom	Bijeli glatki papir	Ofsetni tisak AM raster
Uzorak 23.	Snimljeno digitalnim fotoaparatom	Bijeli mat papir	Ofsetni tisak AM raster
Uzorak 24.	Snimljeno digitalnim fotoaparatom	Žuti mat papir	Ofsetni tisak AM raster
Uzorak 25.	Snimljeno digitalnim fotoaparatom	Bijeli glatki papir	Ofsetni tisak FM raster
Uzorak 26.	Snimljeno digitalnim fotoaparatom	Bijeli mat papir	Ofsetni tisak FM raster
Uzorak 27.	Snimljeno digitalnim fotoaparatom	Žuti mat papir	Ofsetni tisak FM raster

Tablica 2. - Rezultati vizualne procjene promatrača uzoraka tonskog sustava vizualne predodžbe

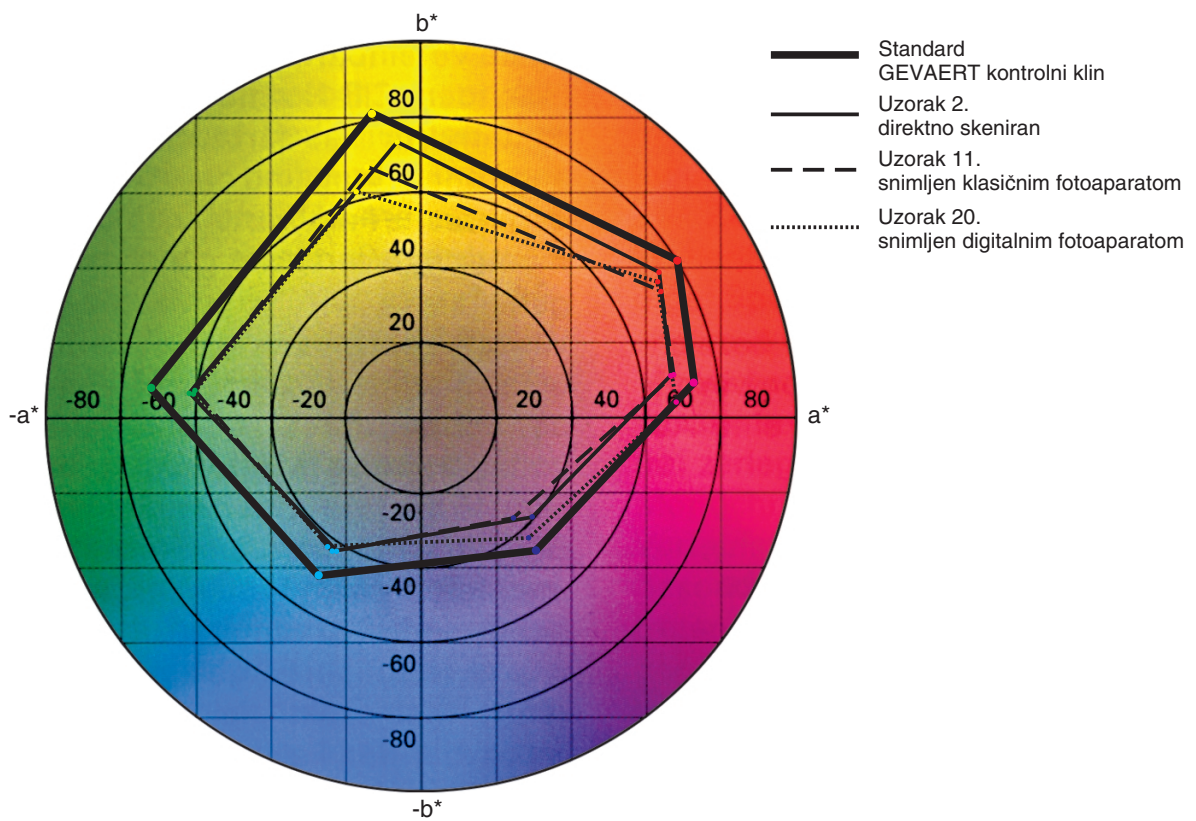
Uzorak	Tehnološki sustav snimanja	Podloga	Tehnika tiska	Ocjene vizualne procjene promatrača
Uzorak 1.	Skeniranje	Bijeli gl. papir	Digitalni, AM raster	vrlo dobro
Uzorak 2.	Skeniranje	Bijeli mat papir	Digitalni, AM raster	vrlo dobro
Uzorak 3.	Skeniranje	Žuti mat papir	Digitalni, AM raster	prihvatljivo
Uzorak 4.	Skeniranje	Bijeli gl. papir	Ofsetni, AM raster	vrlo dobro
Uzorak 5.	Skeniranje	Bijeli mat papir	Ofsetni, AM raster	vrlo dobro
Uzorak 6.	Skeniranje	Žuti mat papir	Ofsetni, AM raster	neprihvatljivo
Uzorak 7.	Skeniranje	Bijeli gl. papir	Ofsetni, FM raster	neprihvatljivo
Uzorak 8.	Skeniranje	Bijeli mat papir	Ofsetni, FM raster	neprihvatljivo
Uzorak 9.	Skeniranje	Žuti mat papir	Ofsetni, FM raster	neprihvatljivo
Uzorak 10.	Klasični fotoapararat	Bijeli gl. papir	Digitalni, AM raster	vrlo dobro
Uzorak 11.	Klasični fotoapararat	Bijeli mat papir	Digitalni, AM raster	izvrsno
Uzorak 12.	Klasični fotoapararat	Žuti mat papir	Digitalni, AM raster	izvrsno
Uzorak 13.	Klasični fotoapararat	Bijeli gl. papir	Ofsetni, AM raster	prihvatljivo
Uzorak 14.	Klasični fotoapararat	Bijeli mat papir	Ofsetni, AM raster	prihvatljivo
Uzorak 15.	Klasični fotoapararat	Žuti mat papir	Ofsetni, AM raster	neprihvatljivo
Uzorak 16.	Klasični fotoapararat	Bijeli gl. papir	Ofsetni, FM raster	neprihvatljivo
Uzorak 17.	Klasični fotoapararat	Bijeli mat papir	Ofsetni, FM raster	neprihvatljivo
Uzorak 18.	Klasični fotoapararat	Žuti mat papir	Ofsetni, FM raster	neprihvatljivo
Uzorak 19.	Digitalni fotoapararat	Bijeli gl. papir	Digitalni, AM raster	neprihvatljivo
Uzorak 20.	Digitalni fotoapararat	Bijeli mat papir	Digitalni, AM raster	neprihvatljivo
Uzorak 21.	Digitalni fotoapararat	Žuti mat papir	Digitalni, AM raster	neprihvatljivo
Uzorak 22.	Digitalni fotoapararat	Bijeli gl. papir	Ofsetni, AM raster	neprihvatljivo
Uzorak 23.	Digitalni fotoapararat	Bijeli mat papir	Ofsetni, AM raster	neprihvatljivo
Uzorak 24.	Digitalni fotoapararat	Žuti mat papir	Ofsetni, AM raster	neprihvatljivo
Uzorak 25.	Digitalni fotoapararat	Bijeli gl. papir	Ofsetni, FM raster	neprihvatljivo
Uzorak 26.	Digitalni fotoapararat	Bijeli mat papir	Ofsetni, FM raster	neprihvatljivo
Uzorak 27.	Digitalni fotoapararat	Žuti mat papir	Ofsetni, FM raster	neprihvatljivo

Tablica 3. - Uzorci tonskog sustava vizualne predodžbe sa pripadajućim veličinama  $\Delta E^*_{94}$  i  $\Delta E_{00}$  razlikama boja

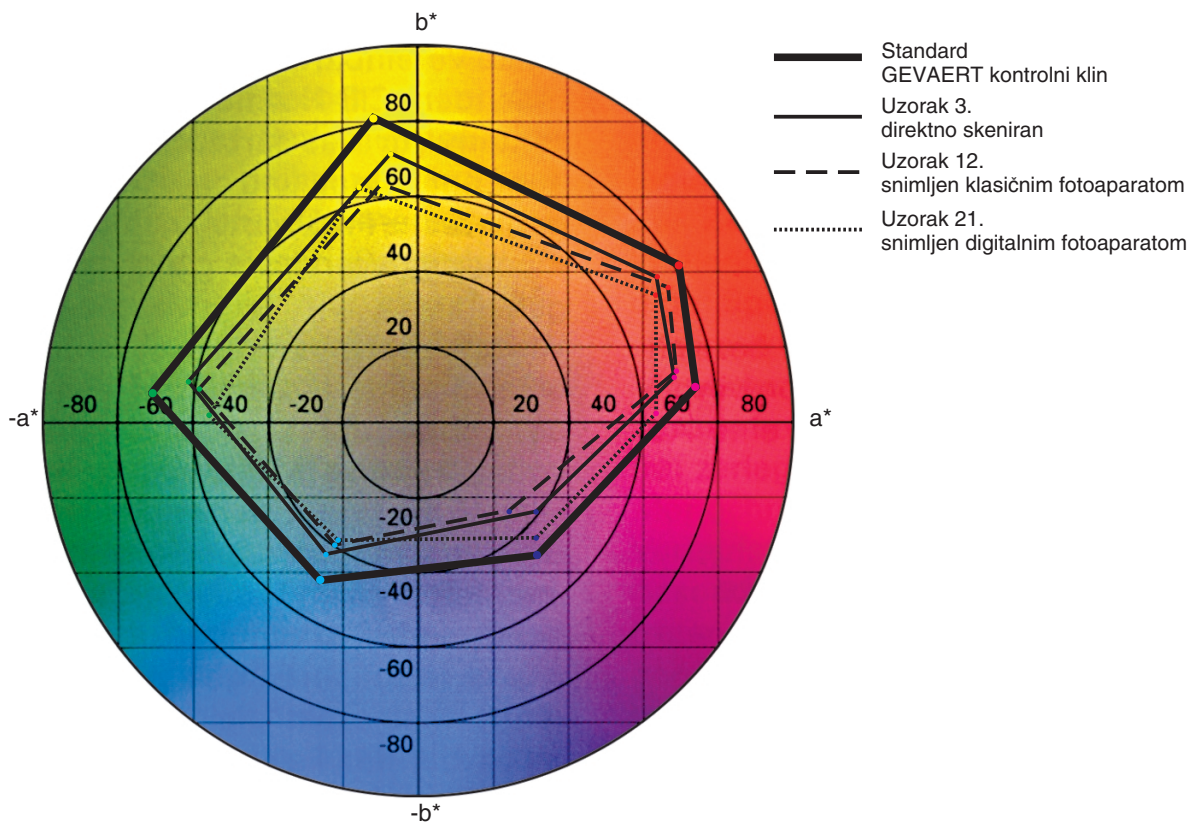
	Cijan	Magenta	Žuta	Zelena	Crvena	Ljubičastoplava
<b>Uzorak</b>	$\Delta E^*_{94}$ $\Delta E_{00}$	$\Delta E^*_{94}$ $\Delta E_{00}$	$\Delta E^*_{94}$ $\Delta E_{00}$	$\Delta E^*_{94}$ $\Delta E_{00}$	$\Delta E^*_{94}$ $\Delta E_{00}$	$\Delta E^*_{94}$ $\Delta E_{00}$
<b>Skenirani uzorci</b>						
Uzorak 1.	2.72 3.94	6.17 6.13	4.69 3.79	3.65 3.77	2.60 2.64	6.89 7.15
Uzorak 2.	2.69 3.98	6.66 6.64	3.88 4.09	5.73 5.65	4.49 4.42	6.49 6.42
Uzorak 3.	6.57 4.19	6.86 6.84	4.44 3.77	3.49 3.66	3.67 3.61	7.43 7.96
Uzorak 4.	3.01 2.74	4.23 4.14	2.97 2.40	4.14 4.25	3.34 3.41	6.30 5.60
Uzorak 5.	4.39 4.40	5.17 5.13	4.11 2.99	5.52 5.64	4.08 4.13	7.03 5.91
Uzorak 6.	4.82 3.27	4.12 4.07	2.19 2.33	3.70 4.13	3.22 3.58	5.67 4.84
Uzorak 7.	6.19 3.39	3.33 3.31	4.18 3.11	1.97 2.18	2.03 2.52	5.02 5.09
Uzorak 8.	3.97 1.54	4.22 4.17	3.19 2.68	1.93 2.16	2.65 3.08	7.30 6.64
Uzorak 9.	4.70 3.40	3.85 3.79	2.59 2.28	3.16 3.42	2.05 2.86	5.62 5.13
<b>Uzorci snimljeni klasičnim fotoaparatom</b>						
Uzorak 10.	6.92 5.63	3.13 3.11	3.69 3.94	4.77 4.53	4.70 5.40	4.69 5.17
Uzorak 11.	6.72 4.78	1.71 1.83	3.38 3.85	3.28 3.38	2.74 3.33	5.36 5.16
Uzorak 12.	6.37 4.25	3.56 3.66	3.86 4.23	3.13 3.37	10.01 10.12	6.08 6.72
Uzorak 13.	7.15 6.15	1.75 1.79	4.41 4.93	3.01 3.19	3.43 4.29	4.97 5.70
Uzorak 14.	7.33 6.22	3.31 3.31	5.04 5.70	2.46 2.60	3.27 4.01	6.83 5.81
Uzorak 15.	5.66 6.35	6.17 6.21	4.83 5.67	2.99 3.04	6.32 6.36	5.70 5.89
Uzorak 16.	8.78 7.51	1.68 1.79	4.15 4.56	3.09 3.22	1.82 3.25	8.05 6.80
Uzorak 17.	4.84 4.99	4.90 4.86	3.74 3.78	2.56 2.68	2.06 2.29	5.58 5.04
Uzorak 18.	4.38 3.85	6.42 6.46	4.84 5.84	2.54 2.64	6.13 6.16	7.74 7.09
<b>Uzorci snimljeni digitalnim fotoaparatom</b>						
Uzorak 19.	5.06 6.68	4.11 4.13	7.60 7.49	7.89 8.03	3.74 4.04	10.32 7.86
Uzorak 20.	5.06 5.90	4.43 4.45	5.23 6.55	4.10 4.11	3.92 3.95	8.84 6.34
Uzorak 21.	4.64 5.44	7.94 8.03	5.10 5.93	6.29 6.50	9.07 9.21	2.74 3.24
Uzorak 22.	6.07 7.43	3.72 3.82	4.40 4.35	8.52 8.55	6.67 6.70	7.53 5.95
Uzorak 23.	6.34 7.11	3.99 4.03	5.05 4.58	7.02 7.04	6.21 6.20	7.63 5.96
Uzorak 24.	6.21 4.40	8.14 8.21	8.13 7.56	5.28 5.36	10.71 10.73	4.72 5.10
Uzorak 25.	3.30 4.06	4.76 4.81	4.88 4.08	4.04 3.95	3.22 3.34	6.86 4.64
Uzorak 26.	4.04 4.90	4.85 4.86	5.06 3.97	4.80 4.69	4.32 4.37	7.09 4.73
Uzorak 27.	5.64 2.57	6.35 6.35	5.00 4.31	5.04 5.01	7.61 7.67	5.94 5.13



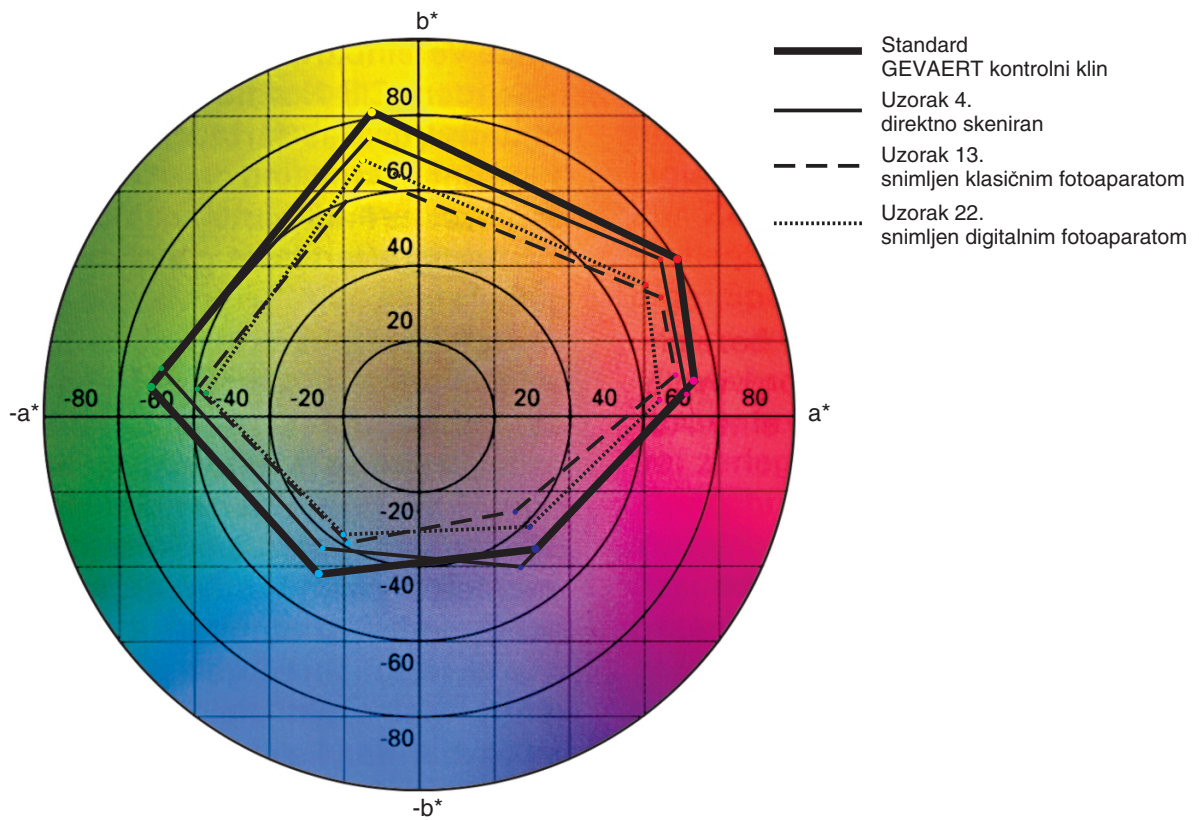
Slika 17. - Opseg boja uzoraka tonskog sustava prikazan u CIE LAB sustavu u ovisnosti o  $a^*$  i  $b^*$  koordinatama otisnutih na bijelom premazanom papiru digitalnim tiskom AM rasterom



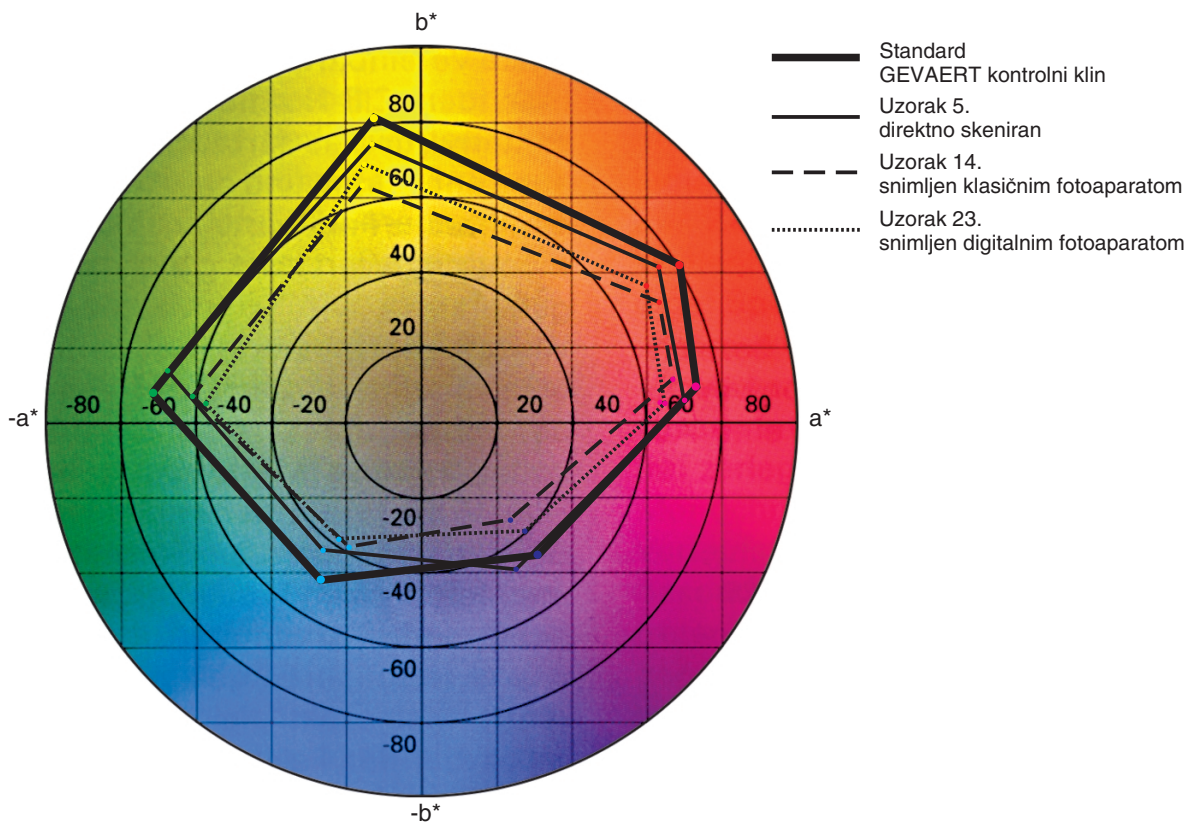
Slika 18. - Opseg boja uzoraka tonskog sustava prikazan u CIE LAB sustavu u ovisnosti o  $a^*$  i  $b^*$  koordinatama otisnutih na bijelom nepremazanom papiru digitalnim tiskom AM rasterom



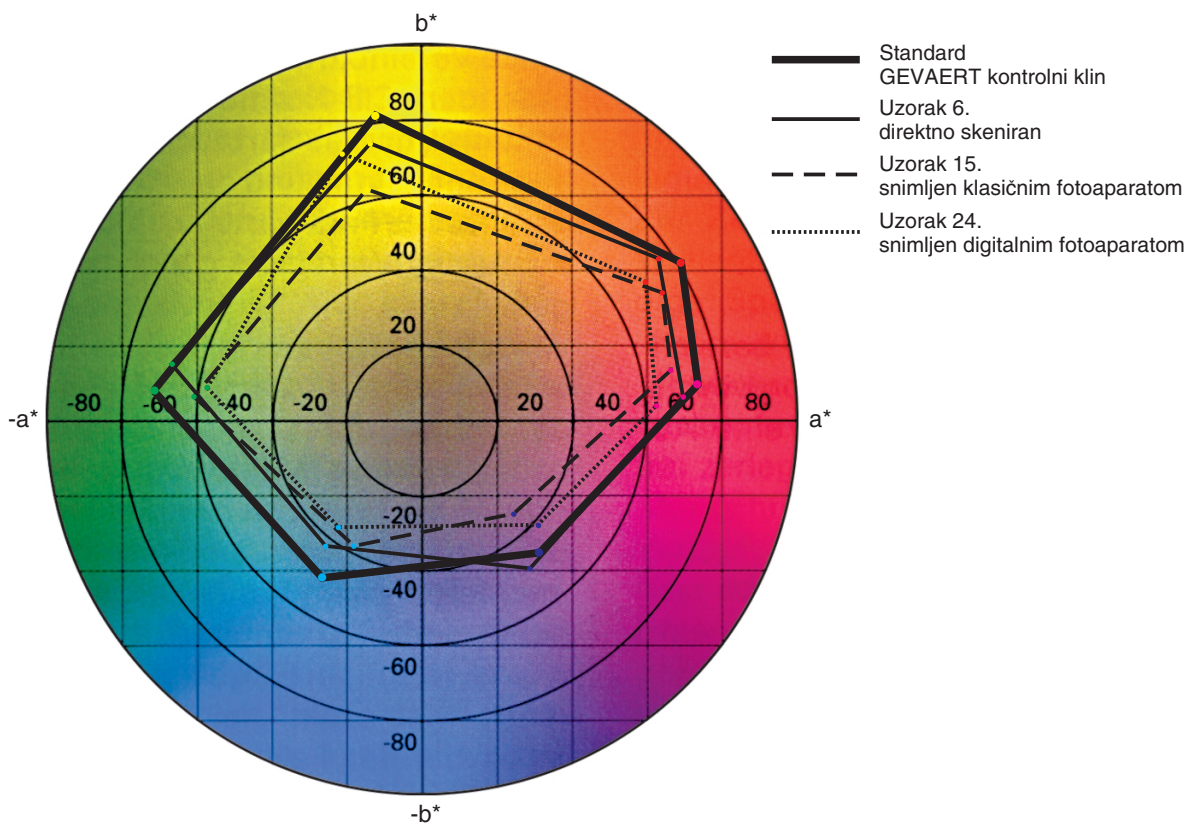
Slika 19. - Opseg boja uzoraka tonskog sustava prikazan u CIE LAB sustavu u ovisnosti o  $a^*$  i  $b^*$  koordinatama otisnutih na žutom nepremazanom papiru digitalnim tiskom AM rasterom



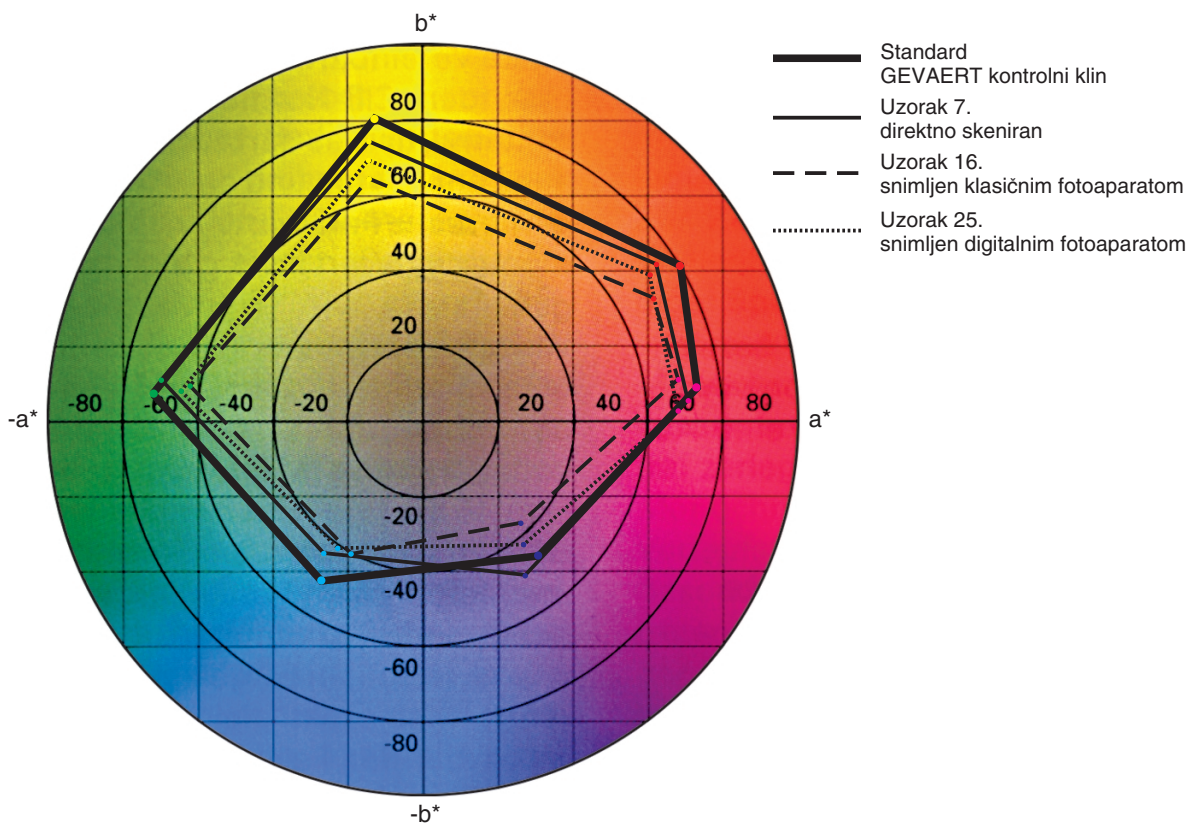
Slika 20. - Opseg boja uzoraka tonskog sustava prikazan u CIE LAB sustavu u ovisnosti o  $a^*$  i  $b^*$  koordinatama otisnutih na bijelom premazanom papiru ofsetnim tiskom AM rasterom



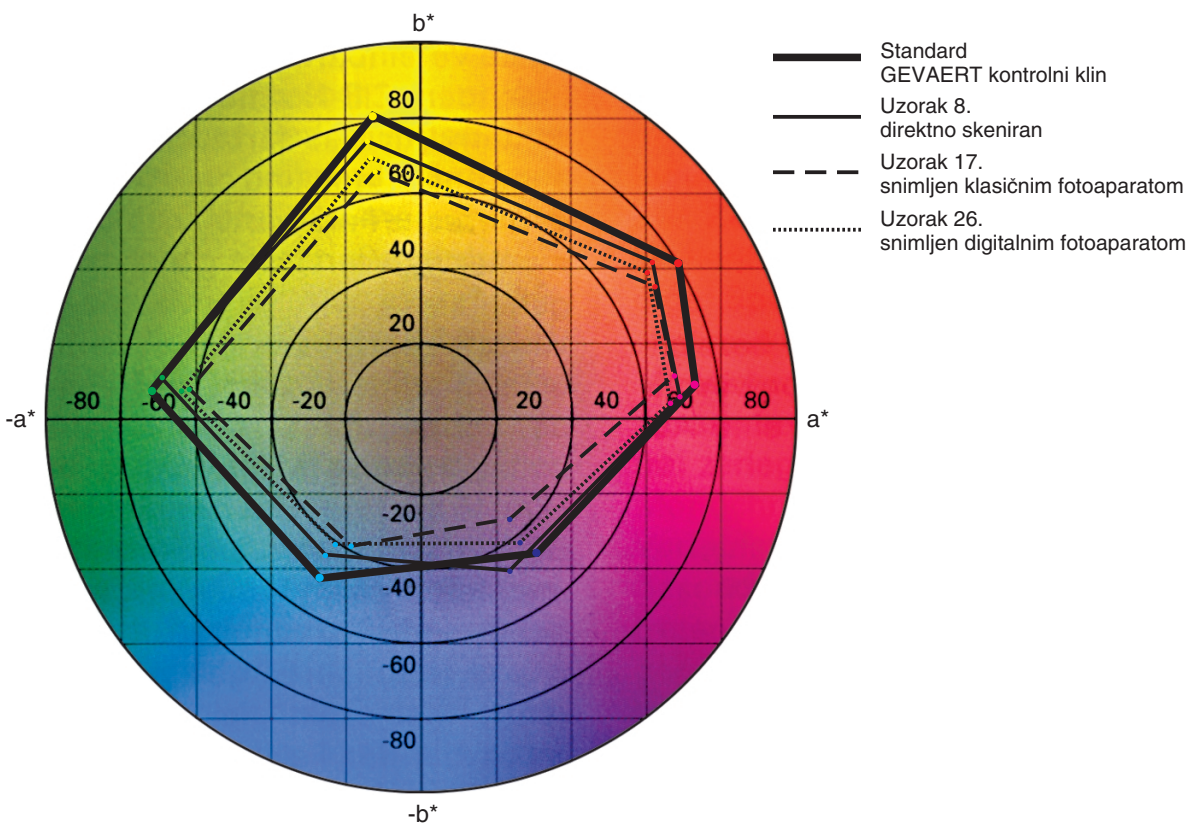
Slika 21. - Opseg boja uzoraka tonskog sustava prikazan u CIE LAB sustavu u ovisnosti o  $a^*$  i  $b^*$  koordinatama otisnutih na bijelom nepremazanom papiru ofsetnim tiskom AM rasterom



Slika 22. - Opseg boja uzoraka tonskog sustava prikazan u CIE LAB sustavu u ovisnosti o  $a^*$  i  $b^*$  koordinatama otisnutih na žutom nepremazanom papiru ofsetnim tiskom AM rasterom

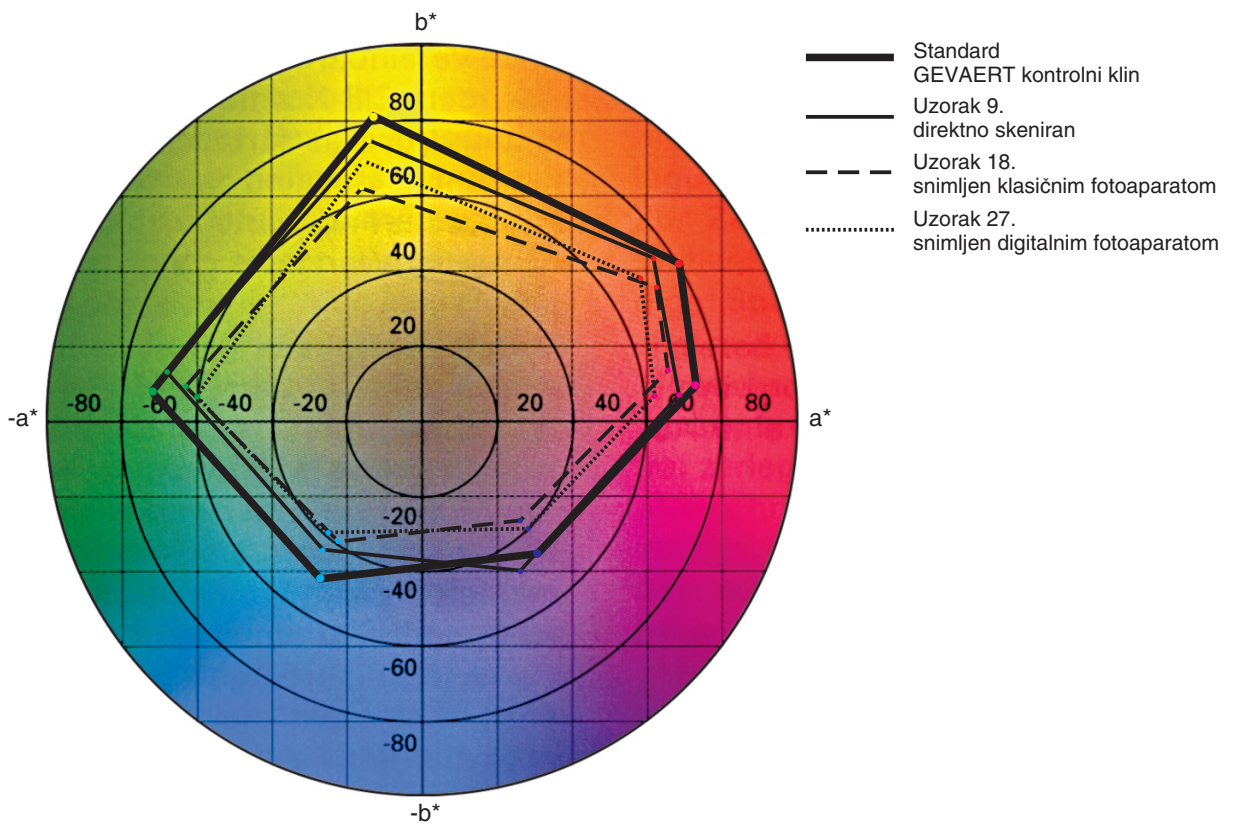


Slika 23. - Opseg boja uzoraka tonskog sustava prikazan u CIE LAB sustavu u ovisnosti o  $a^*$  i  $b^*$  koordinatama otisnutih na bijelom premazanom papiru ofsetnim tiskom FM rasterom

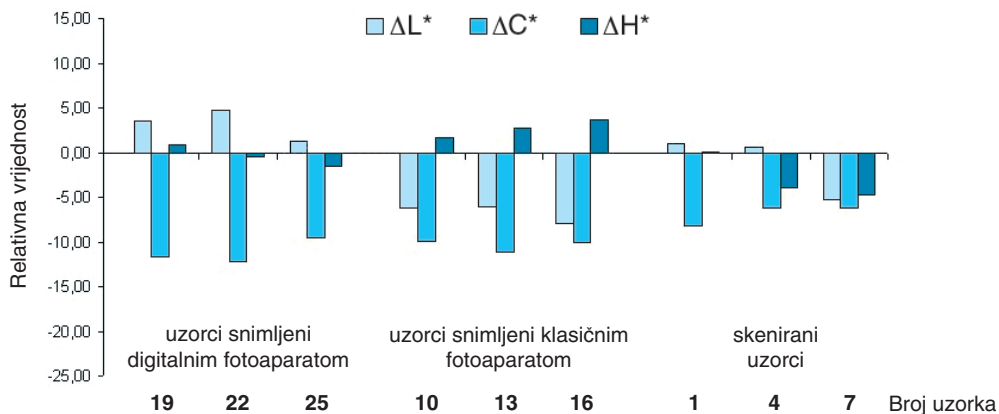


Slika 24. - Opseg boja uzoraka tonskog sustava prikazan u CIE LAB sustavu u ovisnosti o  $a^*$  i  $b^*$  koordinatama otisnutih na bijelom nepremazanom papiru ofsetnim tiskom FM rasterom

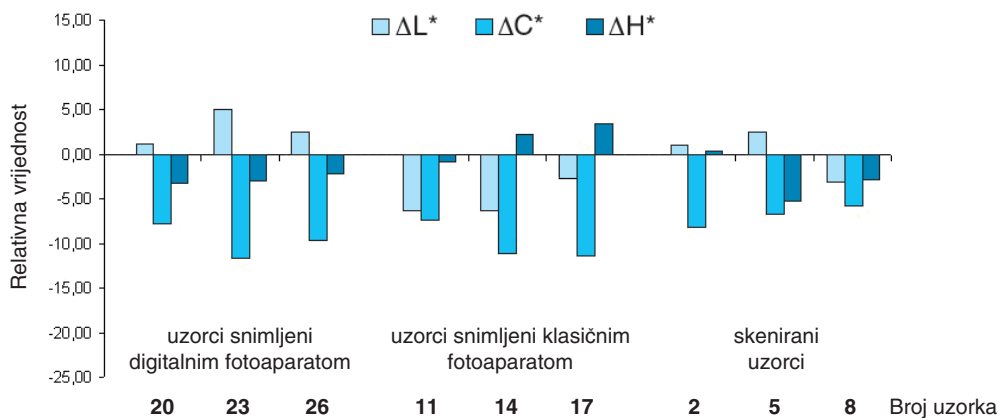




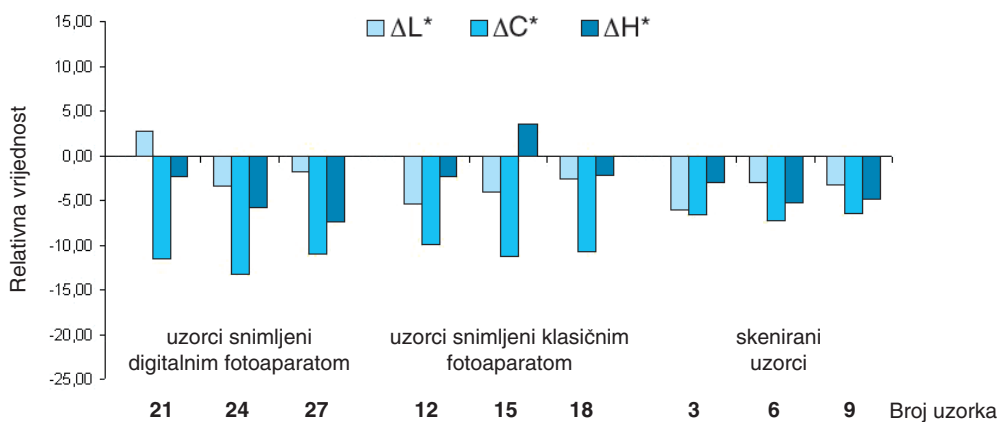
Slika 25. - Opseg boja uzoraka tonskog sustava prikazan u CIE LAB sustavu u ovisnosti o  $a^*$  i  $b^*$  koordinatama otisnutih na žutom nepremazanom papiru ofsetnim tiskom FM rasterom



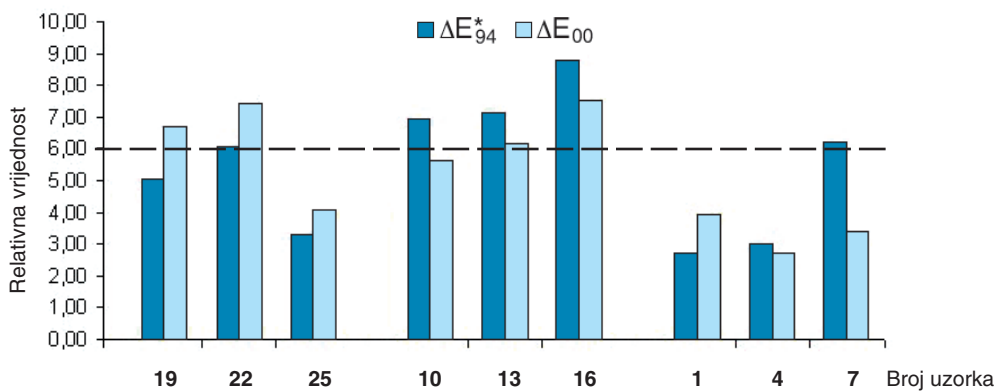
Slika 26. - Histogramski prikaz razlika vrijednosti  $\Delta L^*$ ,  $\Delta C^*$  i  $\Delta H^*$  uzoraka tonskog sustava u odnosu na standard za cijan boju na bijelom premazanom papiru



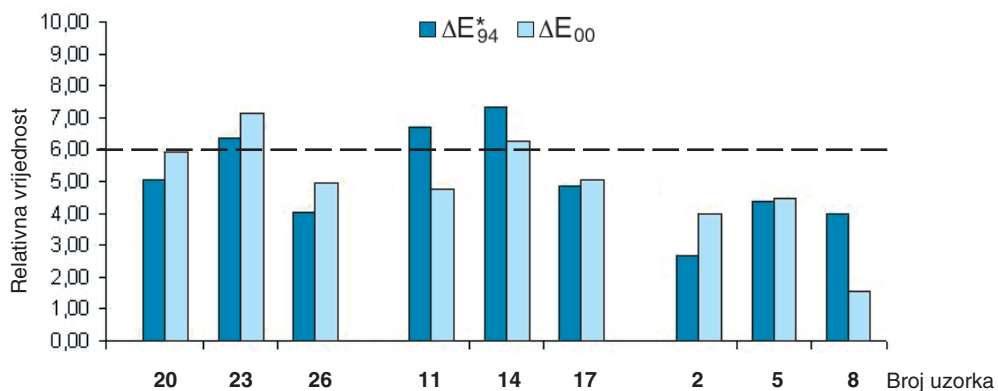
Slika 27. - Histogramski prikaz razlika vrijednosti  $\Delta L^*$ ,  $\Delta C^*$  i  $\Delta H^*$  uzoraka tonskog sustava u odnosu na standard za cijan boju na bijelom nepremazanom papiru



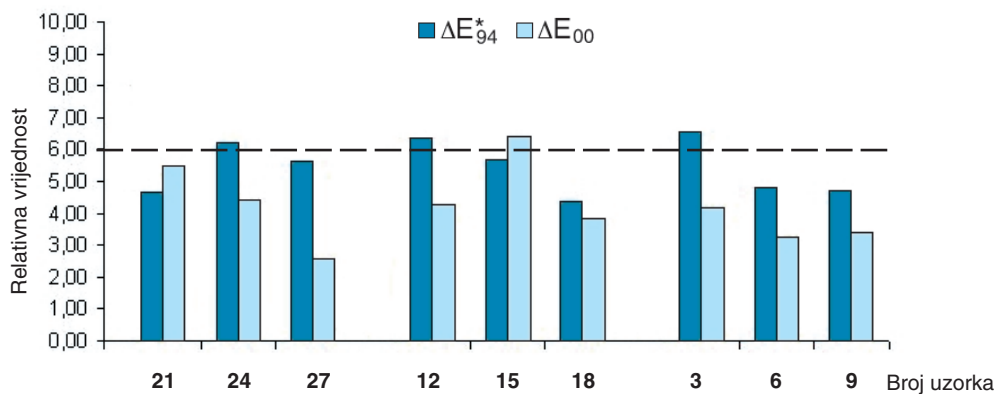
Slika 28. - Histogramski prikaz razlika vrijednosti  $\Delta L^*$ ,  $\Delta C^*$  i  $\Delta H^*$  uzoraka tonskog sustava u odnosu na standard za cijan boju na žutom nepremazanom papiru



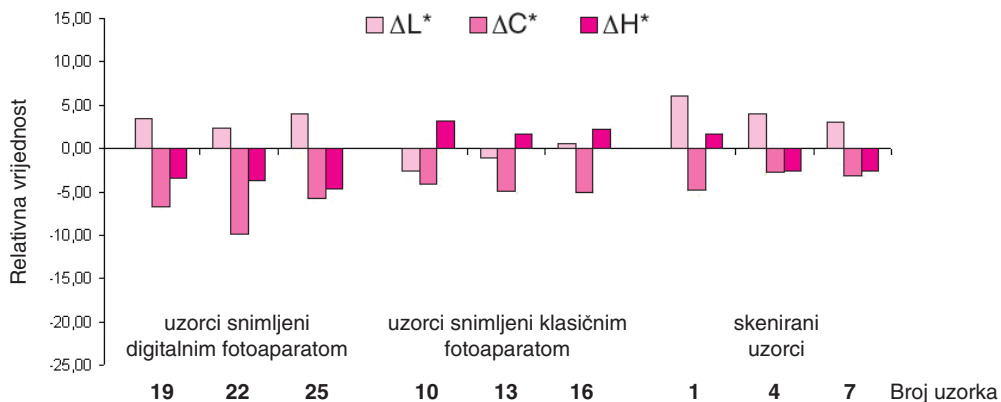
Slika 29. - Histogramski prikaz ukupne promjene boje  $\Delta E_{94}^*$  i  $\Delta E_{00}$  uzoraka tonskog sustava u odnosu na standard za cijan boju na bijelom premazanom papiru



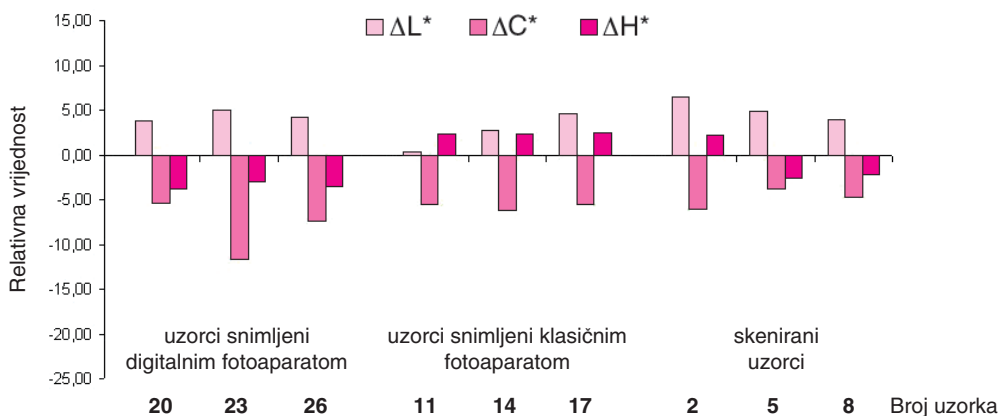
Slika 30. - Histogramski prikaz ukupne promjene boje  $\Delta E_{94}^*$  i  $\Delta E_{00}$  uzoraka tonskog sustava u odnosu na standard za cijan boju na bijelom nepremazanom papiru



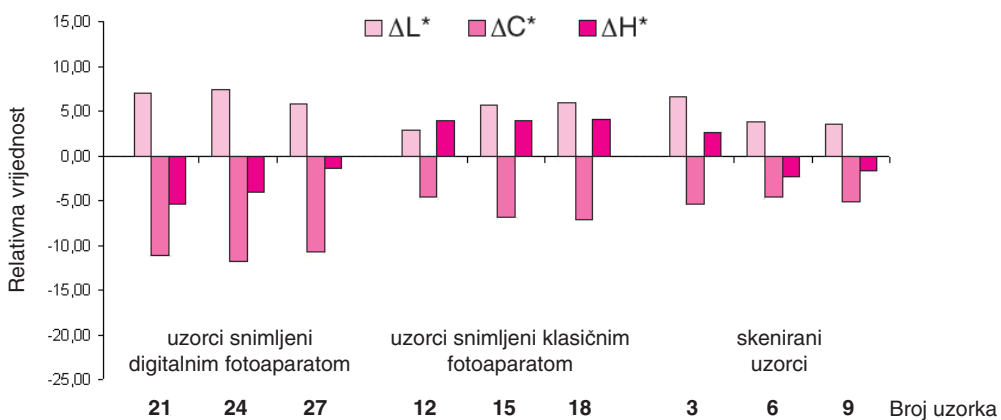
Slika 31. - Histogramski prikaz ukupne promjene boje  $\Delta E_{94}^*$  i  $\Delta E_{00}$  uzoraka tonskog sustava u odnosu na standard za cijan boju na žutom nepremazanom papiru



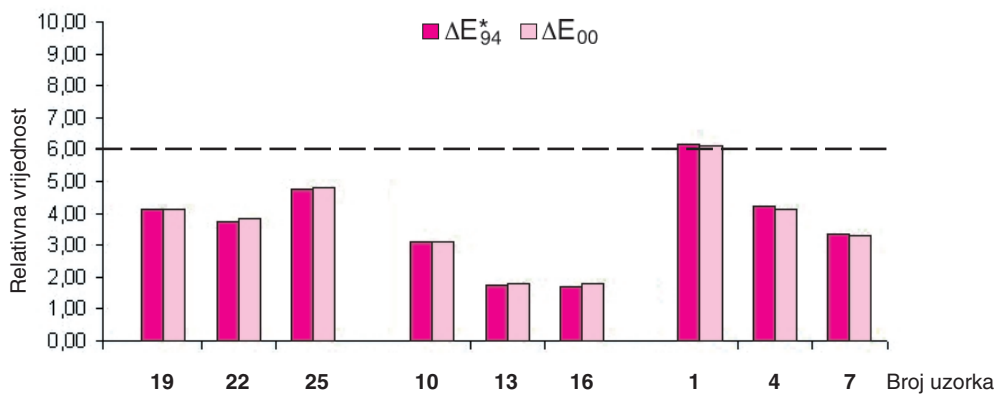
Slika 32. - Histogramski prikaz razlika vrijednosti  $\Delta L^*$ ,  $\Delta C^*$  i  $\Delta H^*$  uzoraka tonskog sustava u odnosu na standard za magenta boju na bijelom premazanom papiru



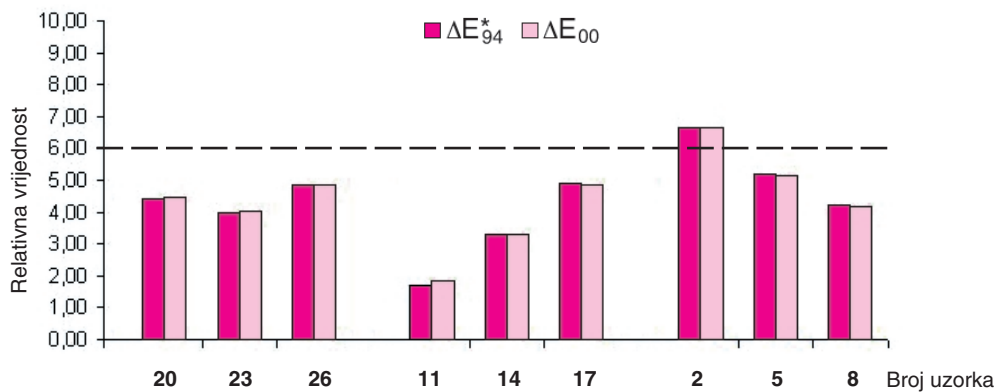
Slika 33. - Histogramski prikaz razlika vrijednosti  $\Delta L^*$ ,  $\Delta C^*$  i  $\Delta H^*$  uzoraka tonskog sustava u odnosu na standard za magenta boju na bijelom nepremazanom papiru



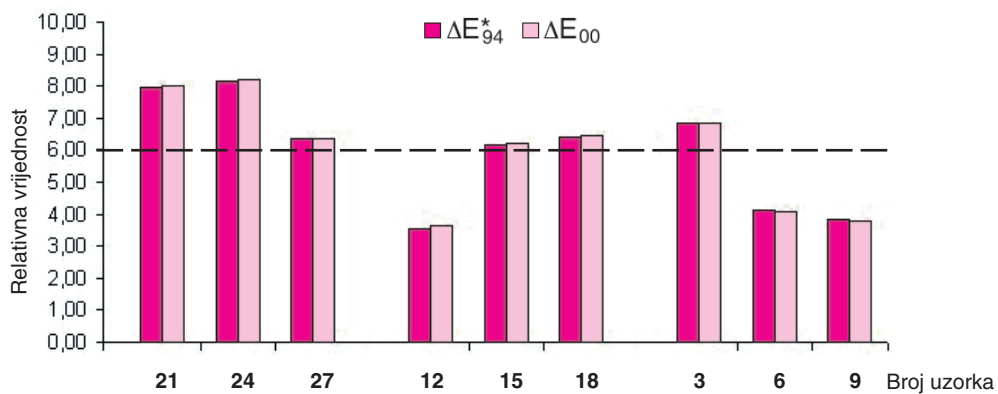
Slika 34. - Histogramski prikaz razlika vrijednosti  $\Delta L^*$ ,  $\Delta C^*$  i  $\Delta H^*$  uzoraka tonskog sustava u odnosu na standard za magenta boju na žutom nepremazanom papiru



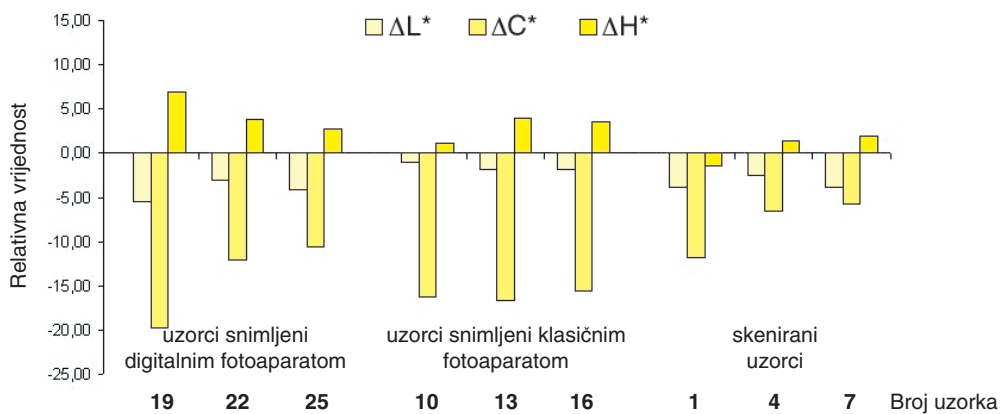
Slika 35. - Histogramski prikaz ukupne promjene boje  $\Delta E_{94}^*$  i  $\Delta E_{00}$  uzoraka tonskog sustava u odnosu na standard za magenta boju na bijelom premazanom papiru



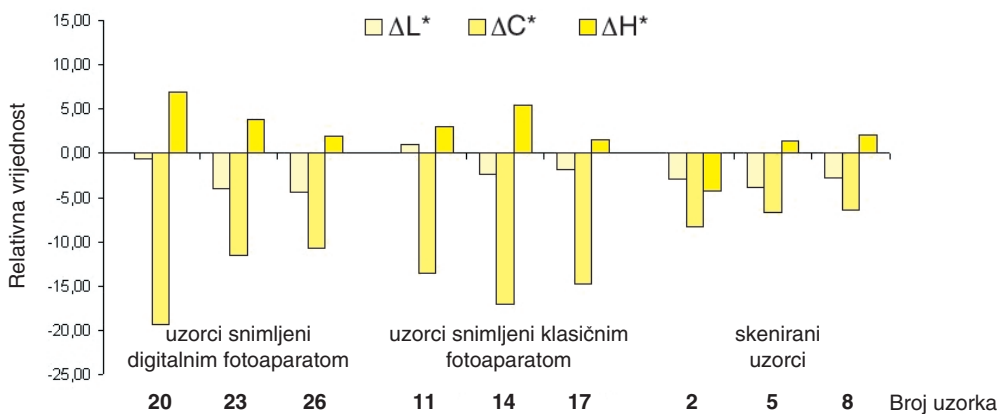
Slika 36. - Histogramski prikaz ukupne promjene boje  $\Delta E_{94}^*$  i  $\Delta E_{00}$  uzoraka tonskog sustava u odnosu na standard za magenta boju na bijelom nepremazanom papiru



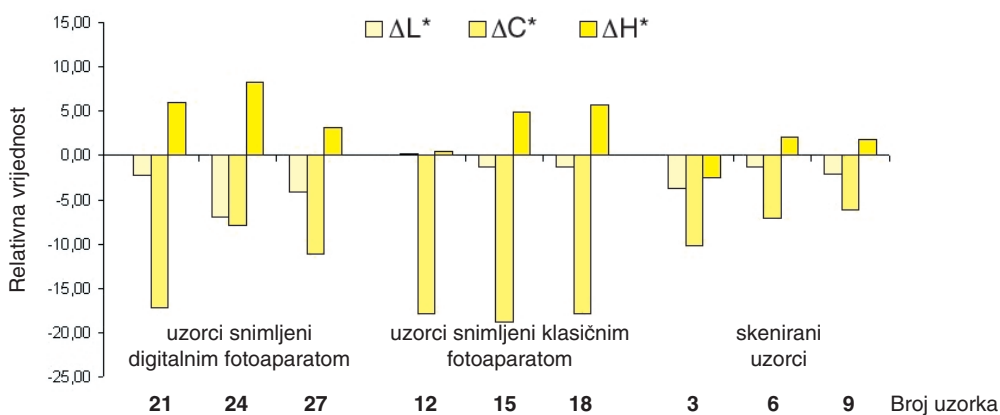
Slika 37. - Histogramski prikaz ukupne promjene boje  $\Delta E_{94}^*$  i  $\Delta E_{00}$  uzoraka tonskog sustava u odnosu na standard za magenta boju na žutom nepremazanom papiru



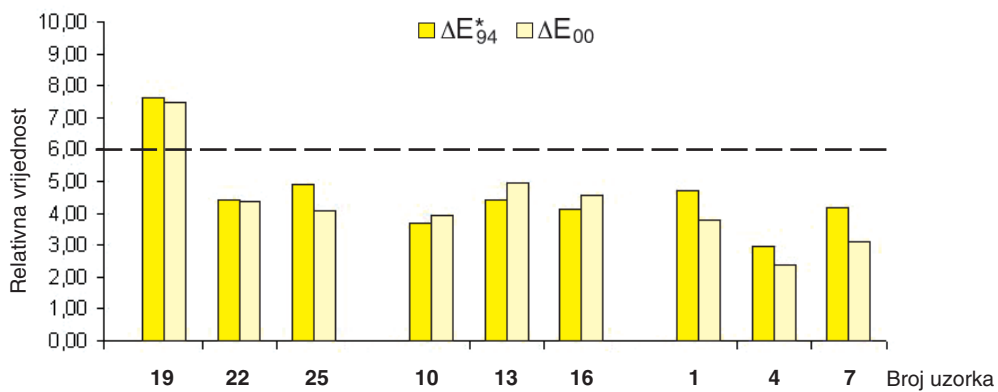
Slika 38. - Histogramski prikaz razlika vrijednosti  $\Delta L^*$ ,  $\Delta C^*$  i  $\Delta H^*$  uzoraka tonskog sustava u odnosu na standard za žutu boju na bijelom premazanom papiru



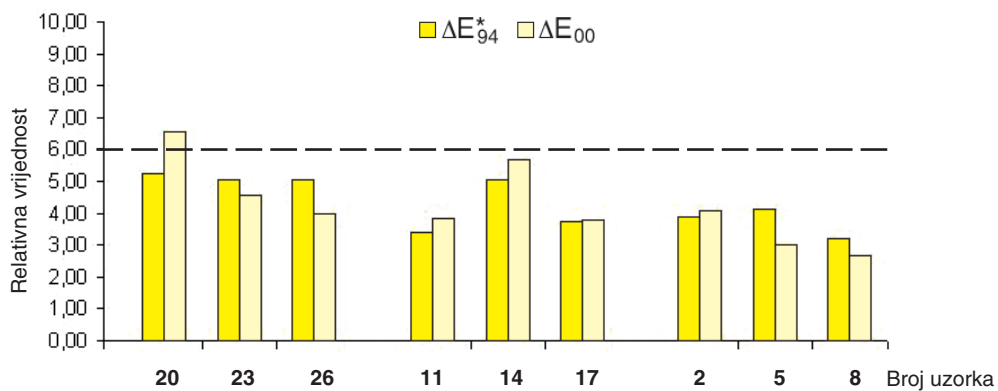
Slika 39. - Histogramski prikaz razlika vrijednosti  $\Delta L^*$ ,  $\Delta C^*$  i  $\Delta H^*$  uzoraka tonskog sustava u odnosu na standard za žutu boju na bijelom nepremazanom papiru



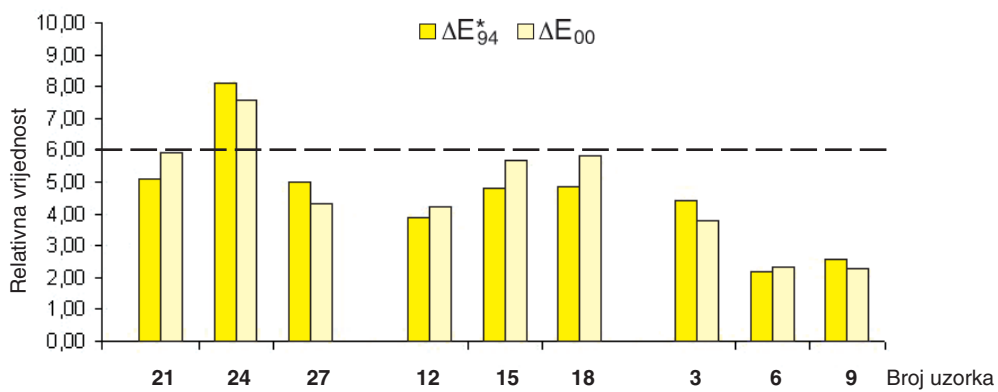
Slika 40. - Histogramski prikaz razlika vrijednosti  $\Delta L^*$ ,  $\Delta C^*$  i  $\Delta H^*$  uzoraka tonskog sustava u odnosu na standard za žutu boju na žutom nepremazanom papiru



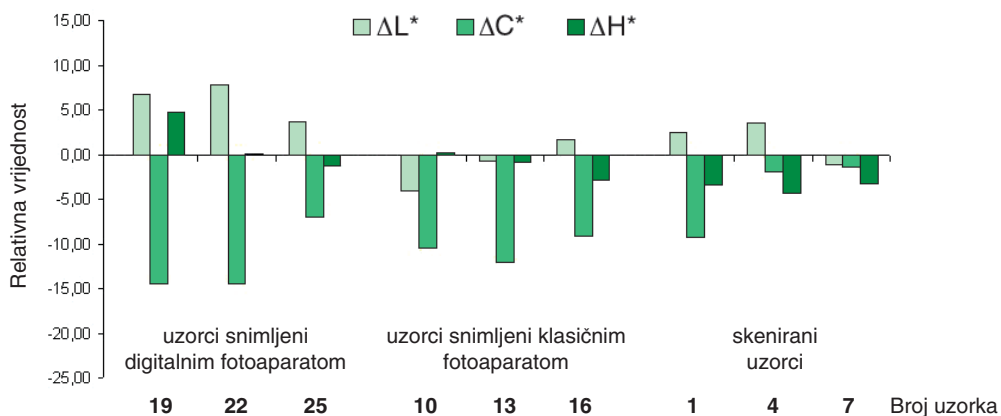
Slika 41. - Histogramski prikaz ukupne promjene boje  $\Delta E_{94}^*$  i  $\Delta E_{00}$  uzoraka tonskog sustava u odnosu na standard za žutu boju na bijelom premazanom papiru



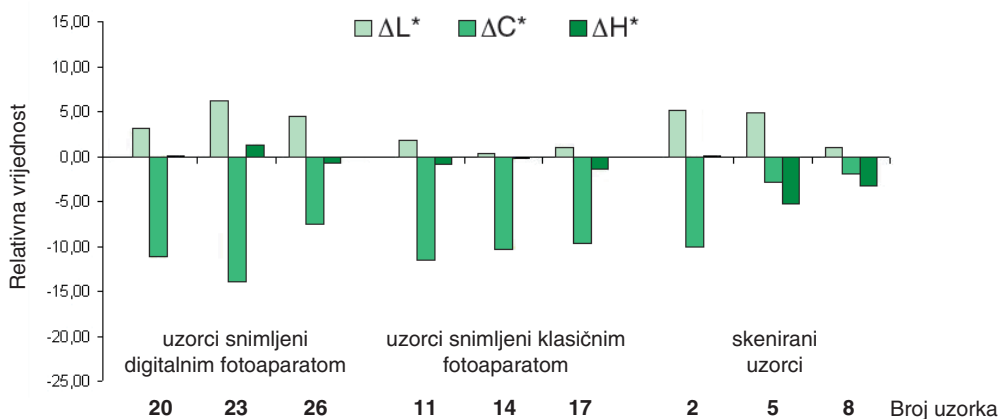
Slika 42. - Histogramski prikaz ukupne promjene boje  $\Delta E_{94}^*$  i  $\Delta E_{00}$  uzoraka tonskog sustava u odnosu na standard za žutu boju na bijelom nepremazanom papiru



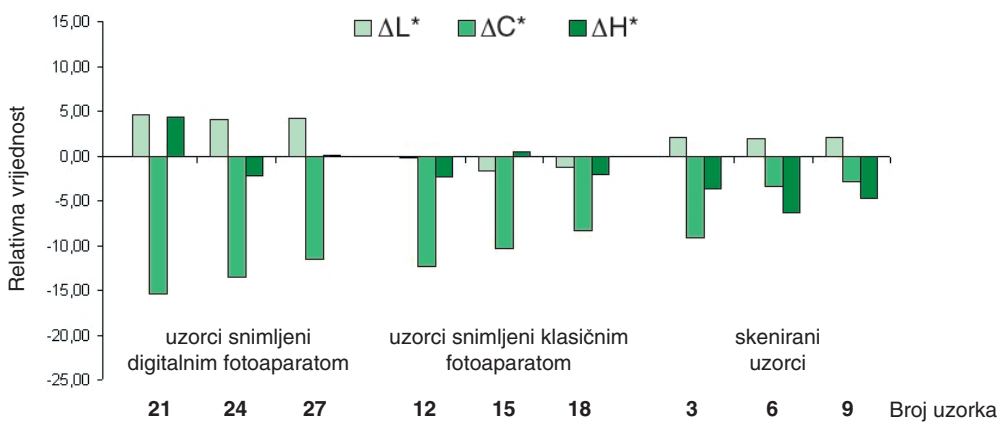
Slika 43. - Histogramski prikaz ukupne promjene boje  $\Delta E_{94}^*$  i  $\Delta E_{00}$  uzoraka tonskog sustava u odnosu na standard za žutu boju na žutom nepremazanom papiru



Slika 44. - Histogramski prikaz razlika vrijednosti  $\Delta L^*$ ,  $\Delta C^*$  i  $\Delta H^*$  uzoraka tonskog sustava u odnosu na standard za zelenu boju na bijelom premazanom papiru

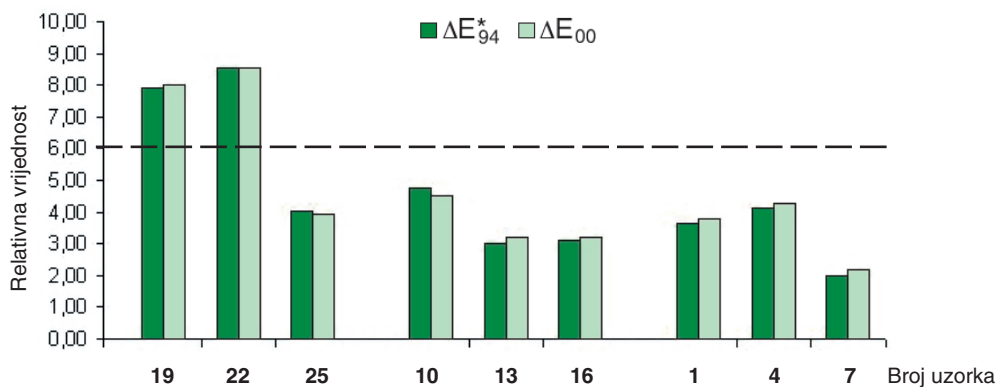


Slika 45. - Histogramski prikaz razlika vrijednosti  $\Delta L^*$ ,  $\Delta C^*$  i  $\Delta H^*$  uzoraka tonskog sustava u odnosu na standard za zelenu boju na bijelom nepremazanom papiru

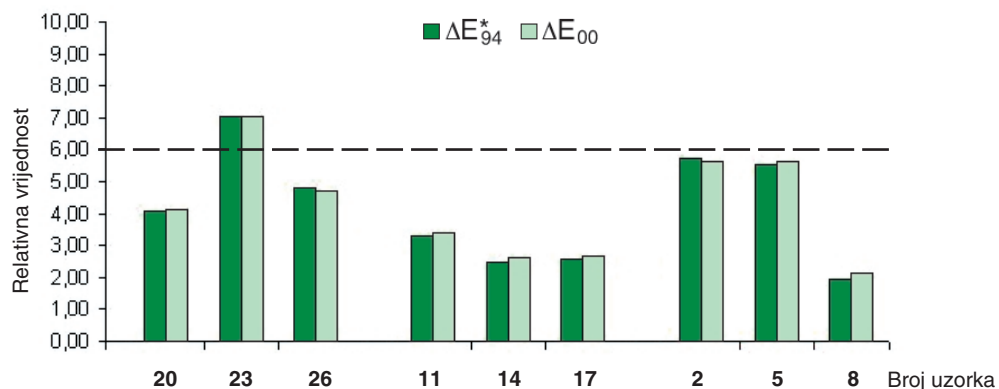


Slika 46. - Histogramski prikaz razlika vrijednosti  $\Delta L^*$ ,  $\Delta C^*$  i  $\Delta H^*$  uzoraka tonskog sustava u odnosu na standard za zelenu boju na žutom nepremazanom papiru

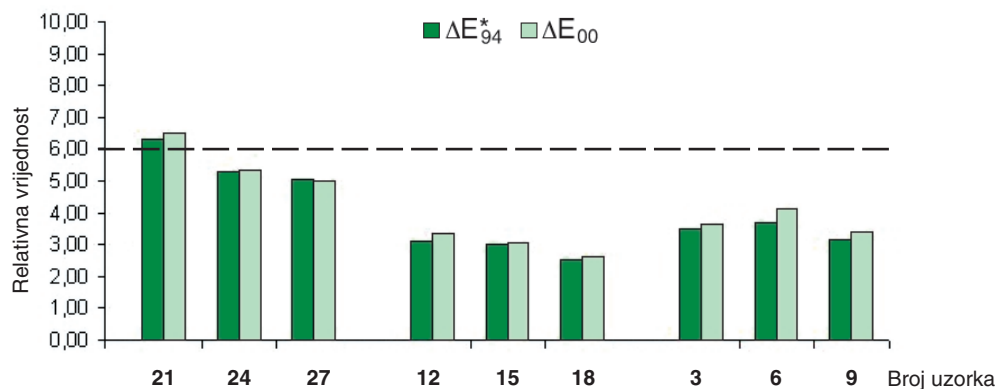




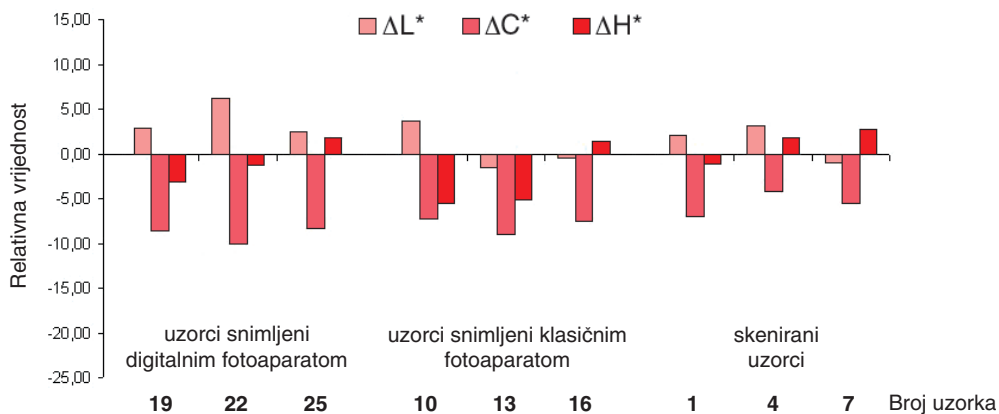
Slika 47. - Histogramski prikaz ukupne promjene boje  $\Delta E_{94}^*$  i  $\Delta E_{00}$  uzoraka tonskog sustava u odnosu na standard za zelenu boju na bijelom premazanom papiru



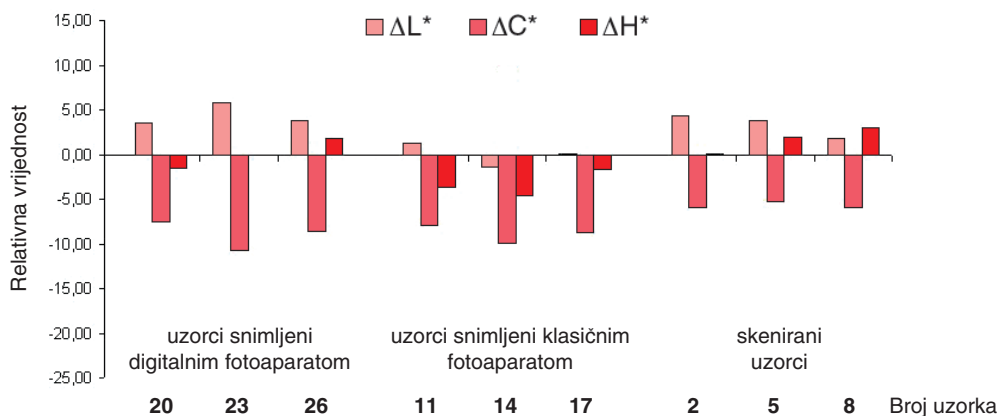
Slika 48. - Histogramski prikaz ukupne promjene boje  $\Delta E_{94}^*$  i  $\Delta E_{00}$  uzoraka tonskog sustava u odnosu na standard za zelenu boju na bijelom nepremazanom papiru



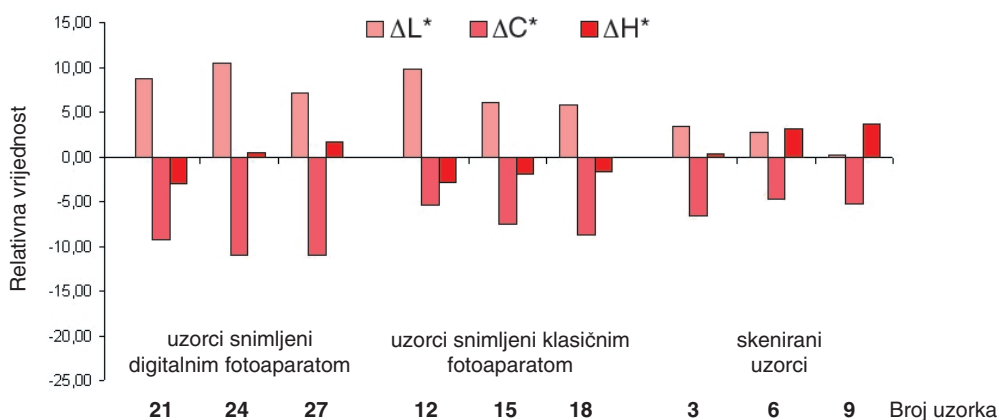
Slika 49. - Histogramski prikaz ukupne promjene boje  $\Delta E_{94}^*$  i  $\Delta E_{00}$  uzoraka tonskog sustava u odnosu na standard za zelenu boju na žutom nepremazanom papiru



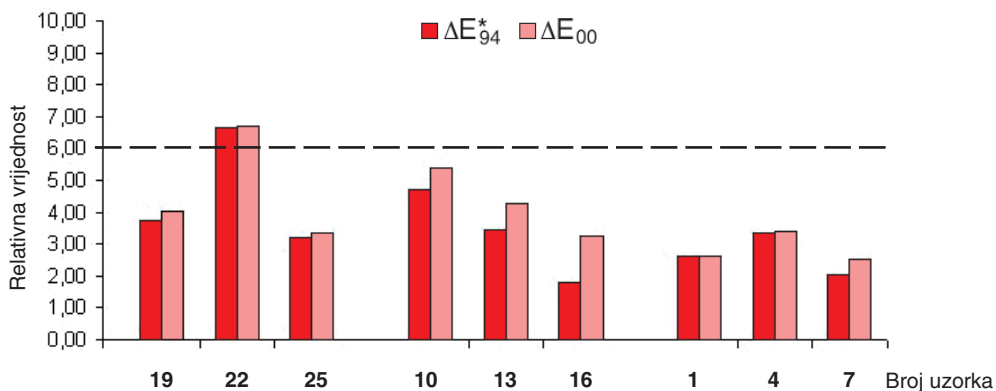
Slika 50. - Histogramski prikaz razlika vrijednosti  $\Delta L^*$ ,  $\Delta C^*$  i  $\Delta H^*$  uzoraka tonskog sustava u odnosu na standard za crvenu boju na bijelom premazanom papiru



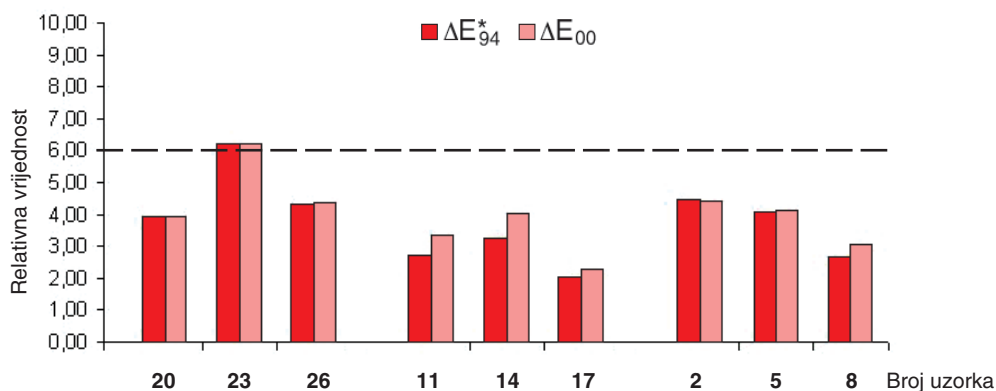
Slika 51. - Histogramski prikaz razlika vrijednosti  $\Delta L^*$ ,  $\Delta C^*$  i  $\Delta H^*$  uzoraka tonskog sustava u odnosu na standard za crvenu boju na bijelom nepremazanom papiru



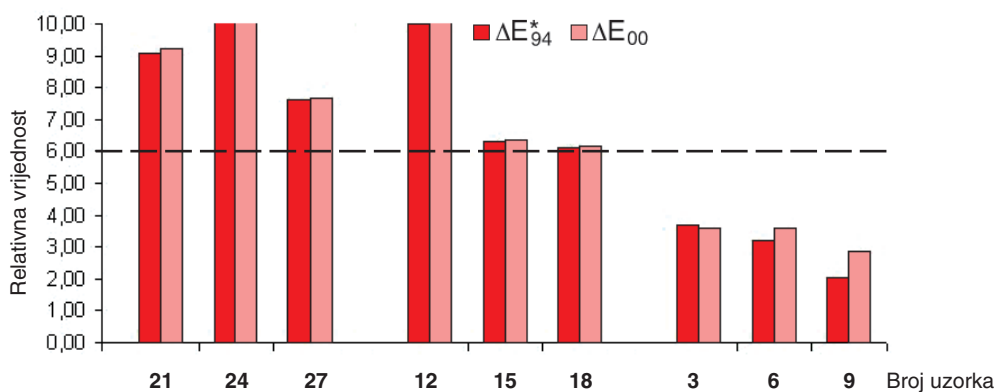
Slika 52. - Histogramski prikaz razlika vrijednosti  $\Delta L^*$ ,  $\Delta C^*$  i  $\Delta H^*$  uzoraka tonskog sustava u odnosu na standard za crvenu boju na žutom nepremazanom papiru



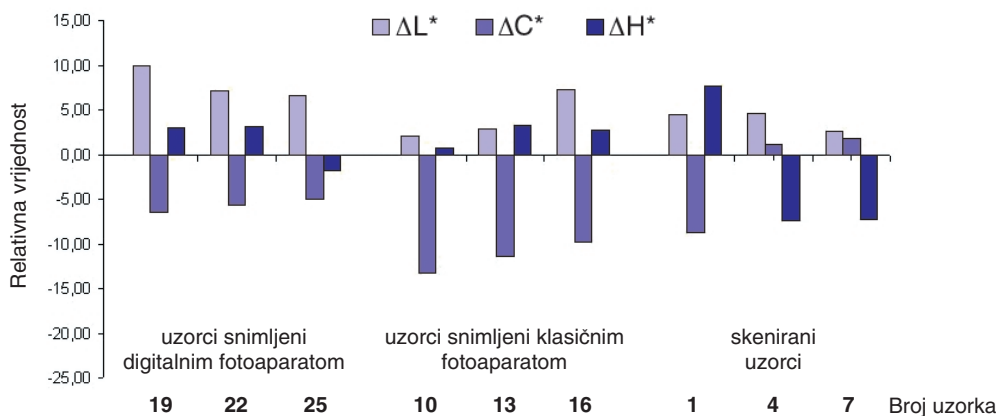
Slika 53. - Histogramski prikaz ukupne promjene boje  $\Delta E_{94}^*$  i  $\Delta E_{00}$  uzoraka tonskog sustava u odnosu na standard za crvenu boju na bijelom premazanom papiru



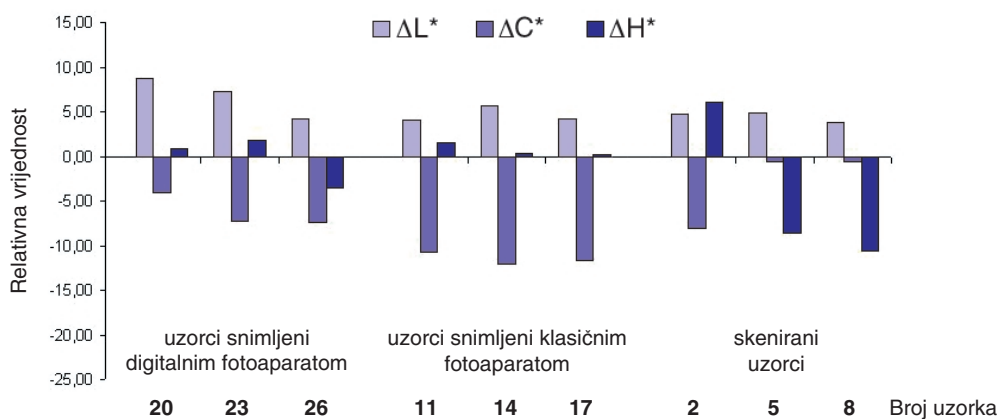
Slika 54. - Histogramski prikaz ukupne promjene boje  $\Delta E_{94}^*$  i  $\Delta E_{00}$  uzoraka tonskog sustava u odnosu na standard za crvenu boju na bijelom nepremazanom papiru



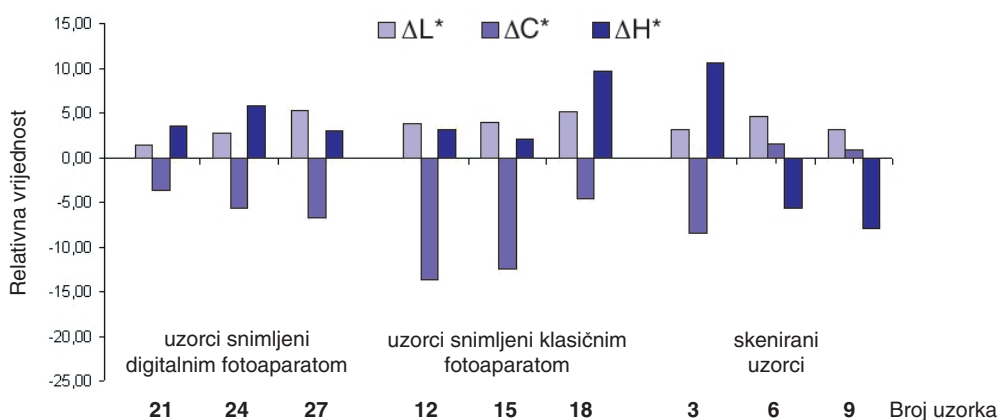
Slika 55. - Histogramski prikaz ukupne promjene boje  $\Delta E_{94}^*$  i  $\Delta E_{00}$  uzoraka tonskog sustava u odnosu na standard za crvenu boju na žutom nepremazanom papiru



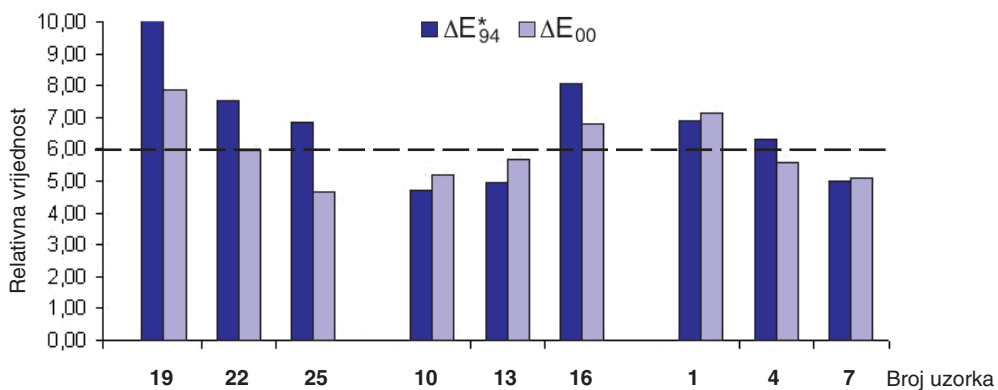
Slika 56. - Histogramski prikaz razlika vrijednosti  $\Delta L^*$ ,  $\Delta C^*$  i  $\Delta H^*$  uzoraka tonskog sustava u odnosu na standard za ljubičastoplavu boju na bijelom premazanom papiru



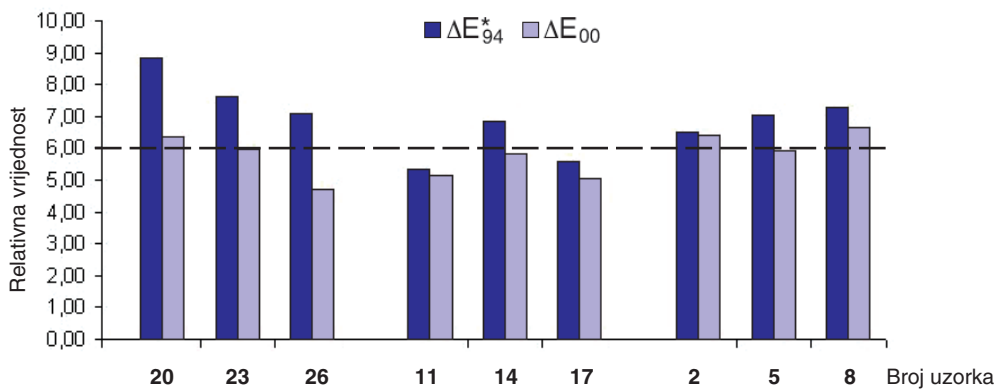
Slika 57. - Histogramski prikaz razlika vrijednosti  $\Delta L^*$ ,  $\Delta C^*$  i  $\Delta H^*$  uzoraka tonskog sustava u odnosu na standard za ljubičastoplavu boju na bijelom nepremazanom papiru



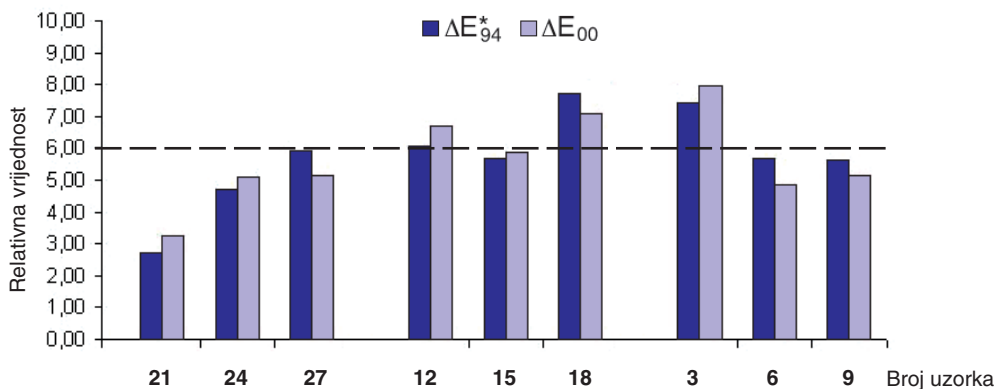
Slika 58. - Histogramski prikaz razlika vrijednosti  $\Delta L^*$ ,  $\Delta C^*$  i  $\Delta H^*$  uzoraka tonskog sustava u odnosu na standard za ljubičastoplavu boju na žutom nepremazanom papiru



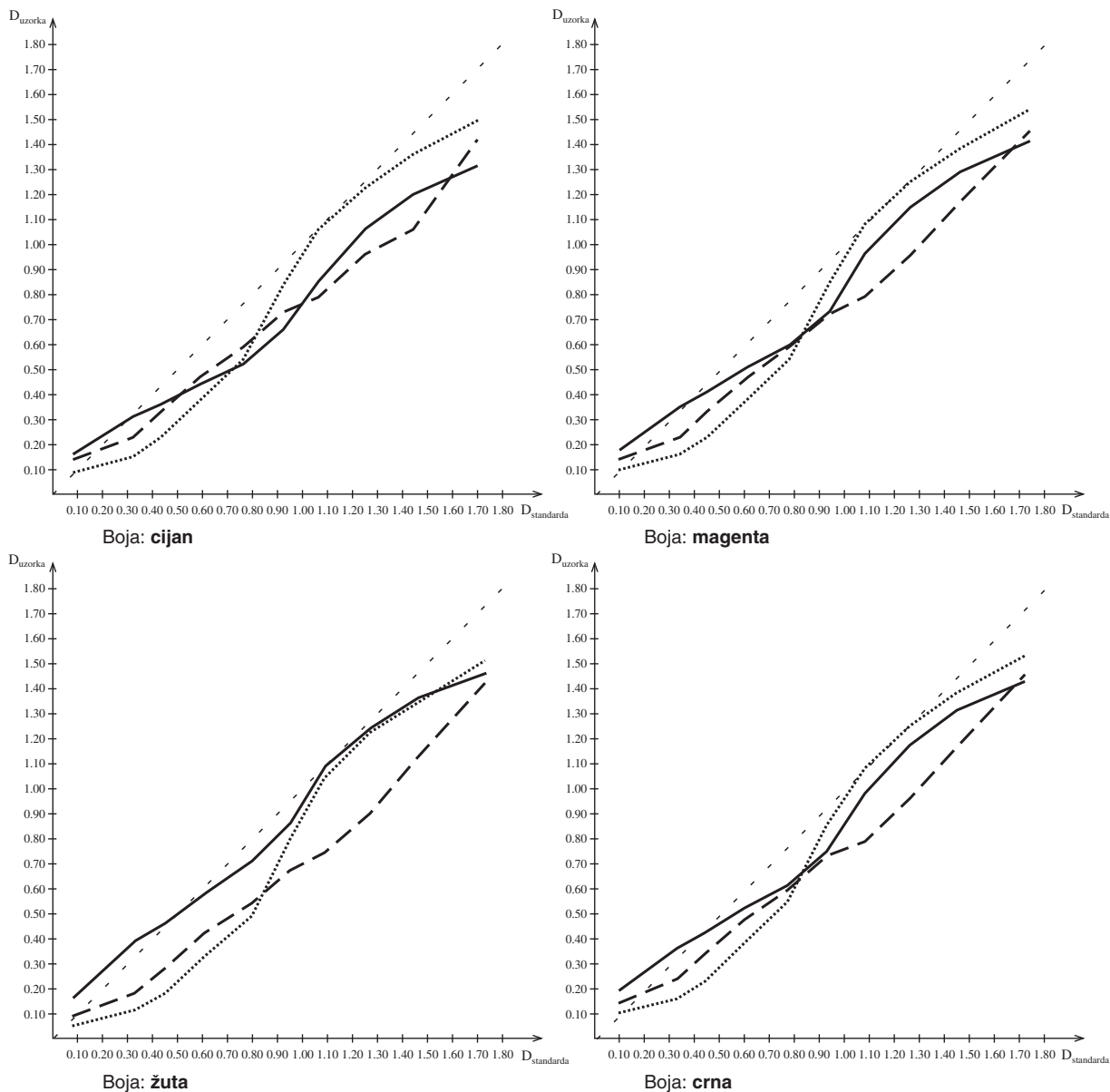
Slika 59. - Histogramski prikaz ukupne promjene boje  $\Delta E_{94}^*$  i  $\Delta E_{00}$  uzoraka tonskog sustava u odnosu na standard za ljubičastoplavu boju na bijelom premazanom papiru



Slika 60. - Histogramski prikaz ukupne promjene boje  $\Delta E_{94}^*$  i  $\Delta E_{00}$  uzoraka tonskog sustava u odnosu na standard za ljubičastoplavu boju na bijelom nepremazanom papiru



Slika 61. - Histogramski prikaz ukupne promjene boje  $\Delta E_{94}^*$  i  $\Delta E_{00}$  uzoraka tonskog sustava u odnosu na standard za ljubičastoplavu boju na žutom nepremazanom papiru

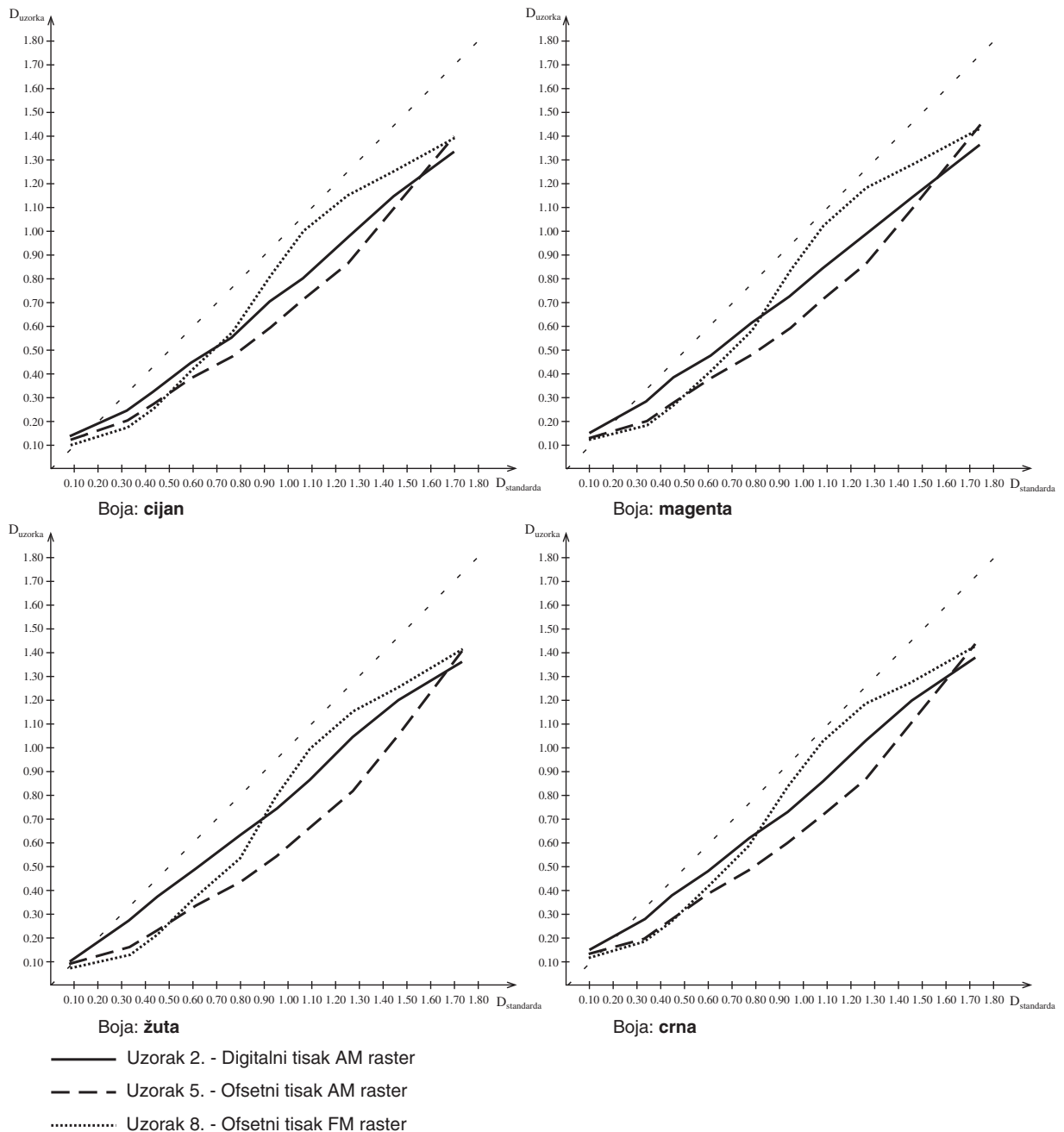


- Uzorak 1. - Digitalni tisak AM raster
- - - - Uzorak 4. - Ofsetni tisak AM raster
- ..... Uzorak 7. - Ofsetni tisak FM raster

Slika 62. - Krivulje reprodukcije boja skeniranih uzoraka tonskog sustava, otisnutih na bijelom premazanom papiru digitalnim tiskom AM rasterom, ofsetnim tiskom AM rasterom i ofsetnim tiskom FM rasterom

Tablica 4. - Vrijednosti koeficijenta determinacije  $R^2$  za linearne regresijske jednadžbe i koeficijenti smjera  $k$  za krivulje reprodukcije boja

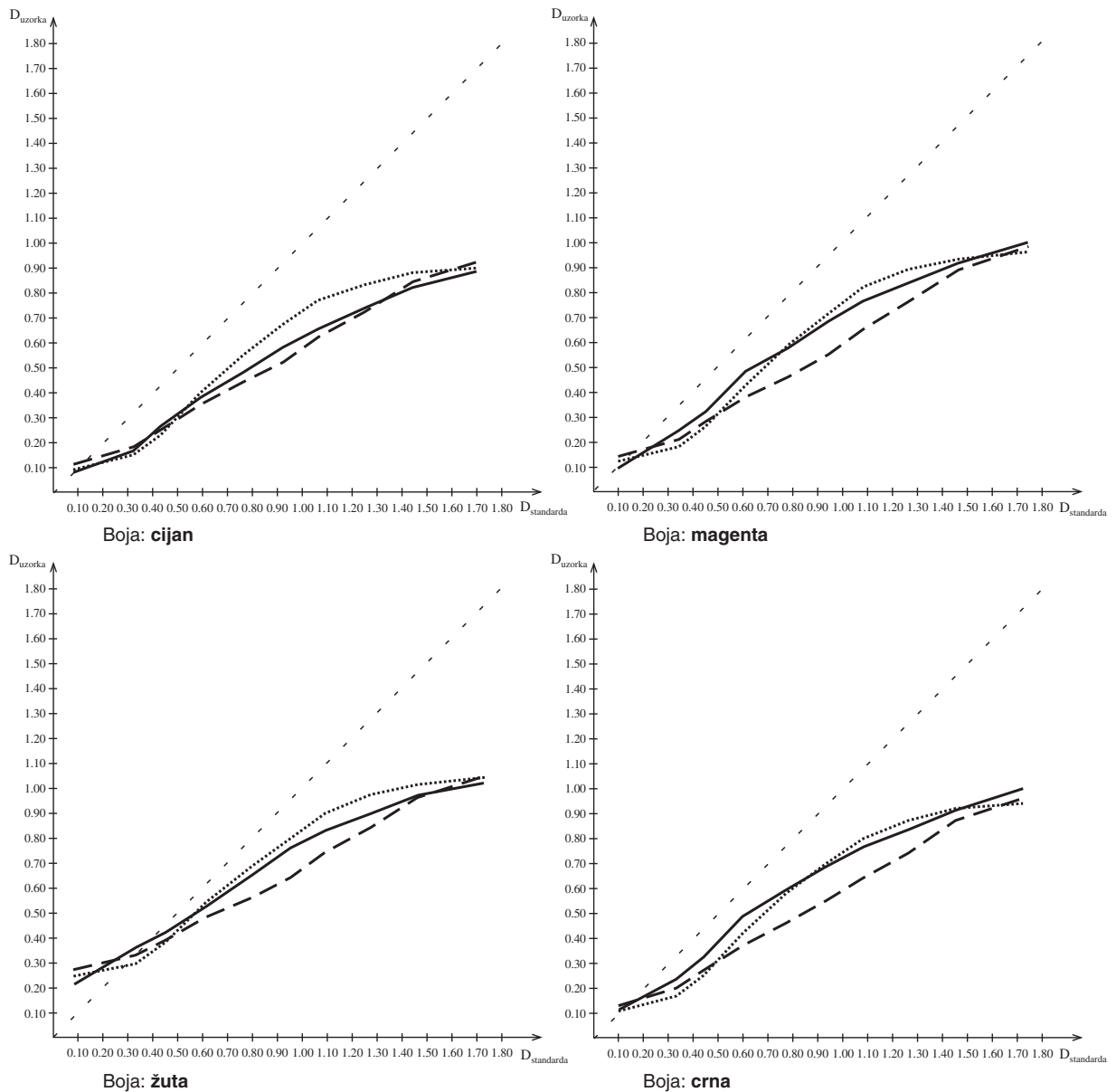
Uzorak	Boje							
	Cijan		Magenta		Žuta		Crna	
	k	$R^2$	k	$R^2$	k	$R^2$	k	$R^2$
Uzorak 1.	0.7685	0.9779	0.8063	0.9809	0.8407	0.9846	0.8193	0.9827
Uzorak 4.	0.7996	0.9891	0.8036	0.9886	0.8031	0.9825	0.8044	0.9885
Uzorak 7.	1.0066	0.9691	1.0186	0.9660	1.0240	0.9640	1.0209	0.9694



Slika 63. - Krivulje reprodukcije boja skeniranih uzoraka tonskog sustava, otisnutih na bijelom nepremazanom papiru digitalnim tiskom AM rasterom, ofsetnim tiskom AM rasterom i ofsetnim tiskom FM rasterom

Tablica 5. - Vrijednosti koeficijenta determinacije  $R^2$  za linearne regresijske jednadžbe i koeficijenti smjera  $k$  za krivulje reprodukcije boja

Uzorak	Boje							
	Cijan		Magenta		Žuta		Crna	
	k	$R^2$	k	$R^2$	k	$R^2$	k	$R^2$
Uzorak 2.	0.7705	0.9943	0.7495	0.9976	0.8028	0.9894	0.7846	0.9966
Uzorak 5.	0.7833	0.9687	0.7898	0.9667	0.7843	0.9519	0.7928	0.9661
Uzorak 8.	0.9064	0.9751	0.9180	0.9714	0.9308	0.9713	0.9208	0.9748



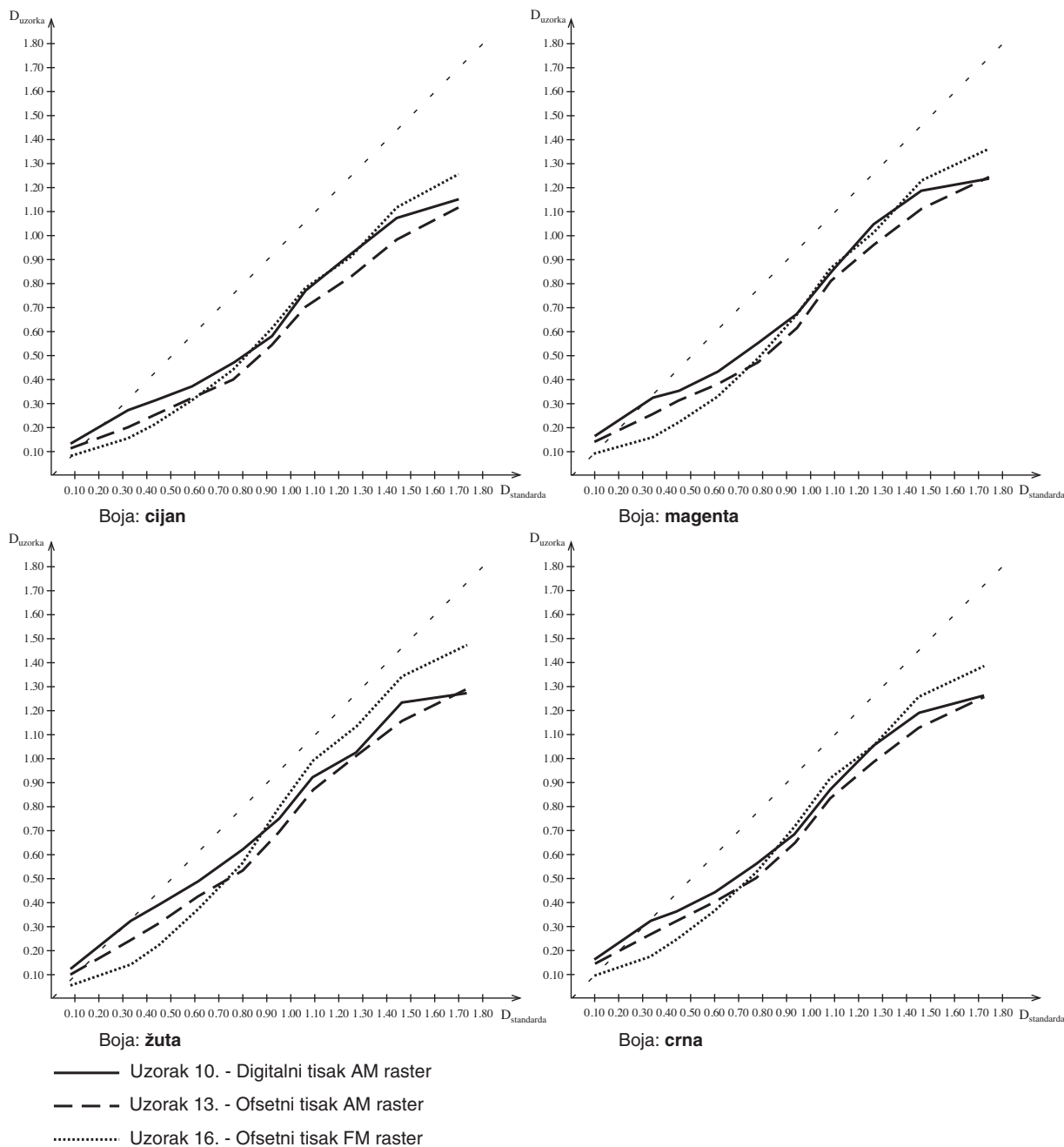
- Uzorak 3. - Digitalni tisak AM raster
- - - Uzorak 6. - Ofsetni tisak AM raster
- ..... Uzorak 9. - Ofsetni tisak FM raster

Slika 64. - Krivulje reprodukcije boja skeniranih uzoraka tonskog sustava, otisnutih na žutom nepremazanom papiru digitalnim tiskom AM rasterom, ofsetnim tiskom AM rasterom i ofsetnim tiskom FM rasterom

Tablica 6. - Vrijednosti koeficijenta determinacije  $R^2$  za linearne regresijske jednadžbe i koeficijenti smjera  $k$  za krivulje reprodukcije boja

Uzorak	Boje							
	Cijan		Magenta		Žuta		Crna	
	k	$R^2$	k	$R^2$	k	$R^2$	k	$R^2$
Uzorak 3.	0.5331	0.9797	0.5707	0.9741	0.5148	0.9713	0.5718	0.9731
Uzorak 6.	0.5371	0.9938	0.5512	0.9928	0.5093	0.9904	0.5462	0.9950
Uzorak 9.	0.5815	0.9358	0.5986	0.9337	0.5612	0.9432	0.5965	0.9369

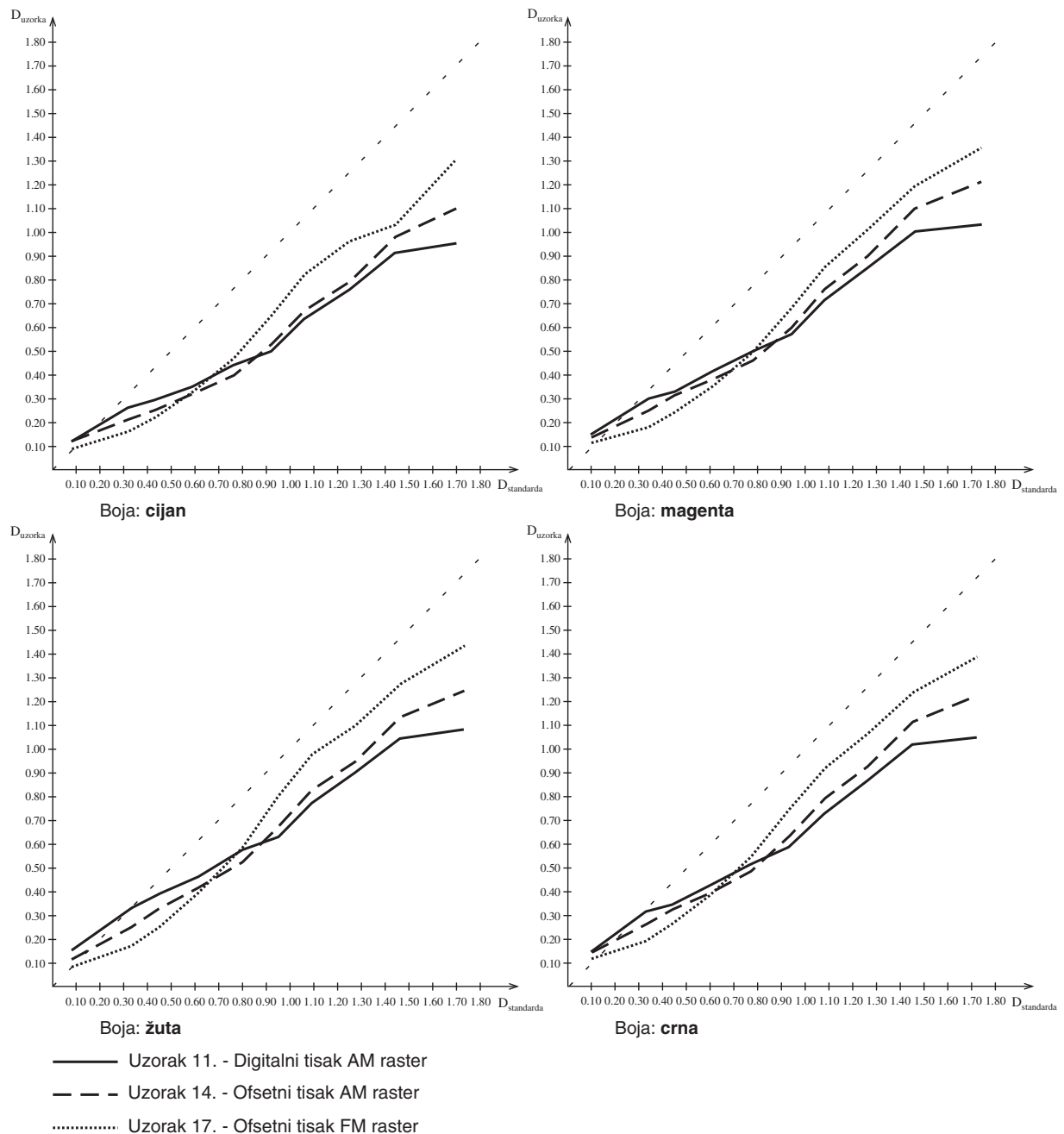




Slika 65. - Krivulje reprodukcije boja uzoraka tonskog sustava snimljenih klasičnim fotoaparatom, otisnutih na bijelom premazanom papiru digitalnim tiskom AM rasterom, ofsetnim tiskom AM rasterom i ofsetnim tiskom FM rasterom

Tablica 7. - Vrijednosti koeficijenta determinacije  $R^2$  za linearne regresijske jednadžbe i koeficijenti smjera  $k$  za krivulje reprodukcije boja

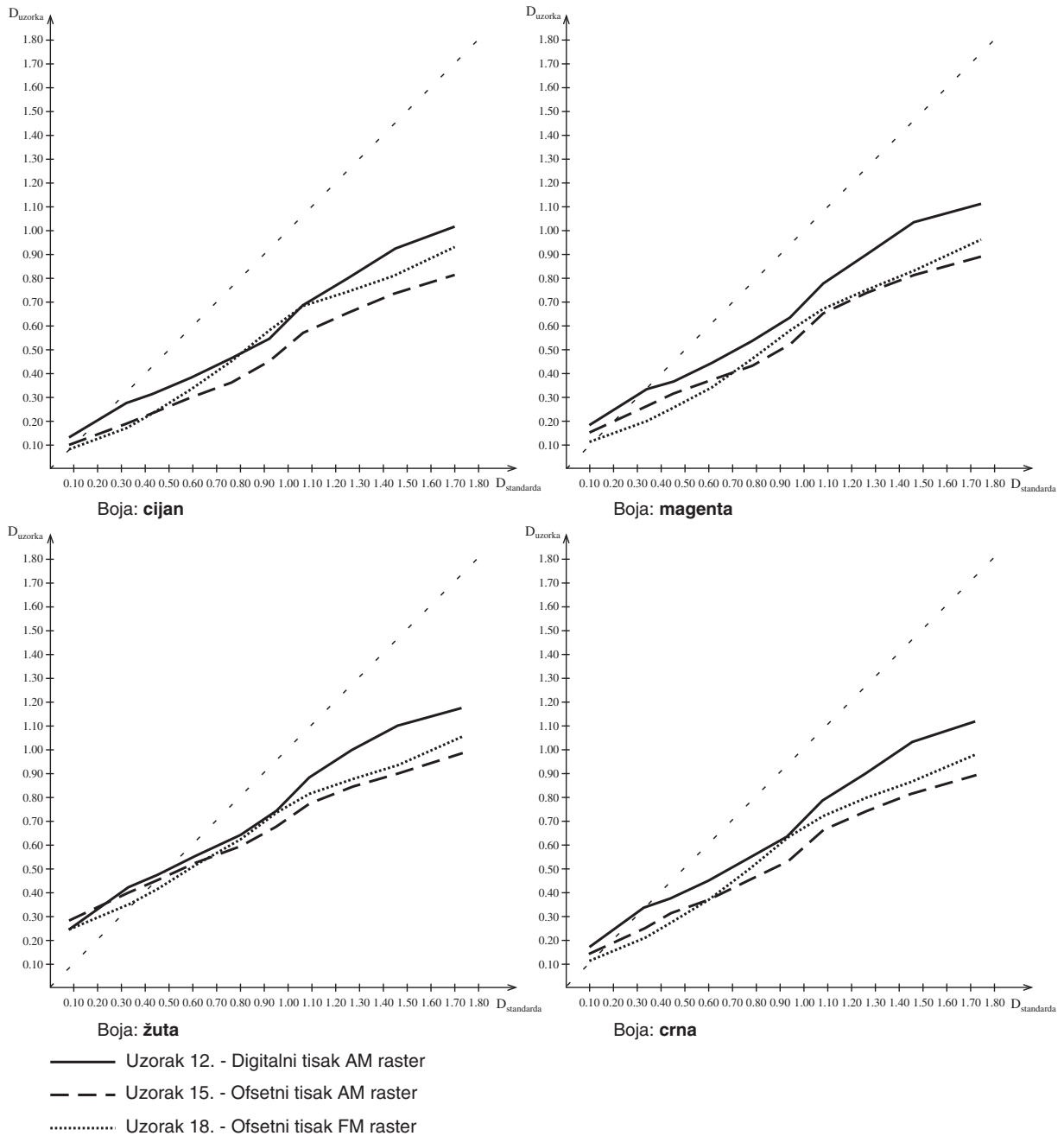
Uzorak	Boje							
	Cijan		Magenta		Žuta		Crna	
	k	$R^2$	k	$R^2$	k	$R^2$	k	$R^2$
Uzorak 10.	0.6806	0.9785	0.7235	0.9742	0.7604	0.9799	0.7393	0.9811
Uzorak 13.	0.6602	0.9803	0.7364	0.9800	0.7732	0.9886	0.7369	0.9859
Uzorak 16.	0.7937	0.9817	0.8699	0.9786	0.9712	0.9799	0.8881	0.9832



Slika 66. - Krivulje reprodukcije boja uzoraka tonskog sustava snimljenih klasičnim fotoaparatom, otisnutih na bijelom nepremazanom papiru digitalnim tiskom AM rasterom, ofsetnim tiskom AM rasterom i ofsetnim tiskom FM rasterom

Tablica 8. - Vrijednosti koeficijenta determinacije  $R^2$  za linearne regresijske jednadžbe i koeficijenti smjera  $k$  za krivulje reprodukcije boja

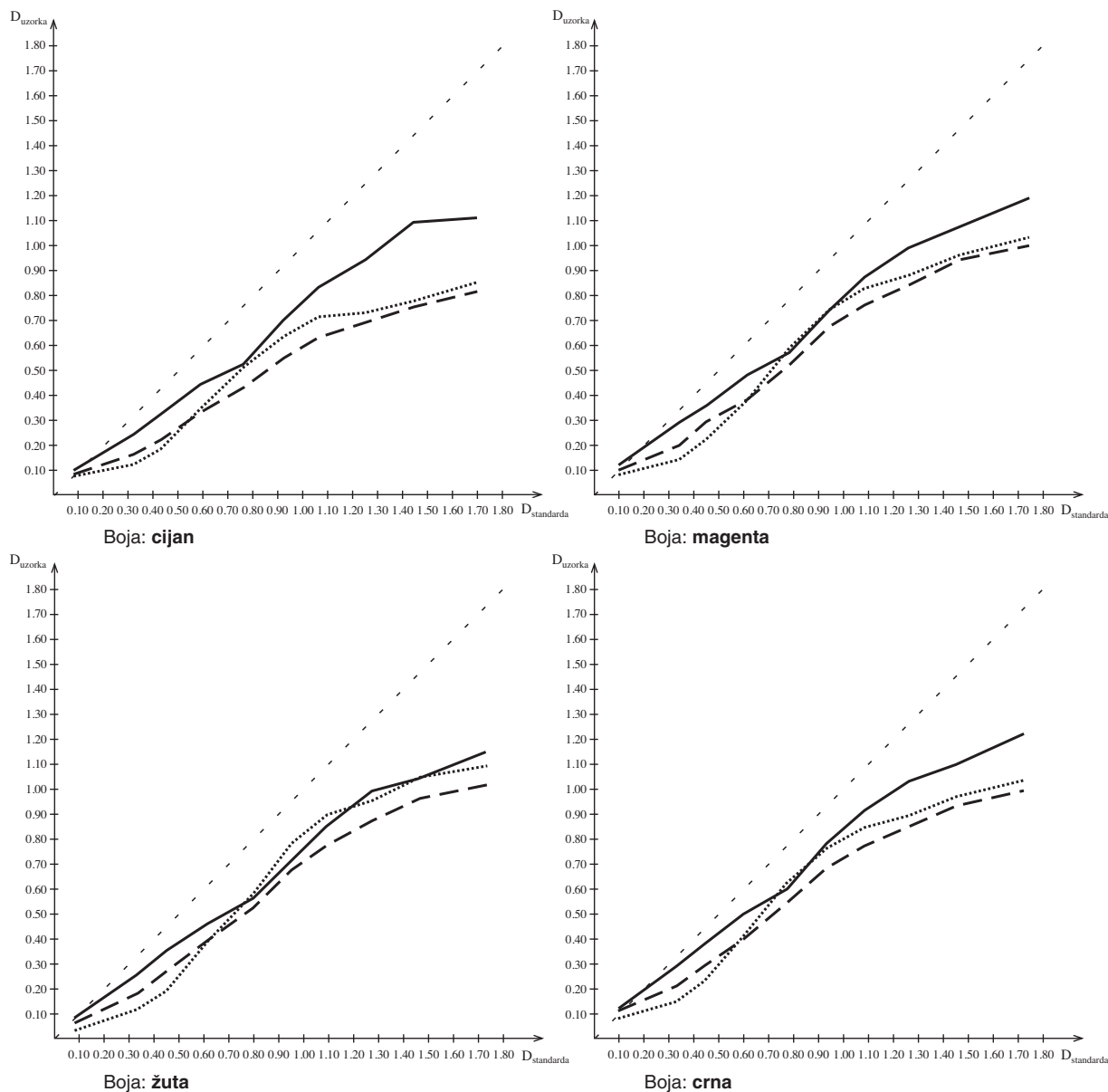
Uzorak	Boje							
	Cijan		Magenta		Žuta		Crna	
	k	$R^2$	k	$R^2$	k	$R^2$	k	$R^2$
Uzorak 11.	0.5434	0.9825	0.5785	0.9810	0.5900	0.9867	0.5878	0.9831
Uzorak 14.	0.6454	0.9783	0.7020	0.9800	0.7325	0.9893	0.7096	0.9858
Uzorak 17.	0.8183	0.9834	0.8393	0.9816	0.9102	0.9831	0.8682	0.9853



Slika 67. - Krivulje reprodukcije boja uzoraka tonskog sustava snimljenih klasičnim fotoaparatom, otisnutih na žutom nepremazanom papiru digitalnim tiskom AM rasterom, ofsetnim tiskom AM rasterom i ofsetnim tiskom FM rasterom

Tablica 9. - Vrijednosti koeficijenta determinacije  $R^2$  za linearne regresijske jednadžbe i koeficijenti smjera  $k$  za krivulje reprodukcije boja

Uzorak	Boje							
	Cijan		Magenta		Žuta		Crna	
	k	$R^2$	k	$R^2$	k	$R^2$	k	$R^2$
Uzorak 12.	0.5658	0.9903	0.6028	0.9878	0.5903	0.9884	0.6066	0.9906
Uzorak 15.	0.4672	0.9901	0.4773	0.9883	0.4400	0.9924	0.4872	0.9907
Uzorak 18.	0.5605	0.9853	0.5520	0.9908	0.5129	0.9885	0.5722	0.9855

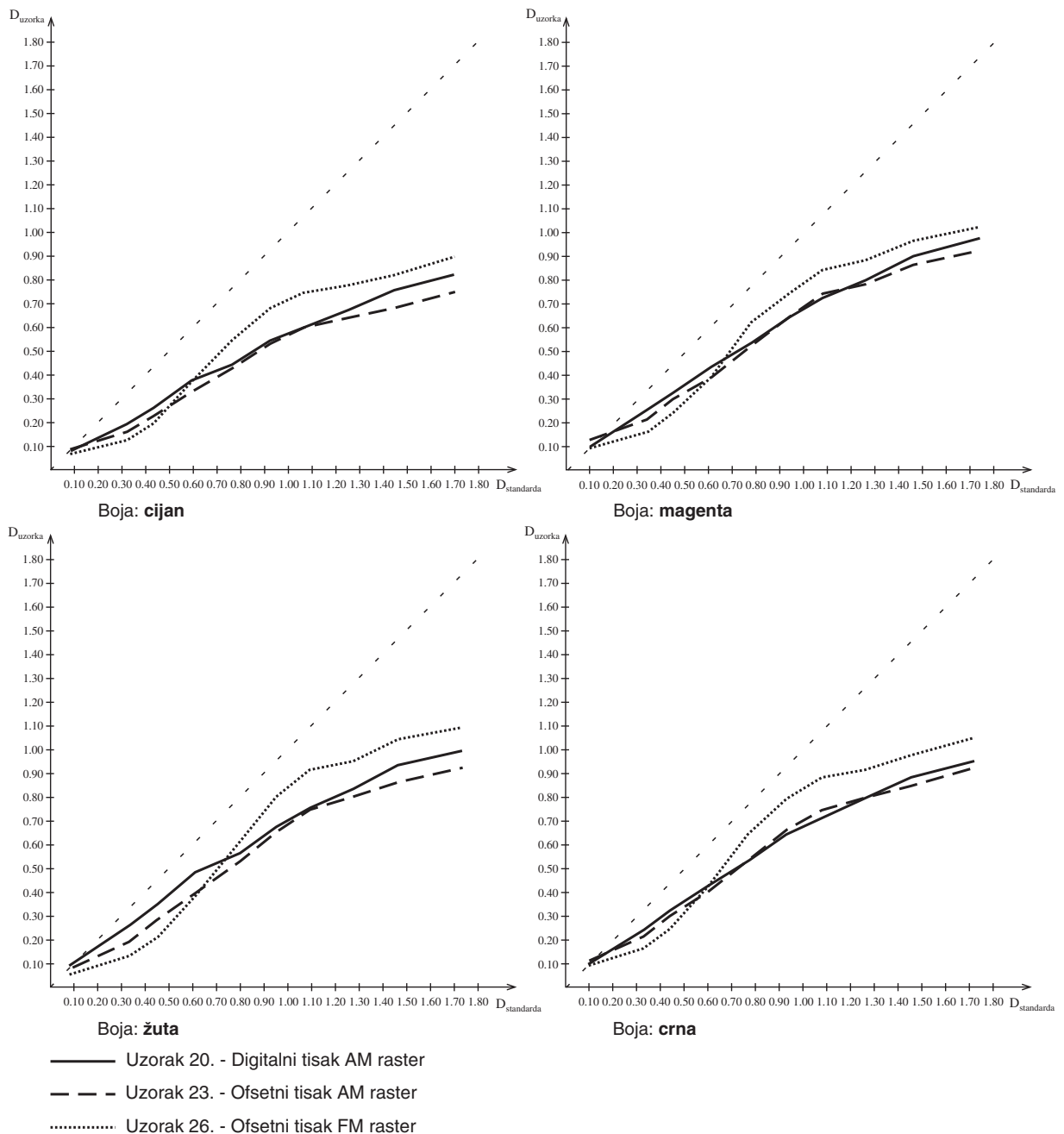


- Uzorak 19. - Digitalni tisak AM raster
- - - Uzorak 22. - Ofsetni tisak AM raster
- ..... Uzorak 25. - Ofsetni tisak FM raster

Slika 68. - Krivulje reprodukcije boja uzoraka tonskog sustava snimljenih digitalnim fotoaparatom, otisnutih na bijelom premazanom papiru digitalnim tiskom AM rasterom, ofsetnim tiskom AM rasterom i ofsetnim tiskom FM rasterom

Tablica 10. - Vrijednosti koeficijenta determinacije  $R^2$  za linearne regresijske jednadžbe i koeficijenti smjera  $k$  za krivulje reprodukcije boja

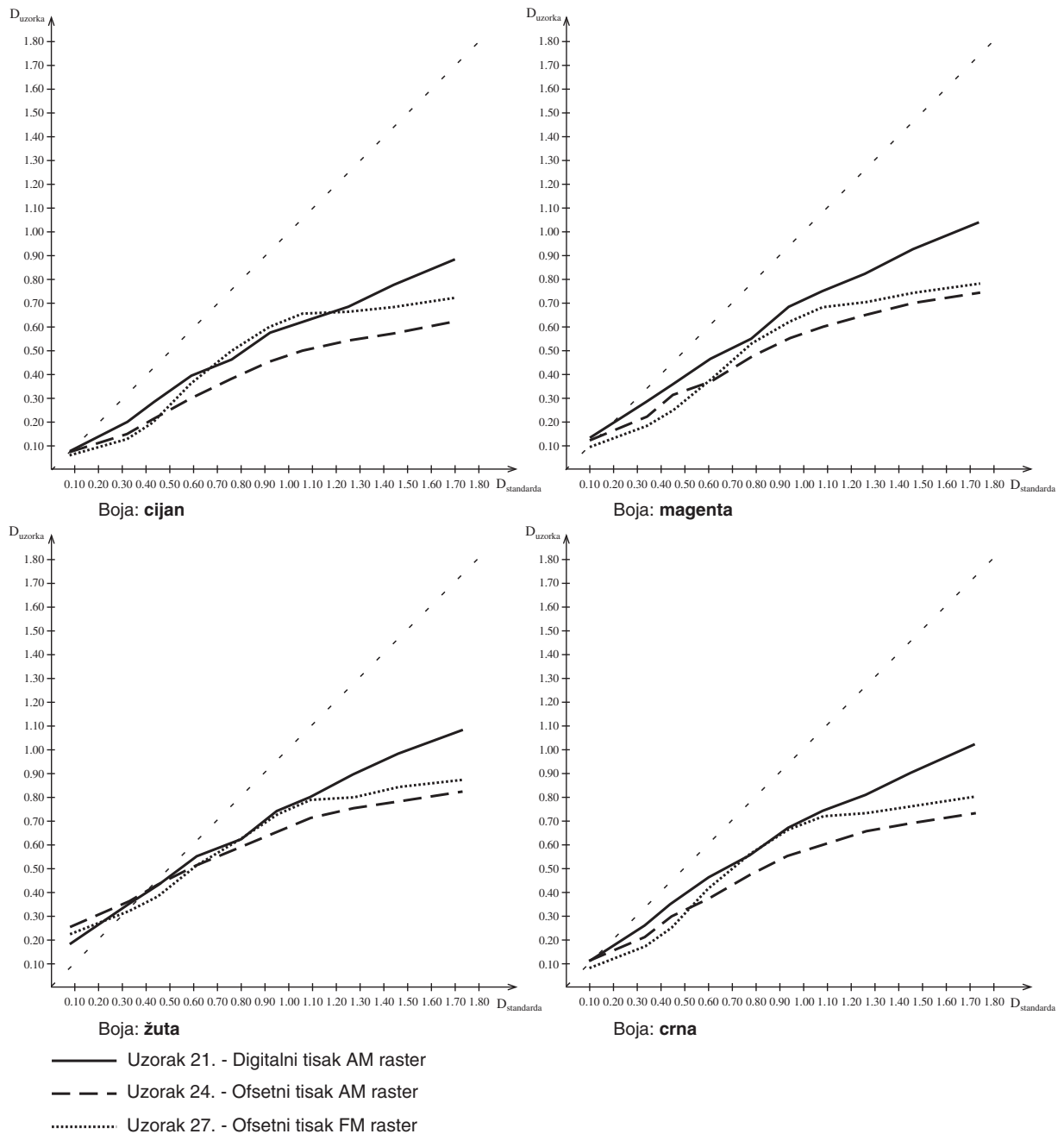
Uzorak	Boje							
	Cijan		Magenta		Žuta		Crna	
	k	$R^2$	k	$R^2$	k	$R^2$	k	$R^2$
Uzorak 19.	0.6636	0.9834	0.6883	0.9874	0.6865	0.9851	0.7147	0.9848
Uzorak 22.	0.4953	0.9735	0.6062	0.9760	0.6363	0.9773	0.5980	0.9736
Uzorak 25.	0.5436	0.9314	0.6648	0.9444	0.7495	0.9515	0.6642	0.9387



Slika 69. - Krivulje reprodukcije boja uzoraka tonskog sustava snimljenih digitalnim fotoaparatom, otisnutih na bijelom nepremazanom papiru digitalnim tiskom AM rasterom, ofsetnim tiskom AM rasterom i ofsetnim tiskom FM rasterom

Tablica 11. - Vrijednosti koeficijenta determinacije  $R^2$  za linearne regresijske jednadžbe i koeficijenti smjera  $k$  za krivulje reprodukcije boja

Uzorak	Boje							
	Cijan		Magenta		Žuta		Crna	
	k	$R^2$	k	$R^2$	k	$R^2$	k	$R^2$
Uzorak 20.	0.4774	0.9856	0.5533	0.9848	0.5622	0.9812	0.5439	0.9829
Uzorak 23.	0.4409	0.9650	0.5355	0.9663	0.5601	0.9634	0.5372	0.9645
Uzorak 26.	0.5751	0.9296	0.6490	0.9378	0.7324	0.9422	0.6708	0.9306



Slika 70. - Krivulje reprodukcije boja uzoraka tonskog sustava snimljenih digitalnim fotoaparatom, otisnutih na žutom nepremazanom papiru digitalnim tiskom AM rasterom, ofsetnim tiskom AM rasterom i ofsetnim tiskom FM rasterom

Tablica 12. - Vrijednosti koeficijenta determinacije  $R^2$  za linearne regresijske jednadžbe i koeficijenti smjera  $k$  za krivulje reprodukcije boja

Uzorak	Boje							
	Cijan		Magenta		Žuta		Crna	
	k	$R^2$	k	$R^2$	k	$R^2$	k	$R^2$
Uzorak 21.	0.4987	0.9882	0.5678	0.9922	0.5488	0.9895	0.5630	0.9879
Uzorak 24.	0.3556	0.9600	0.3984	0.9600	0.3593	0.9567	0.4017	0.9542
Uzorak 27.	0.4553	0.8911	0.4641	0.9174	0.4343	0.9257	0.4890	0.8980

Tablica 13. - Sistematizacija uzoraka sustava svjetla i sjene vizualne predodžbe

<b>Uzorak</b>	<b>Tehnološki sustav snimanja</b>	<b>Podloga</b>	<b>Tehnika tiska</b>
Uzorak 28.	Skeniranje	Bijeli glatki papir	Digitalni tisak AM raster
Uzorak 29.	Skeniranje	Bijeli mat papir	Digitalni tisak AM raster
Uzorak 30.	Skeniranje	Žuti mat papir	Digitalni tisak AM raster
Uzorak 31.	Skeniranje	Bijeli glatki papir	Ofsetni tisak AM raster
Uzorak 32.	Skeniranje	Bijeli mat papir	Ofsetni tisak AM raster
Uzorak 33.	Skeniranje	Žuti mat papir	Ofsetni tisak AM raster
Uzorak 34.	Skeniranje	Bijeli glatki papir	Ofsetni tisak FM raster
Uzorak 35.	Skeniranje	Bijeli mat papir	Ofsetni tisak FM raster
Uzorak 36.	Skeniranje	Žuti mat papir	Ofsetni tisak FM raster
Uzorak 37.	Snimljeno klasičnim fotoaparatom	Bijeli glatki papir	Digitalni tisak AM raster
Uzorak 38.	Snimljeno klasičnim fotoaparatom	Bijeli mat papir	Digitalni tisak AM raster
Uzorak 39.	Snimljeno klasičnim fotoaparatom	Žuti mat papir	Digitalni tisak AM raster
Uzorak 40.	Snimljeno klasičnim fotoaparatom	Bijeli glatki papir	Ofsetni tisak AM raster
Uzorak 41.	Snimljeno klasičnim fotoaparatom	Bijeli mat papir	Ofsetni tisak AM raster
Uzorak 42.	Snimljeno klasičnim fotoaparatom	Žuti mat papir	Ofsetni tisak AM raster
Uzorak 43.	Snimljeno klasičnim fotoaparatom	Bijeli glatki papir	Ofsetni tisak FM raster
Uzorak 44.	Snimljeno klasičnim fotoaparatom	Bijeli mat papir	Ofsetni tisak FM raster
Uzorak 45.	Snimljeno klasičnim fotoaparatom	Žuti mat papir	Ofsetni tisak FM raster
Uzorak 46.	Snimljeno digitalnim fotoaparatom	Bijeli glatki papir	Digitalni tisak AM raster
Uzorak 47.	Snimljeno digitalnim fotoaparatom	Bijeli mat papir	Digitalni tisak AM raster
Uzorak 48.	Snimljeno digitalnim fotoaparatom	Žuti mat papir	Digitalni tisak AM raster
Uzorak 49.	Snimljeno digitalnim fotoaparatom	Bijeli glatki papir	Ofsetni tisak AM raster
Uzorak 50.	Snimljeno digitalnim fotoaparatom	Bijeli mat papir	Ofsetni tisak AM raster
Uzorak 51.	Snimljeno digitalnim fotoaparatom	Žuti mat papir	Ofsetni tisak AM raster
Uzorak 52.	Snimljeno digitalnim fotoaparatom	Bijeli glatki papir	Ofsetni tisak FM raster
Uzorak 53.	Snimljeno digitalnim fotoaparatom	Bijeli mat papir	Ofsetni tisak FM raster
Uzorak 54.	Snimljeno digitalnim fotoaparatom	Žuti mat papir	Ofsetni tisak FM raster

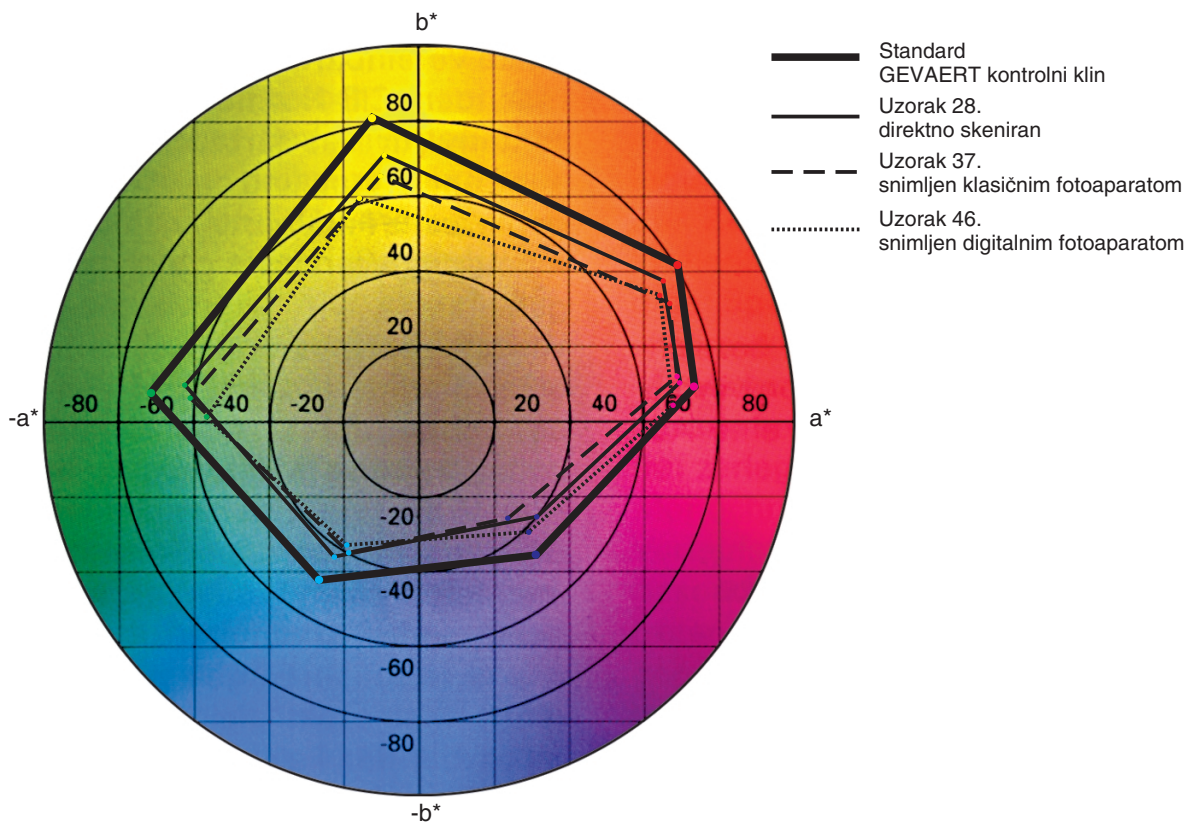
Tablica 14. - Rezultati vizualne procjene promatrača uzoraka sustava svjetla i sjene vizualne predodžbe

<b>Uzorak</b>	<b>Tehnološki sustav snimanja</b>	<b>Podloga</b>	<b>Tehnika tiska</b>	<b>Ocjene vizualne procjene promatrača</b>
Uzorak 28.	Skeniranje	Bijeli gl. papir	Digitalni, AM raster	izvrsno
Uzorak 29.	Skeniranje	Bijeli mat papir	Digitalni, AM raster	izvrsno
Uzorak 30.	Skeniranje	Žuti mat papir	Digitalni, AM raster	neprihvatljivo
Uzorak 31.	Skeniranje	Bijeli gl. papir	Ofsetni, AM raster	vrlo dobro
Uzorak 32.	Skeniranje	Bijeli mat papir	Ofsetni, AM raster	neprihvatljivo
Uzorak 33.	Skeniranje	Žuti mat papir	Ofsetni, AM raster	neprihvatljivo
Uzorak 34.	Skeniranje	Bijeli gl. papir	Ofsetni, FM raster	još uvijek prihvatljivo
Uzorak 35.	Skeniranje	Bijeli mat papir	Ofsetni, FM raster	neprihvatljivo
Uzorak 36.	Skeniranje	Žuti mat papir	Ofsetni, FM raster	neprihvatljivo
Uzorak 37.	Klasični fotoaparati	Bijeli gl. papir	Digitalni, AM raster	izvrsno
Uzorak 38.	Klasični fotoaparati	Bijeli mat papir	Digitalni, AM raster	izvrsno
Uzorak 39.	Klasični fotoaparati	Žuti mat papir	Digitalni, AM raster	vrlo dobro
Uzorak 40.	Klasični fotoaparati	Bijeli gl. papir	Ofsetni, AM raster	prihvatljivo
Uzorak 41.	Klasični fotoaparati	Bijeli mat papir	Ofsetni, AM raster	prihvatljivo
Uzorak 42.	Klasični fotoaparati	Žuti mat papir	Ofsetni, AM raster	neprihvatljivo
Uzorak 43.	Klasični fotoaparati	Bijeli gl. papir	Ofsetni, FM raster	vrlo dobro
Uzorak 44.	Klasični fotoaparati	Bijeli mat papir	Ofsetni, FM raster	vrlo dobro
Uzorak 45.	Klasični fotoaparati	Žuti mat papir	Ofsetni, FM raster	neprihvatljivo
Uzorak 46.	Digitalni fotoaparati	Bijeli gl. papir	Digitalni, AM raster	još uvijek prihvatljivo
Uzorak 47.	Digitalni fotoaparati	Bijeli mat papir	Digitalni, AM raster	prihvatljivo
Uzorak 48.	Digitalni fotoaparati	Žuti mat papir	Digitalni, AM raster	neprihvatljivo
Uzorak 49.	Digitalni fotoaparati	Bijeli gl. papir	Ofsetni, AM raster	neprihvatljivo
Uzorak 50.	Digitalni fotoaparati	Bijeli mat papir	Ofsetni, AM raster	neprihvatljivo
Uzorak 51.	Digitalni fotoaparati	Žuti mat papir	Ofsetni, AM raster	neprihvatljivo
Uzorak 52.	Digitalni fotoaparati	Bijeli gl. papir	Ofsetni, FM raster	neprihvatljivo
Uzorak 53.	Digitalni fotoaparati	Bijeli mat papir	Ofsetni, FM raster	neprihvatljivo
Uzorak 54.	Digitalni fotoaparati	Žuti mat papir	Ofsetni, FM raster	neprihvatljivo

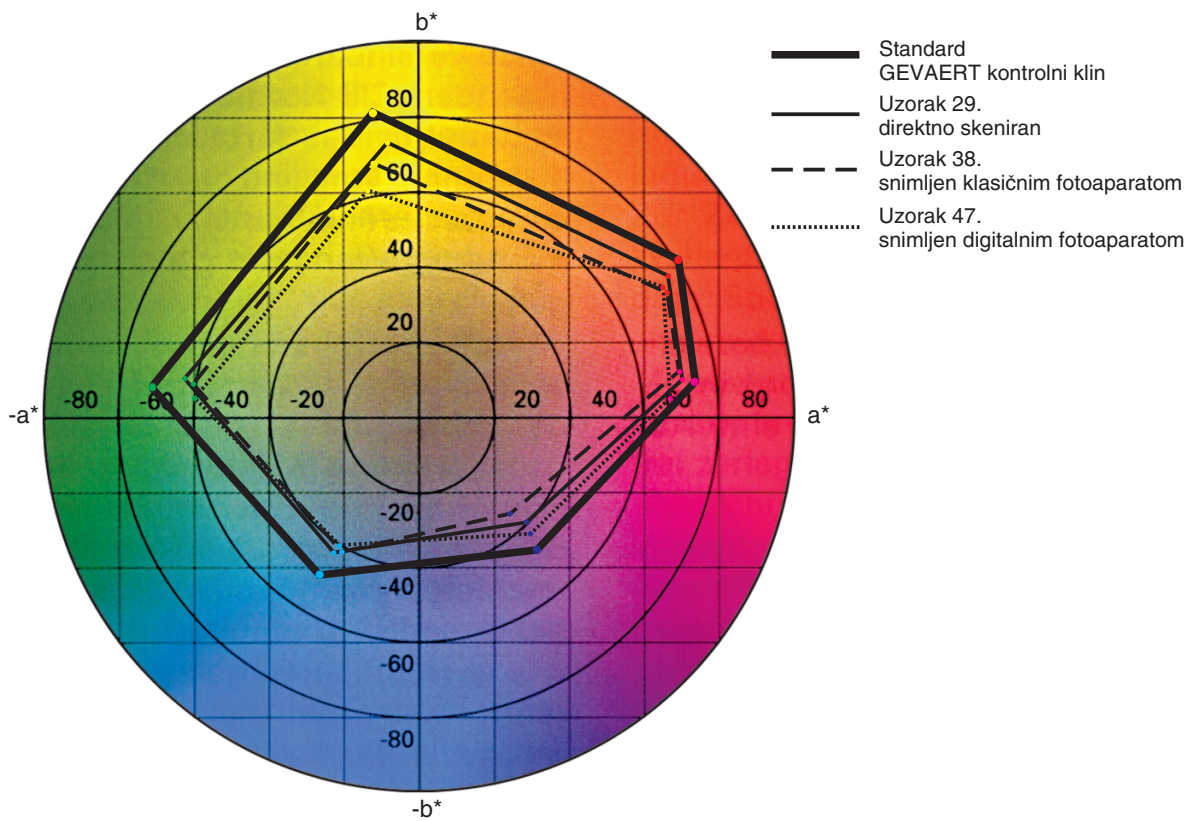


Tablica 15. - Uzorci sustava svjetla i sjene vizualne predodžbe sa pripadajućim veličinama  $\Delta E^*_{94}$  i  $\Delta E_{00}$  razlikama boja

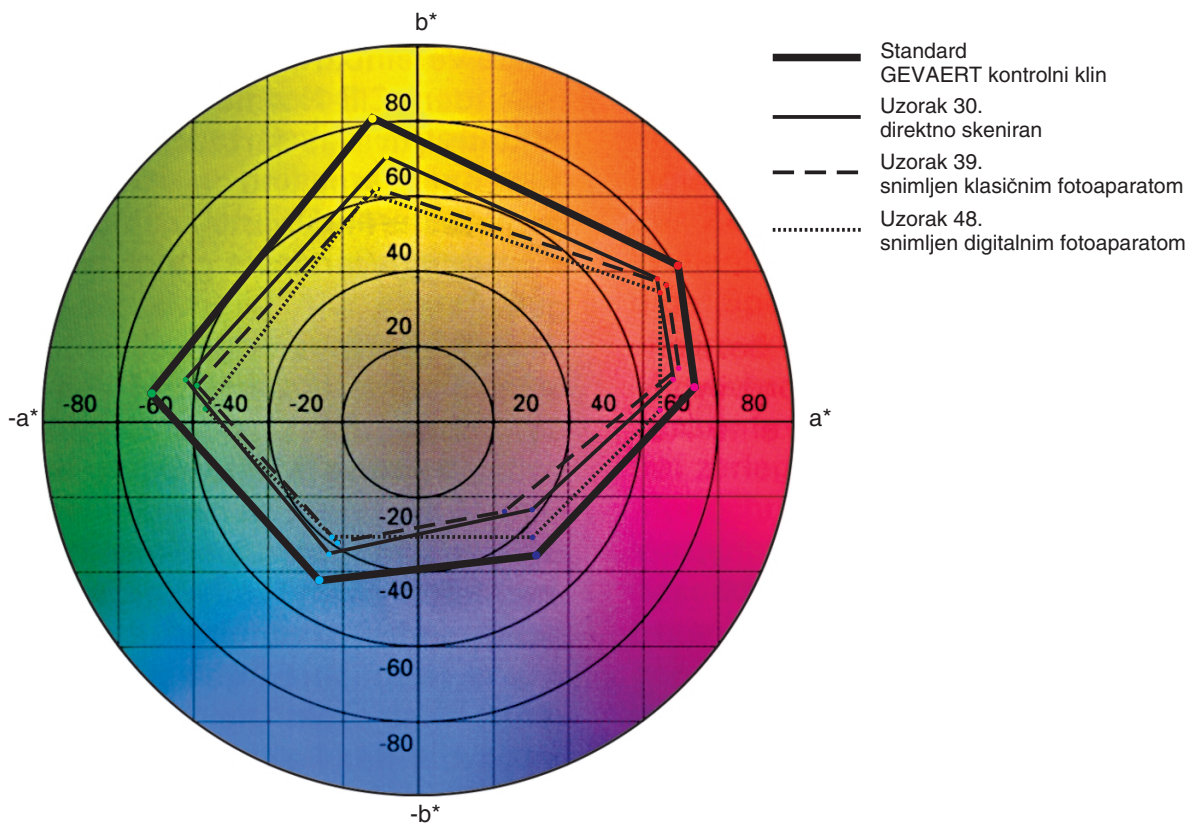
	Cijan	Magenta	Žuta	Zelena	Crvena	Ljubičastoplava
Uzorak	$\Delta E^*_{94}$ $\Delta E_{00}$	$\Delta E^*_{94}$ $\Delta E_{00}$	$\Delta E^*_{94}$ $\Delta E_{00}$	$\Delta E^*_{94}$ $\Delta E_{00}$	$\Delta E^*_{94}$ $\Delta E_{00}$	$\Delta E^*_{94}$ $\Delta E_{00}$
<b>Skenirani uzorci</b>						
Uzorak 28.	2.79 2.84	4.34 4.26	2.90 2.73	3.65 3.70	2.48 2.51	6.96 7.19
Uzorak 29.	3.19 3.11	4.17 4.09	4.35 3.41	3.87 3.93	3.58 3.60	4.59 4.79
Uzorak 30.	5.10 4.75	5.48 5.44	5.00 3.91	4.08 4.22	1.69 1.71	7.51 8.21
Uzorak 31.	3.75 2.25	4.18 4.17	2.89 2.43	4.28 4.42	3.09 3.21	6.40 5.85
Uzorak 32.	5.15 3.75	3.76 3.73	2.33 2.12	4.43 4.55	4.11 4.19	7.17 5.92
Uzorak 33.	4.46 2.76	5.23 5.29	2.11 2.29	3.42 3.82	3.33 3.55	6.22 5.23
Uzorak 34.	4.93 4.20	2.84 2.84	2.88 2.35	1.87 2.15	1.84 2.39	5.34 5.25
Uzorak 35.	2.83 1.62	2.89 2.89	1.81 1.89	2.36 2.53	2.24 2.39	5.94 5.11
Uzorak 36.	4.40 2.92	2.77 2.74	1.80 1.78	4.15 4.38	1.85 2.48	4.64 4.30
<b>Uzorci snimljeni klasičnim fotoaparatom</b>						
Uzorak 37.	5.72 6.16	3.96 3.78	3.40 3.66	5.22 4.89	4.51 5.37	4.27 4.74
Uzorak 38.	5.92 6.23	1.57 1.73	3.43 3.46	2.79 2.98	2.69 3.55	6.14 5.75
Uzorak 39.	6.03 5.75	4.31 4.41	4.14 4.60	3.89 4.02	9.32 9.39	6.37 6.54
Uzorak 40.	6.32 6.88	2.53 2.52	4.21 5.01	2.85 2.94	3.43 4.27	4.86 5.48
Uzorak 41.	6.05 6.61	2.94 3.01	4.67 5.20	2.90 3.05	3.51 4.15	5.32 4.90
Uzorak 42.	6.34 7.19	5.92 5.95	4.82 5.90	3.80 3.79	6.05 6.20	4.92 5.37
Uzorak 43.	6.47 7.04	1.56 1.67	3.63 4.01	2.85 3.10	2.47 2.83	7.39 6.74
Uzorak 44.	4.15 5.05	3.95 3.94	3.46 3.61	3.18 3.32	2.31 2.54	4.68 5.05
Uzorak 45.	5.19 5.75	5.69 5.76	4.64 5.64	3.30 3.34	6.15 6.22	4.96 5.59
<b>Uzorci snimljeni digitalnim fotoaparatom</b>						
Uzorak 46.	7.92 7.87	4.22 4.25	6.51 6.94	7.71 7.87	3.74 4.12	2.65 3.44
Uzorak 47.	5.90 5.75	2.91 2.98	8.37 7.15	3.70 3.78	3.61 3.91	3.95 3.37
Uzorak 48.	6.82 5.43	7.38 7.43	10.74 8.28	5.81 5.91	9.33 9.46	2.39 2.97
Uzorak 49.	5.28 5.08	3.44 3.54	8.65 7.42	6.30 6.38	2.86 2.96	8.28 6.19
Uzorak 50.	6.67 5.76	3.55 3.64	7.90 6.80	6.82 6.87	5.66 5.65	5.74 4.54
Uzorak 51.	7.51 6.24	7.67 7.72	8.56 6.59	4.77 4.90	7.86 7.87	3.58 4.01
Uzorak 52.	3.72 2.52	3.69 3.79	6.51 5.13	3.90 3.83	2.87 2.86	5.97 4.32
Uzorak 53.	4.52 4.29	4.54 4.55	4.18 3.93	4.99 4.91	4.47 3.67	4.89 3.33
Uzorak 54.	5.72 3.72	5.83 5.82	5.21 4.83	4.84 4.89	7.07 7.08	5.24 5.13



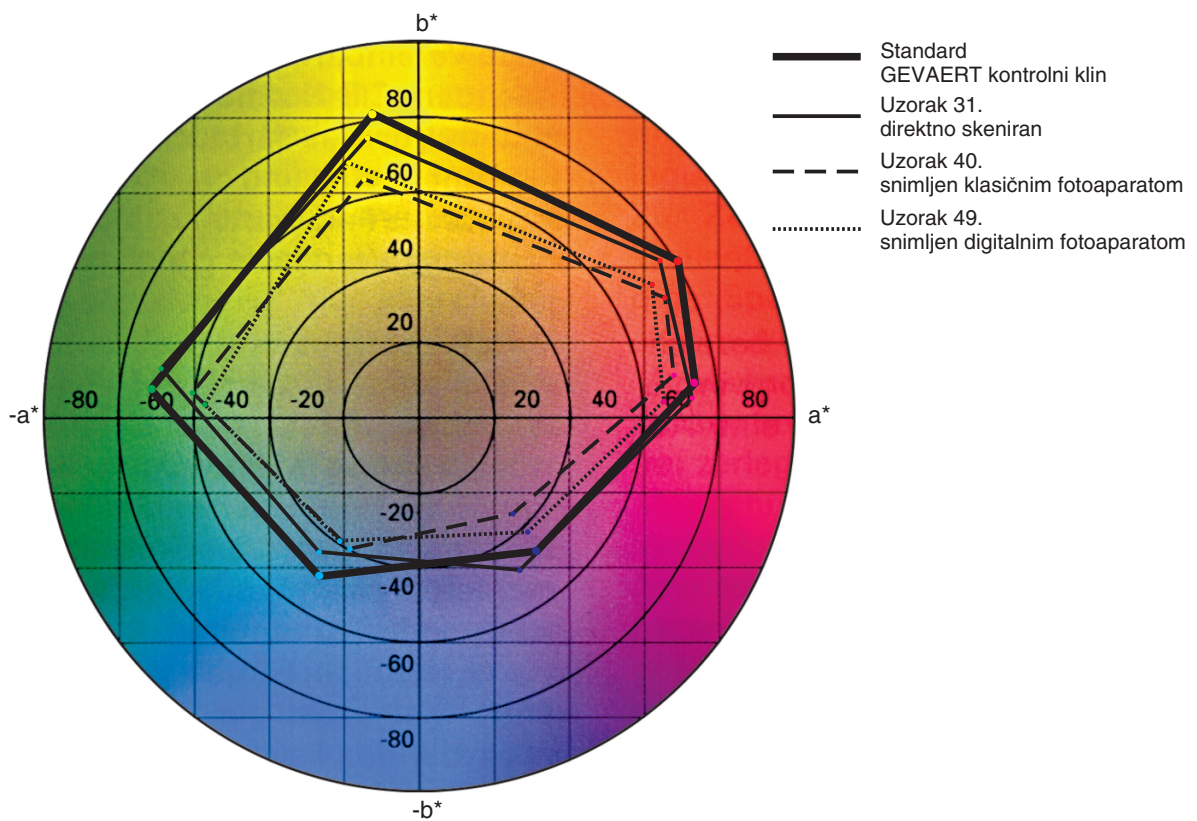
Slika 71. - Opseg boja uzoraka sustava svjetla i sjene prikazan u CIE LAB sustavu u ovisnosti o  $a^*$  i  $b^*$  koordinatama otisnutih na bijelom premazanom papiru digitalnim tiskom AM rasterom



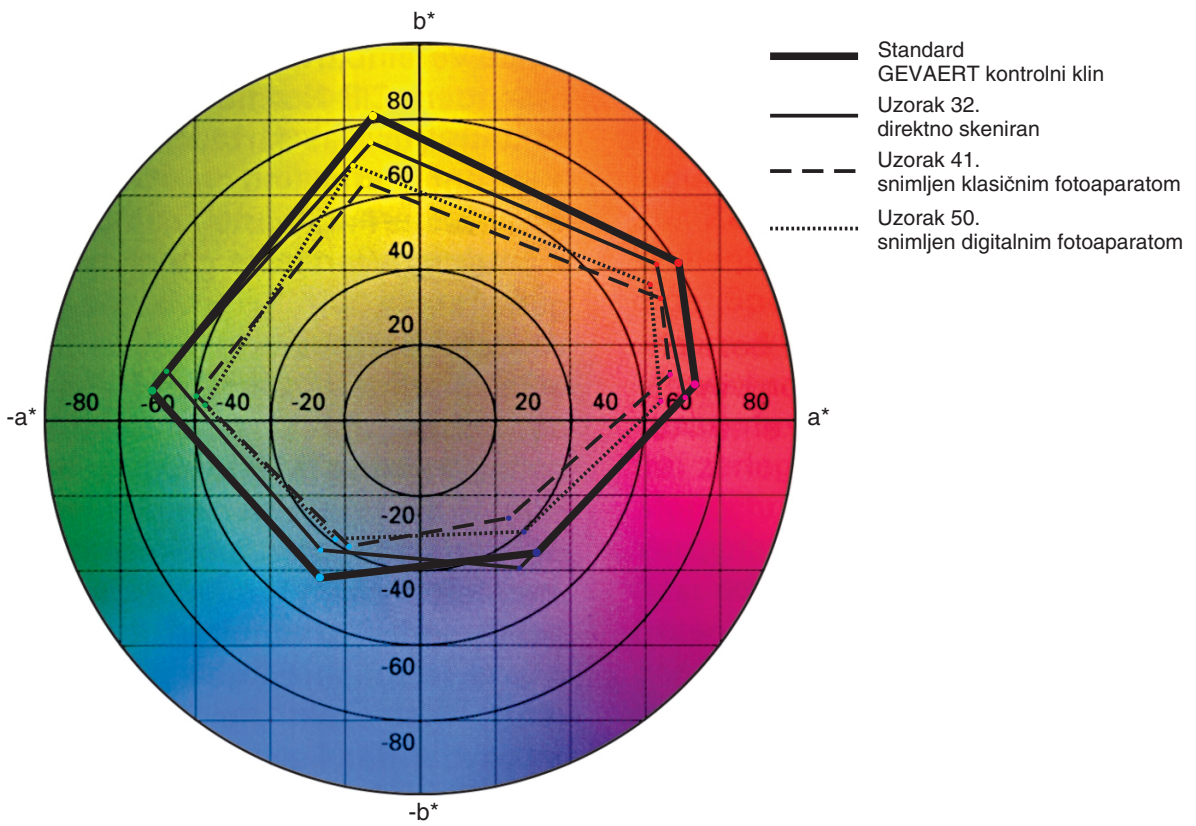
Slika 72. - Opseg boja uzoraka sustava svjetla i sjene prikazan u CIE LAB sustavu u ovisnosti o  $a^*$  i  $b^*$  koordinatama otisnutih na bijelom nepremazanom papiru digitalnim tiskom AM rasterom



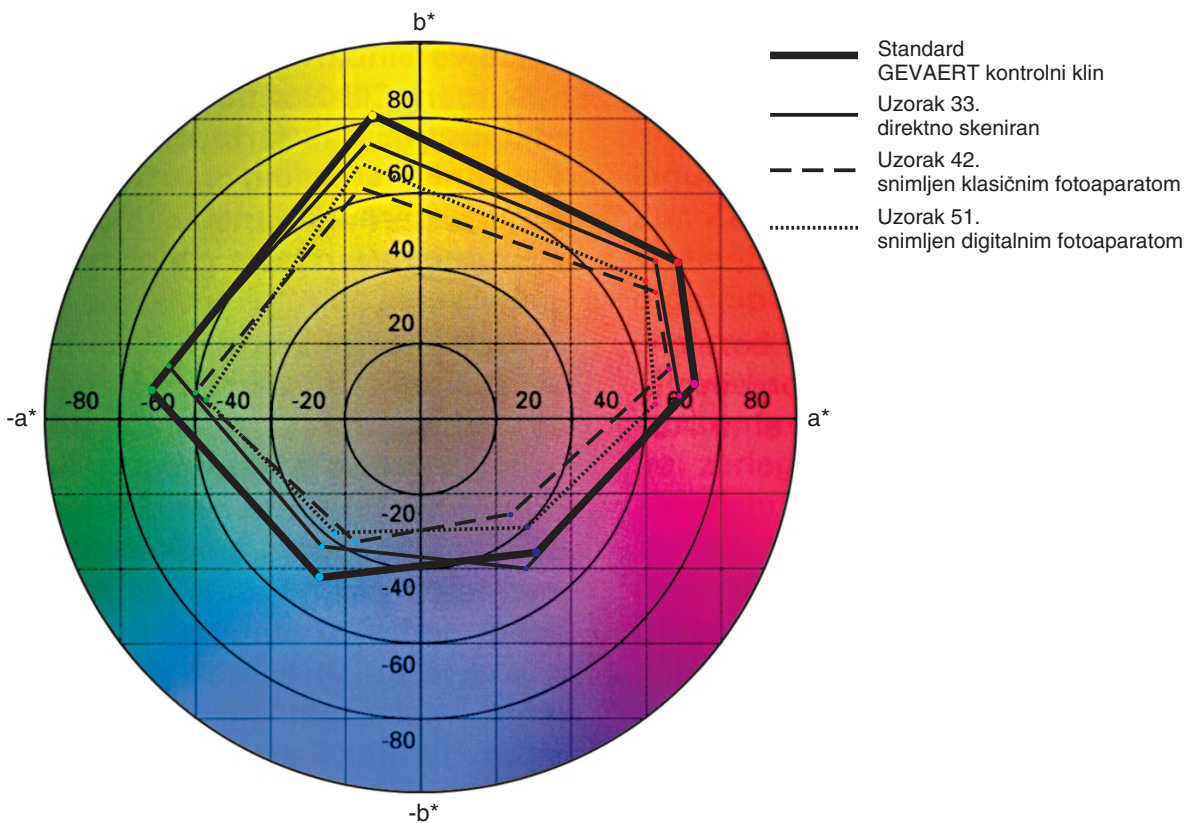
Slika 73. - Opseg boja uzoraka sustava svjetla i sjene prikazan u CIE LAB sustavu u ovisnosti o  $a^*$  i  $b^*$  koordinatama otisnutih na žutom nepremazanom papiru digitalnim tiskom AM rasterom



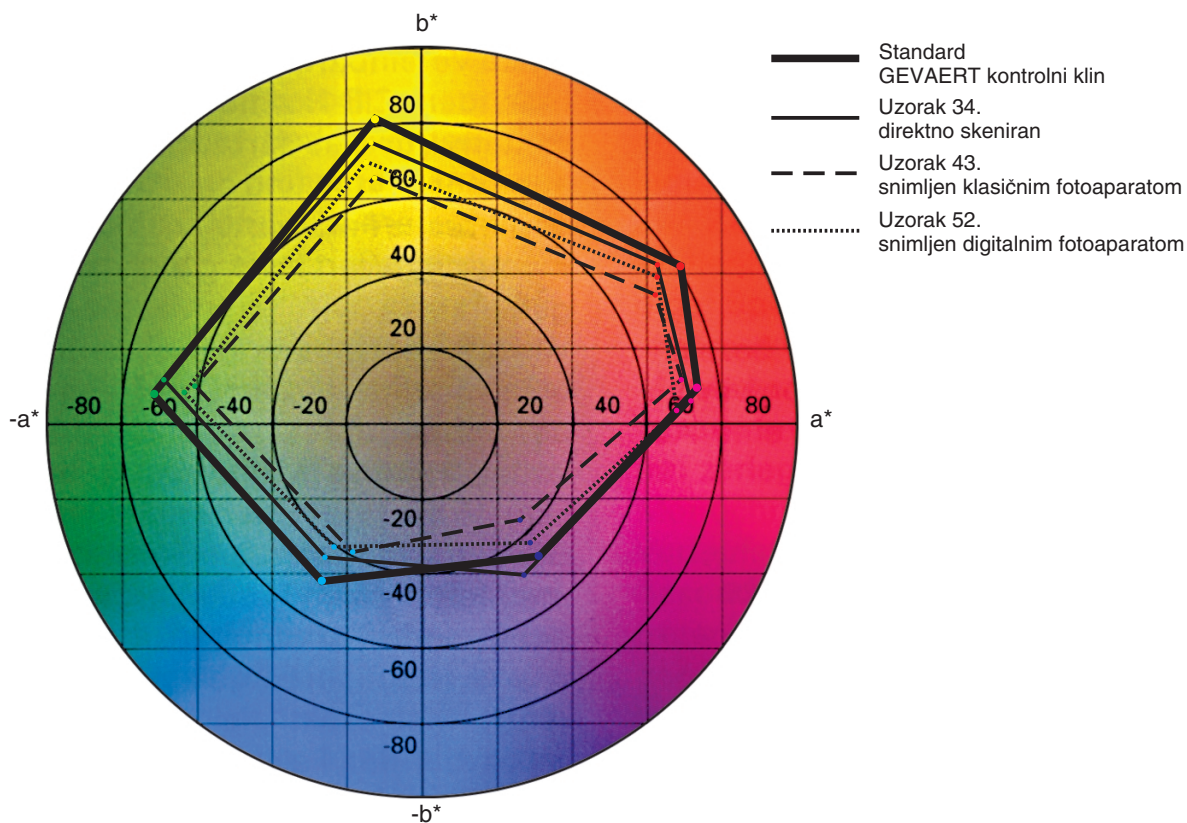
Slika 74. - Opseg boja uzoraka sustava svjetla i sjene prikazan u CIE LAB sustavu u ovisnosti o  $a^*$  i  $b^*$  koordinatama otisnutih na bijelom premazanom papiru ofsetnim tiskom AM rasterom



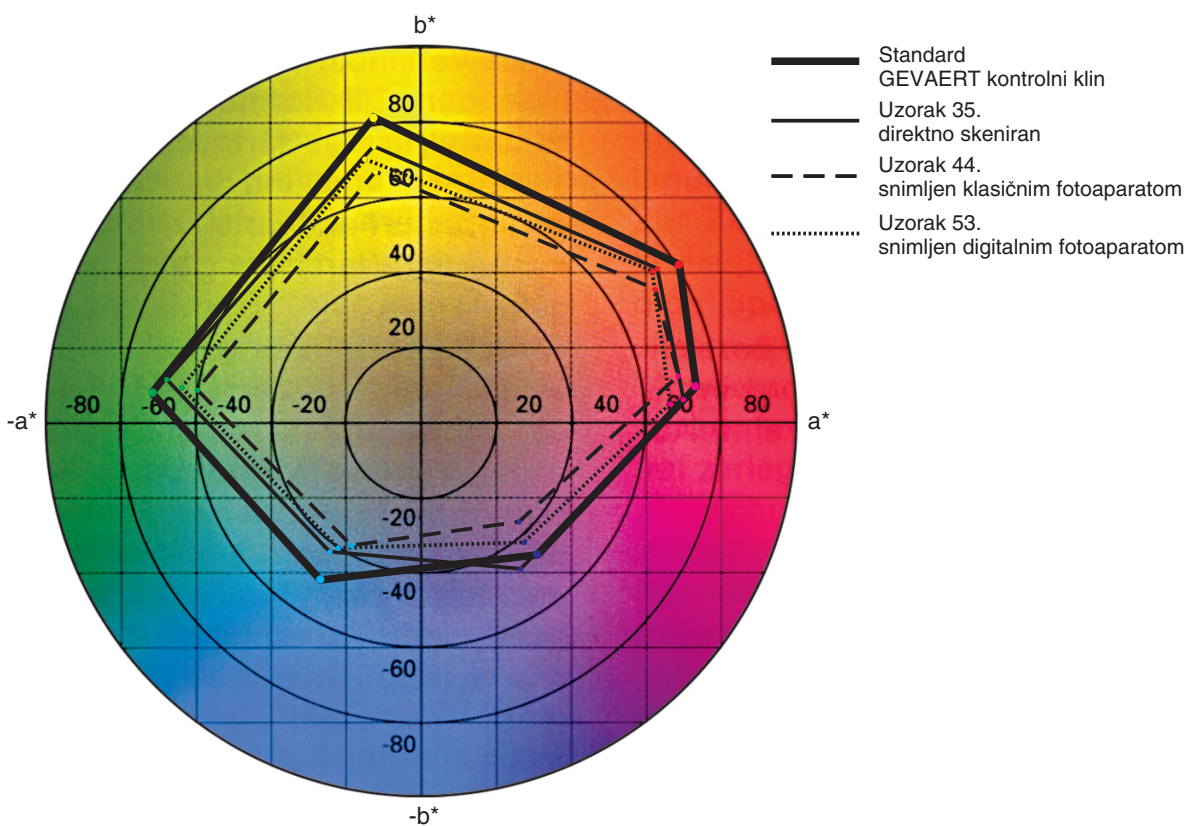
Slika 75. - Opseg boja uzoraka sustava svjetla i sjene prikazan u CIE LAB sustavu u ovisnosti o  $a^*$  i  $b^*$  koordinatama otisnutih na bijelom nepremazanom papiru ofsetnim tiskom AM rasterom



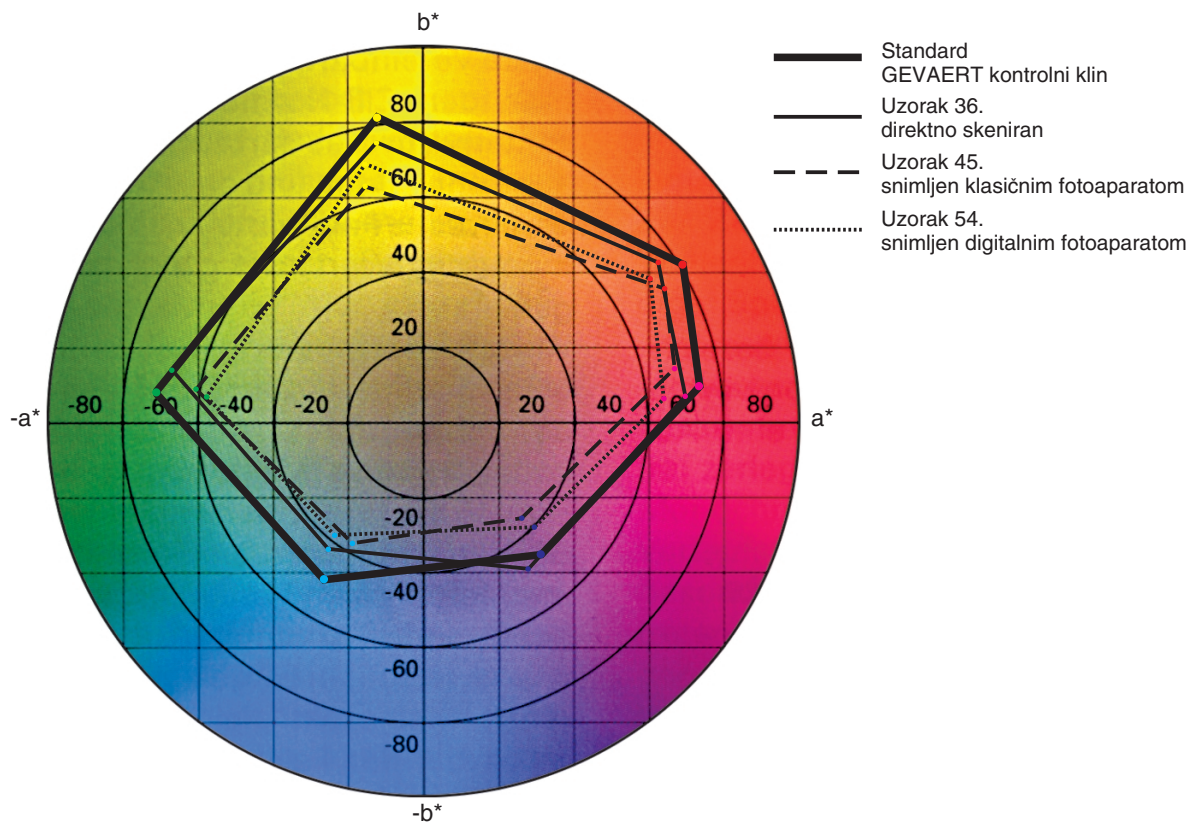
Slika 76. - Opseg boja uzoraka sustava svjetla i sjene prikazan u CIE LAB sustavu u ovisnosti o  $a^*$  i  $b^*$  koordinatama otisnutih na žutom nepremazanom papiru ofsetnim tiskom AM rasterom



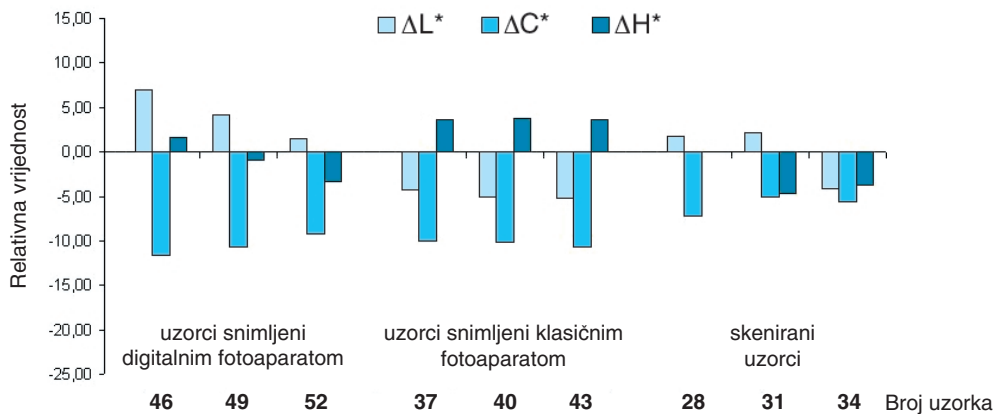
Slika 77. - Opseg boja uzoraka sustava svjetla i sjene prikazan u CIE LAB sustavu u ovisnosti o  $a^*$  i  $b^*$  koordinatama otisnutih na bijelom premazanom papiru ofsetnim tiskom FM rasterom



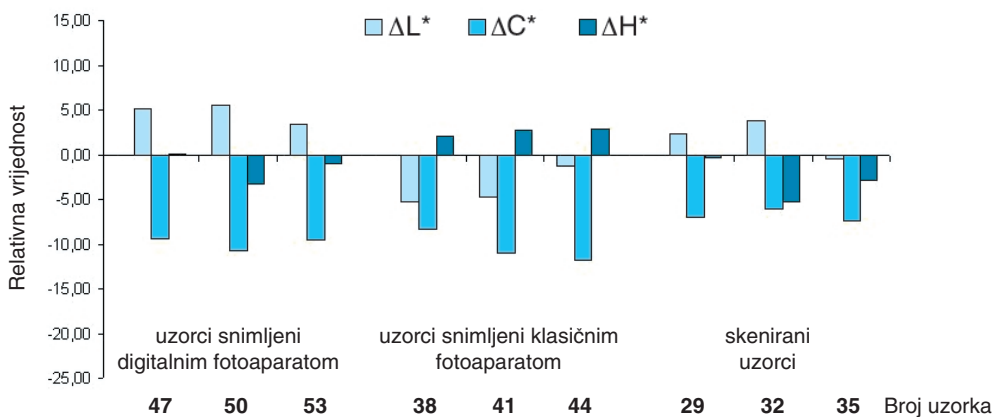
Slika 78. - Opseg boja uzoraka sustava svjetla i sjene prikazan u CIE LAB sustavu u ovisnosti o  $a^*$  i  $b^*$  koordinatama otisnutih na bijelom nepremazanom papiru ofsetnim tiskom FM rasterom



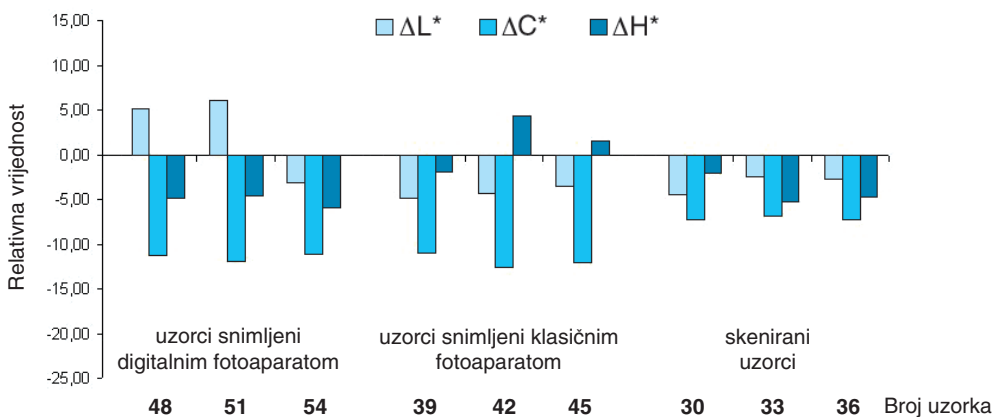
Slika 79. - Opseg boja uzoraka sustava svjetla i sjene prikazan u CIE LAB sustavu u ovisnosti o  $a^*$  i  $b^*$  koordinatama otisnutih na žutom nepremazanom papiru ofsetnim tiskom FM rasterom



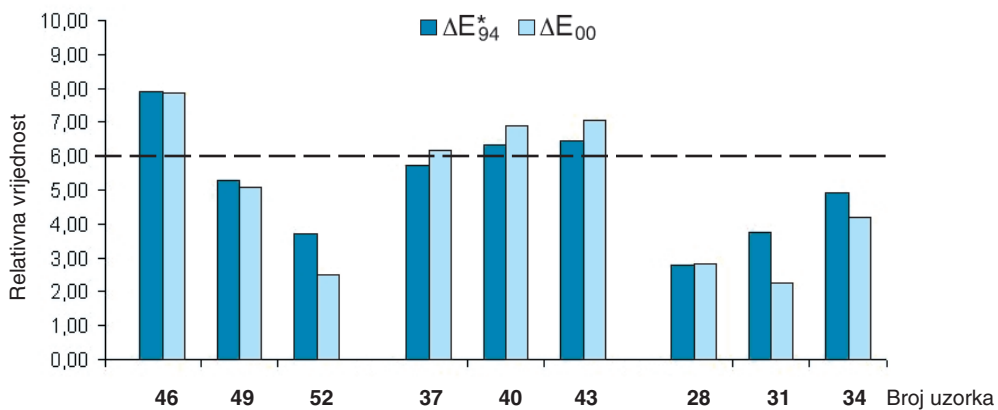
Slika 80. - Histogramski prikaz razlika vrijednosti  $\Delta L^*$ ,  $\Delta C^*$  i  $\Delta H^*$  uzoraka sustava svjetla i sjene u odnosu na standard za cijan boju na bijelom premazanom papiru



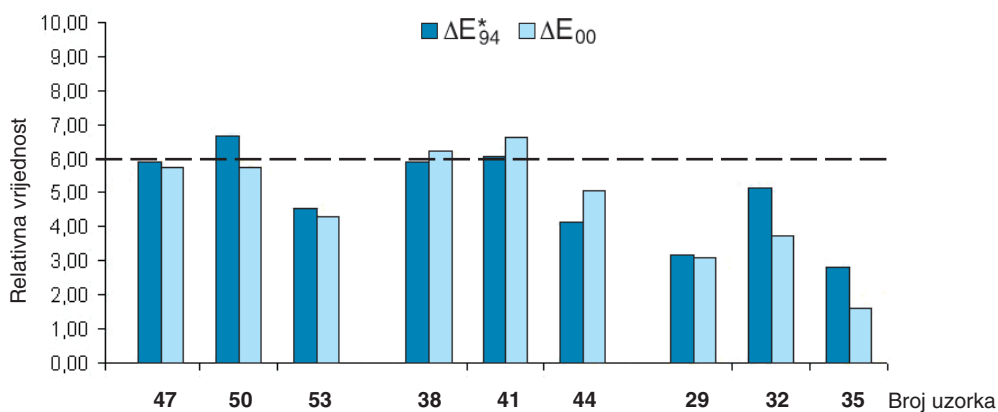
Slika 81. - Histogramski prikaz razlika vrijednosti  $\Delta L^*$ ,  $\Delta C^*$  i  $\Delta H^*$  uzoraka sustava svjetla i sjene u odnosu na standard za cijan boju na bijelom nepremazanom papiru



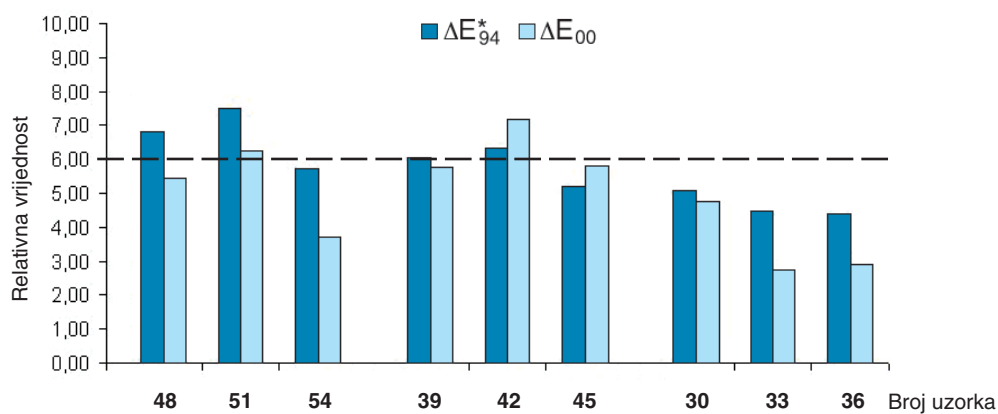
Slika 82. - Histogramski prikaz razlika vrijednosti  $\Delta L^*$ ,  $\Delta C^*$  i  $\Delta H^*$  uzoraka sustava svjetla i sjene u odnosu na standard za cijan boju na žutom nepremazanom papiru



Slika 83. - Histogramski prikaz ukupne promjene boje  $\Delta E_{94}^*$  i  $\Delta E_{00}$  uzoraka sustava svjetla i sjene u odnosu na standard za cijan boju na bijelom premazanom papiru

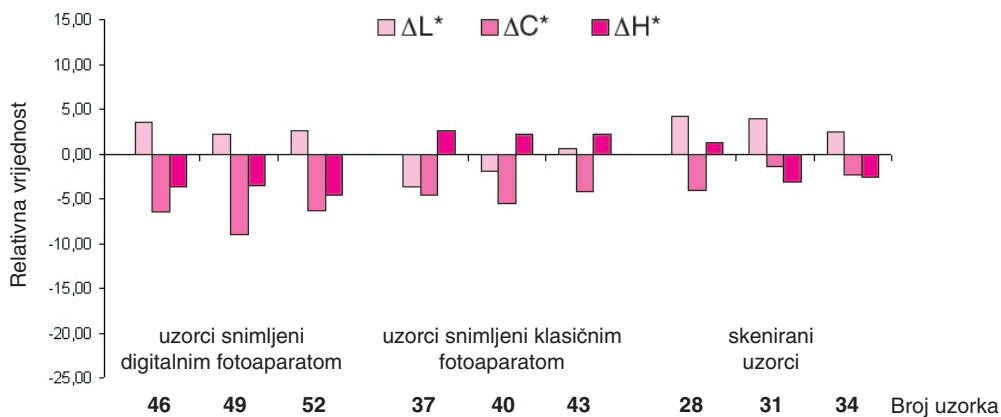


Slika 84. - Histogramski prikaz ukupne promjene boje  $\Delta E_{94}^*$  i  $\Delta E_{00}$  uzoraka sustava svjetla i sjene u odnosu na standard za cijan boju na bijelom nepremazanom papiru

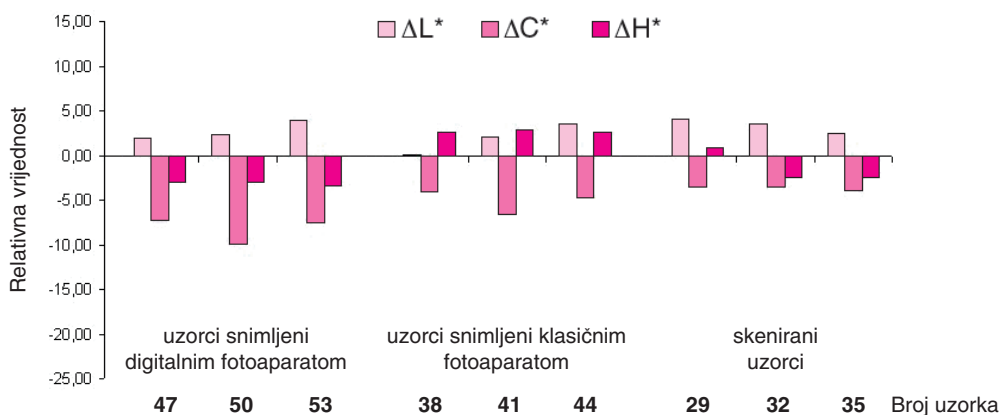


Slika 85. - Histogramski prikaz ukupne promjene boje  $\Delta E_{94}^*$  i  $\Delta E_{00}$  uzoraka sustava svjetla i sjene u odnosu na standard za cijan boju na žutom nepremazanom papiru

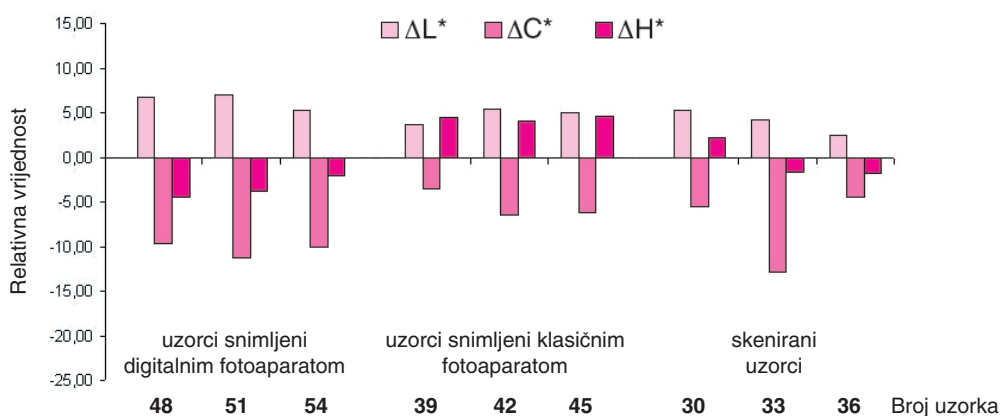




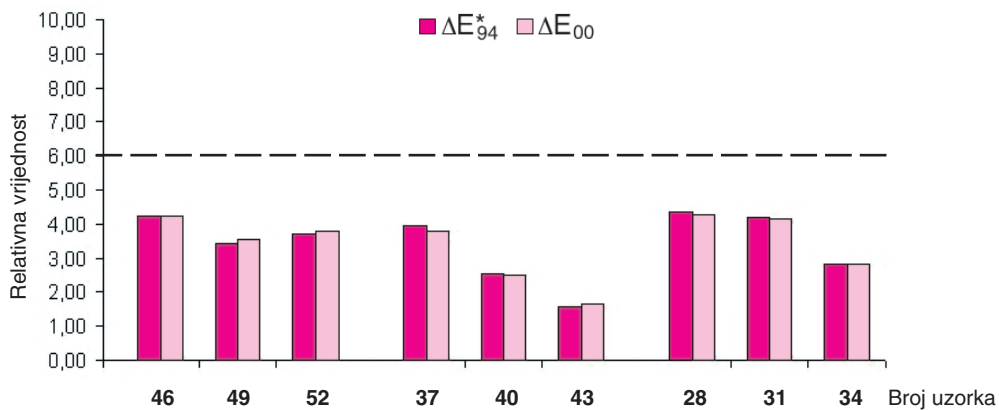
Slika 86. - Histogramski prikaz razlika vrijednosti  $\Delta L^*$ ,  $\Delta C^*$  i  $\Delta H^*$  uzoraka sustava svjetla i sjene u odnosu na standard za magenta boju na bijelom premazanom papiru



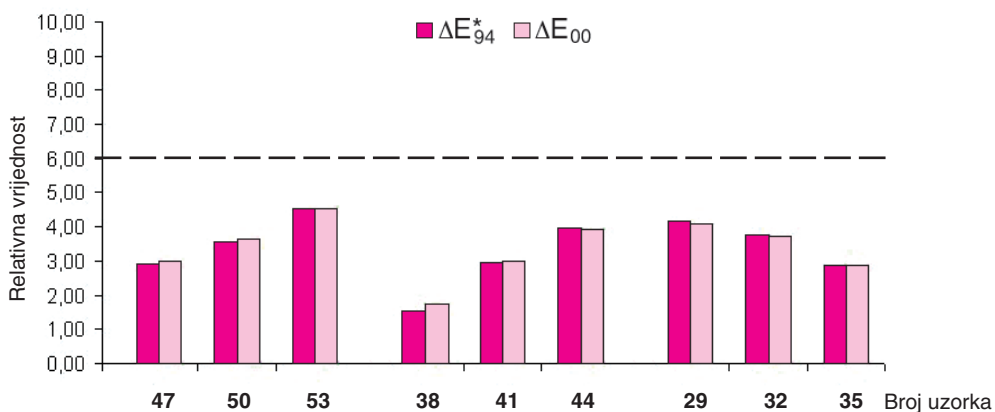
Slika 87. - Histogramski prikaz razlika vrijednosti  $\Delta L^*$ ,  $\Delta C^*$  i  $\Delta H^*$  uzoraka sustava svjetla i sjene u odnosu na standard za magenta boju na bijelom nepremazanom papiru



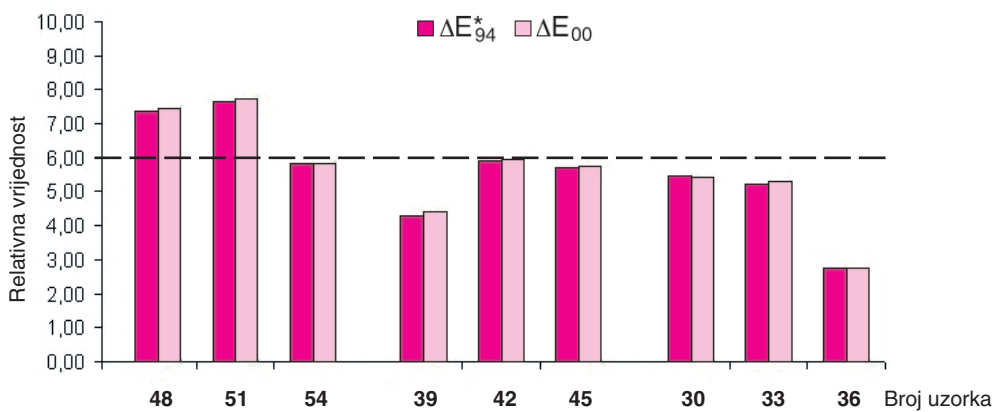
Slika 88. - Histogramski prikaz razlika vrijednosti  $\Delta L^*$ ,  $\Delta C^*$  i  $\Delta H^*$  uzoraka sustava svjetla i sjene u odnosu na standard za magenta boju na žutom nepremazanom papiru



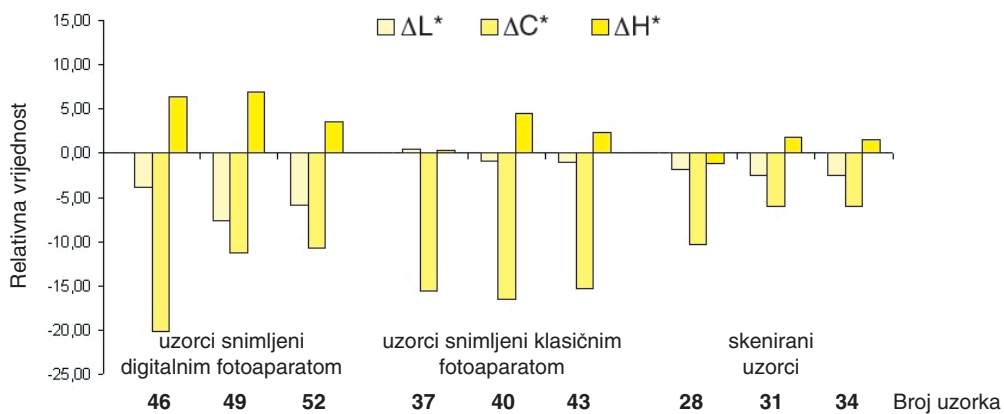
Slika 89. - Histogramski prikaz ukupne promjene boje  $\Delta E_{94}^*$  i  $\Delta E_{00}$  uzoraka sustava svjetla i sjene u odnosu na standard za magenta boju na bijelom premazanom papiru



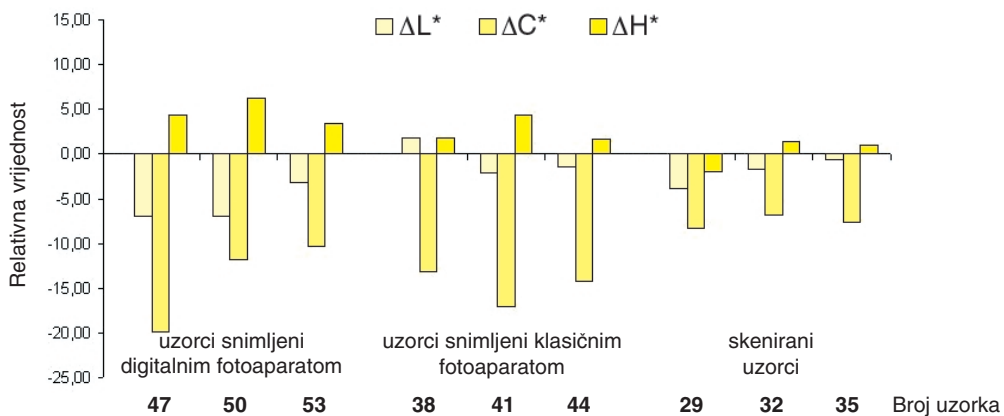
Slika 90. - Histogramski prikaz ukupne promjene boje  $\Delta E_{94}^*$  i  $\Delta E_{00}$  uzoraka sustava svjetla i sjene u odnosu na standard za magenta boju na bijelom nepremazanom papiru



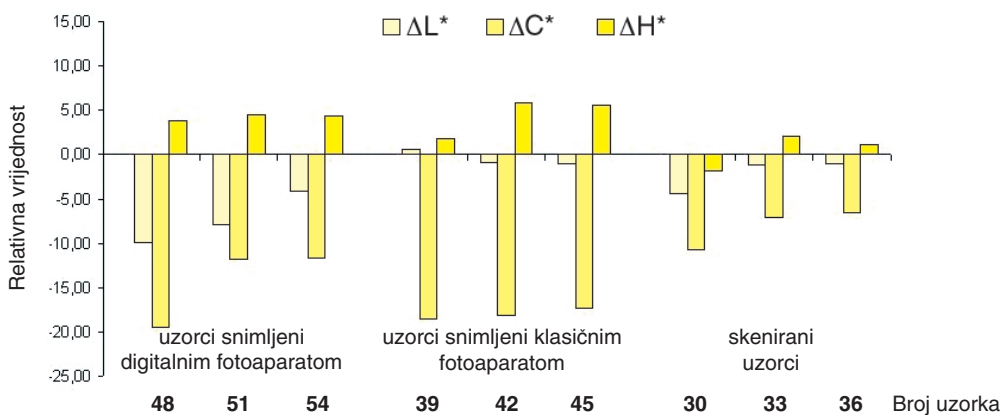
Slika 91. - Histogramski prikaz ukupne promjene boje  $\Delta E_{94}^*$  i  $\Delta E_{00}$  uzoraka sustava svjetla i sjene u odnosu na standard za magenta boju na žutim nepremazanom papiru



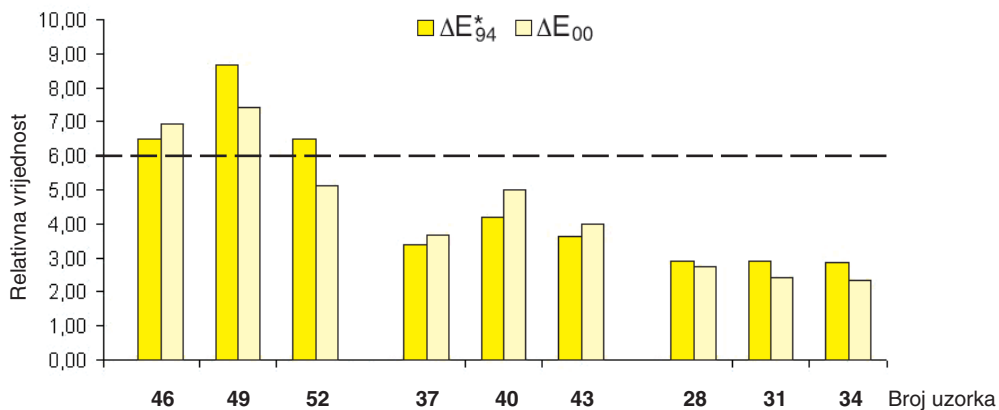
Slika 92. - Histogramski prikaz razlika vrijednosti  $\Delta L^*$ ,  $\Delta C^*$  i  $\Delta H^*$  uzoraka sustava svjetla i sjene u odnosu na standard za žutu boju na bijelom premazanom papiru



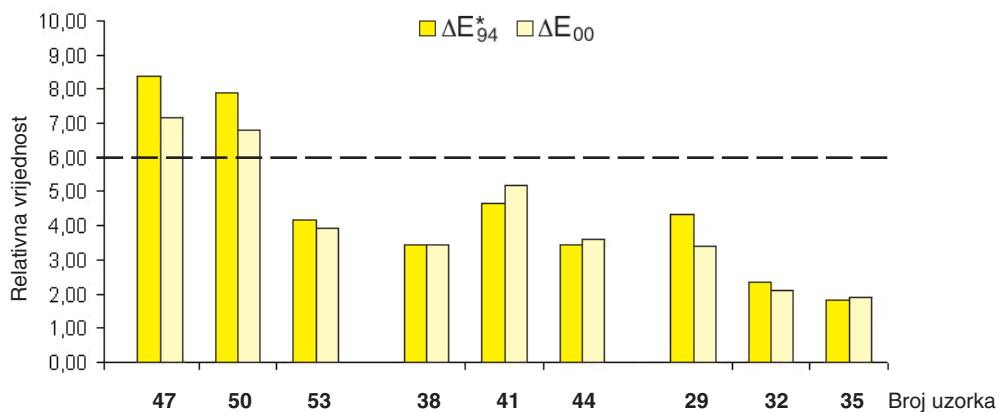
Slika 93. - Histogramski prikaz razlika vrijednosti  $\Delta L^*$ ,  $\Delta C^*$  i  $\Delta H^*$  uzoraka sustava svjetla i sjene u odnosu na standard za žutu boju na bijelom nepremazanom papiru



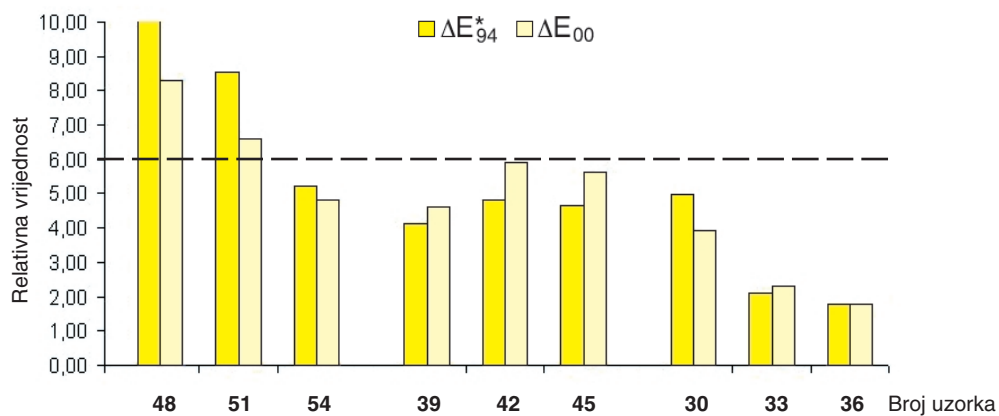
Slika 94. - Histogramski prikaz razlika vrijednosti  $\Delta L^*$ ,  $\Delta C^*$  i  $\Delta H^*$  uzoraka sustava svjetla i sjene u odnosu na standard za žutu boju na žutom nepremazanom papiru



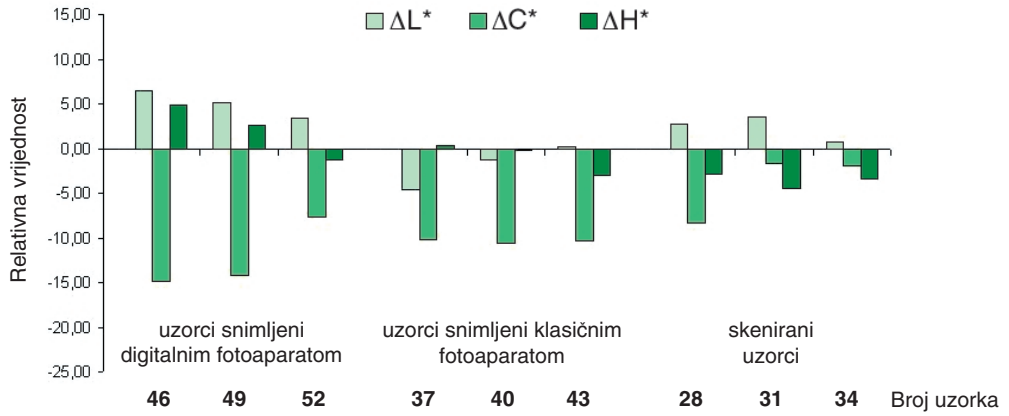
Slika 95. - Histogramski prikaz ukupne promjene boje  $\Delta E_{94}^*$  i  $\Delta E_{00}$  uzoraka sustava svjetla i sjene u odnosu na standard za žutu boju na bijelom premazanom papiru



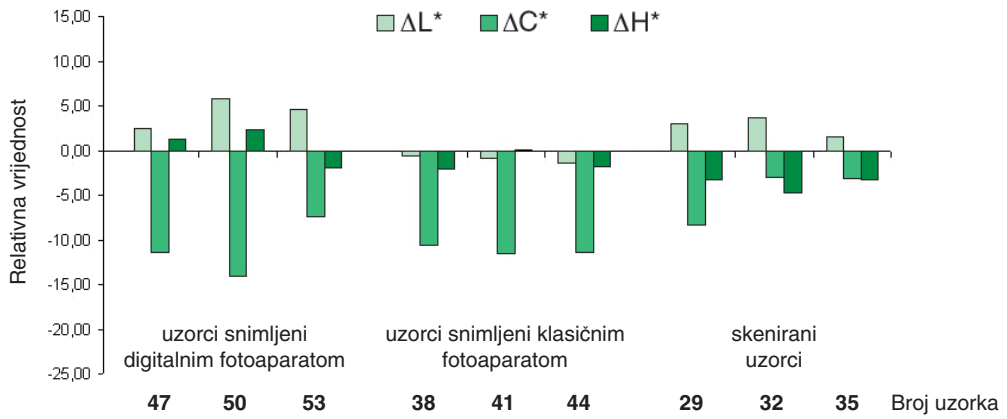
Slika 96. - Histogramski prikaz ukupne promjene boje  $\Delta E_{94}^*$  i  $\Delta E_{00}$  uzoraka sustava svjetla i sjene u odnosu na standard za žutu boju na bijelom nepremazanom papiru



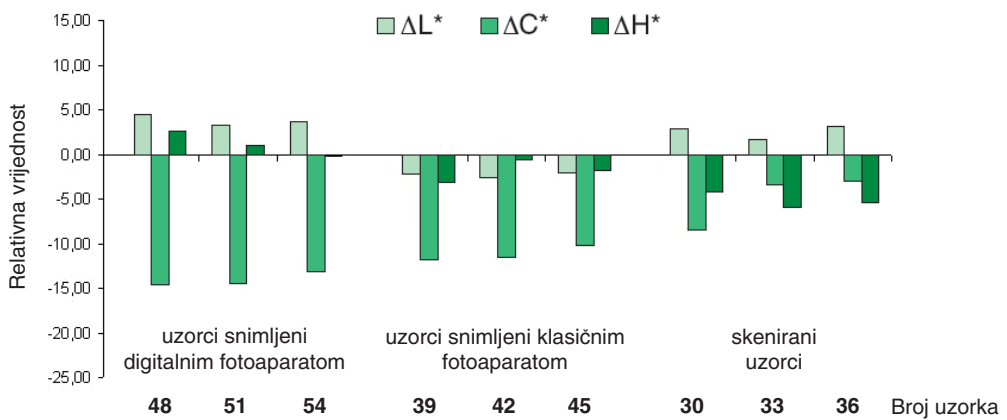
Slika 97. - Histogramski prikaz ukupne promjene boje  $\Delta E_{94}^*$  i  $\Delta E_{00}$  uzoraka sustava svjetla i sjene u odnosu na standard za žutu boju na žutom nepremazanom papiru



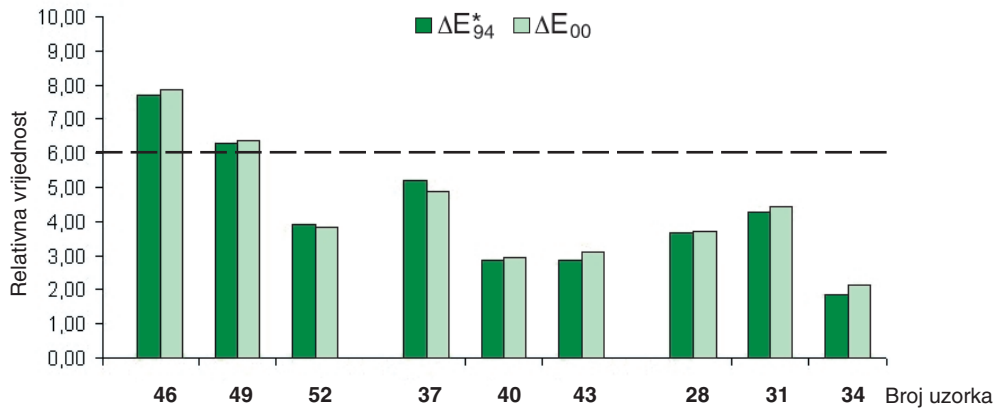
Slika 98. - Histogramski prikaz razlika vrijednosti  $\Delta L^*$ ,  $\Delta C^*$  i  $\Delta H^*$  uzoraka sustava svjetla i sjene u odnosu na standard za zelenu boju na bijelom premazanom papiru



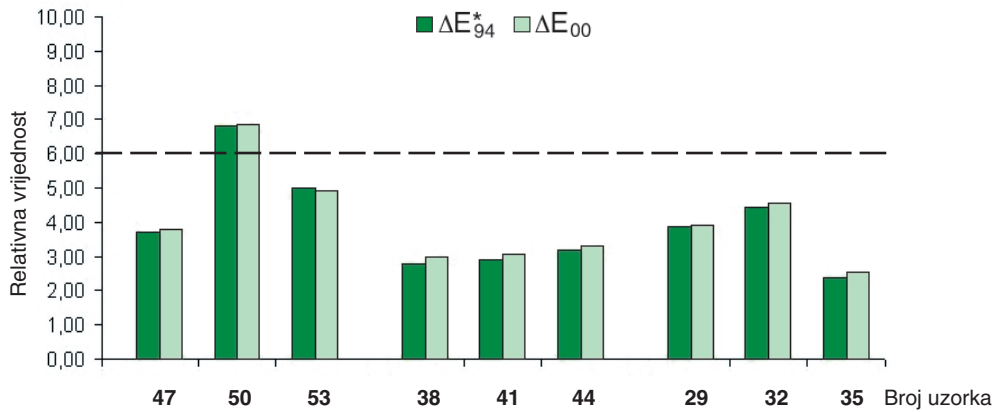
Slika 99. - Histogramski prikaz razlika vrijednosti  $\Delta L^*$ ,  $\Delta C^*$  i  $\Delta H^*$  uzoraka sustava svjetla i sjene u odnosu na standard za zelenu boju na bijelom nepremazanom papiru



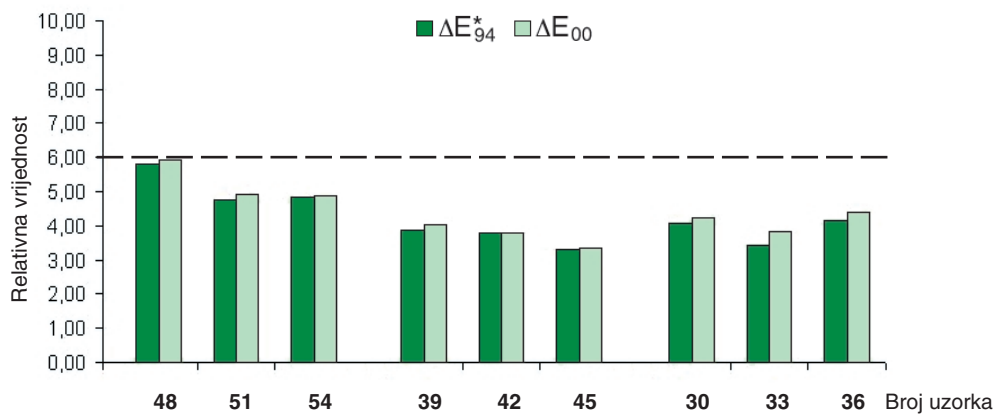
Slika 100. - Histogramski prikaz razlika vrijednosti  $\Delta L^*$ ,  $\Delta C^*$  i  $\Delta H^*$  uzoraka sustava svjetla i sjene u odnosu na standard za zelenu boju na žutom nepremazanom papiru



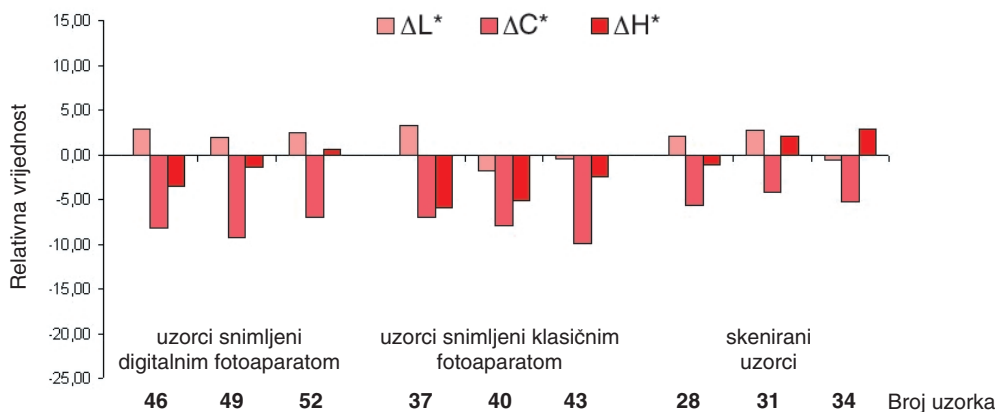
Slika 101. - Histogramski prikaz ukupne promjene boje  $\Delta E_{94}^*$  i  $\Delta E_{00}$  uzoraka sustava svjetla i sjene u odnosu na standard za zelenu boju na bijelom premazanom papiru



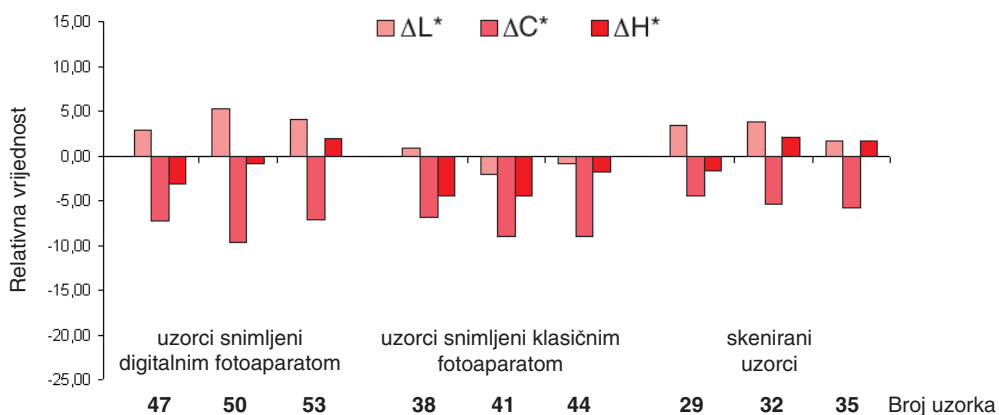
Slika 102. - Histogramski prikaz ukupne promjene boje  $\Delta E_{94}^*$  i  $\Delta E_{00}$  uzoraka sustava svjetla i sjene u odnosu na standard za zelenu boju na bijelom nepremazanom papiru



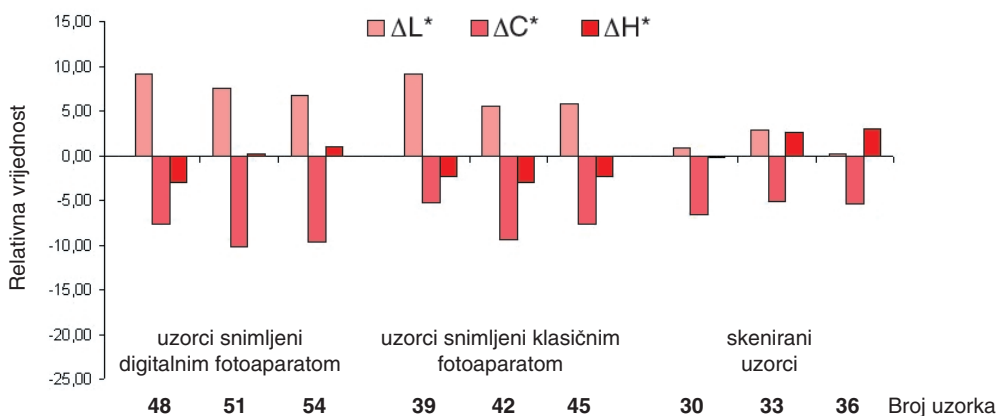
Slika 103. - Histogramski prikaz ukupne promjene boje  $\Delta E_{94}^*$  i  $\Delta E_{00}$  uzoraka sustava svjetla i sjene u odnosu na standard za zelenu boju na žutom nepremazanom papiru



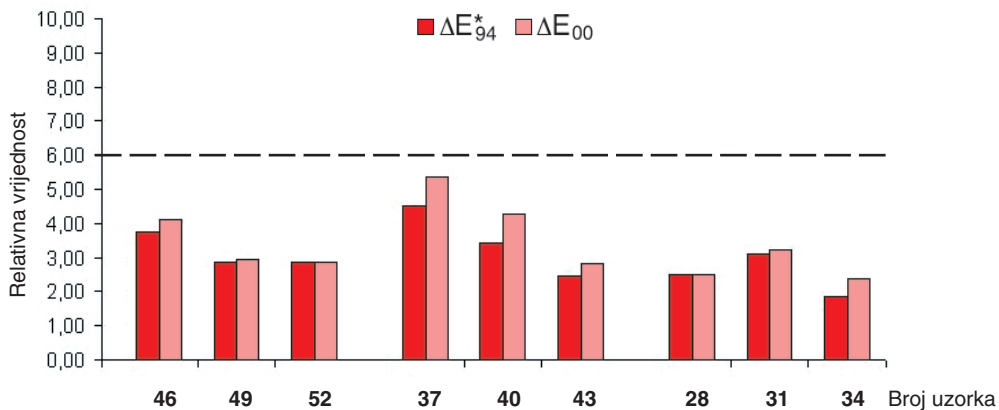
Slika 104. - Histogramski prikaz razlika vrijednosti  $\Delta L^*$ ,  $\Delta C^*$  i  $\Delta H^*$  uzoraka sustava svjetla i sjene u odnosu na standard za crvenu boju na bijelom premazanom papiru



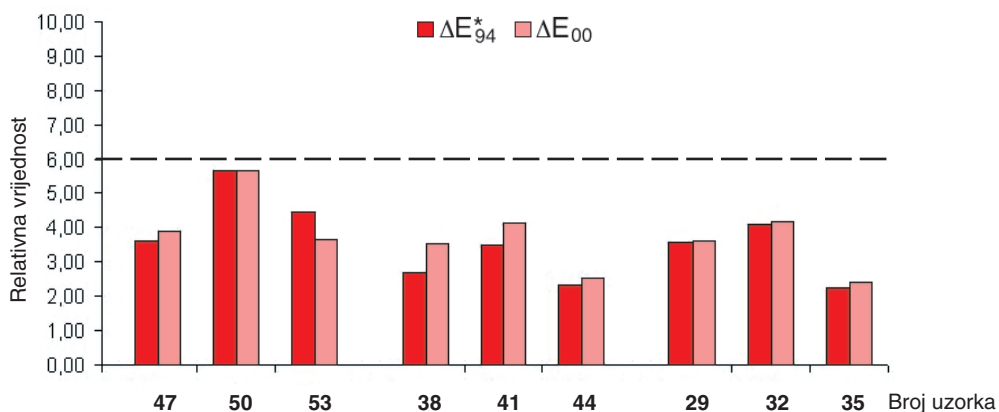
Slika 105. - Histogramski prikaz razlika vrijednosti  $\Delta L^*$ ,  $\Delta C^*$  i  $\Delta H^*$  uzoraka sustava svjetla i sjene u odnosu na standard za crvenu boju na bijelom nepremazanom papiru



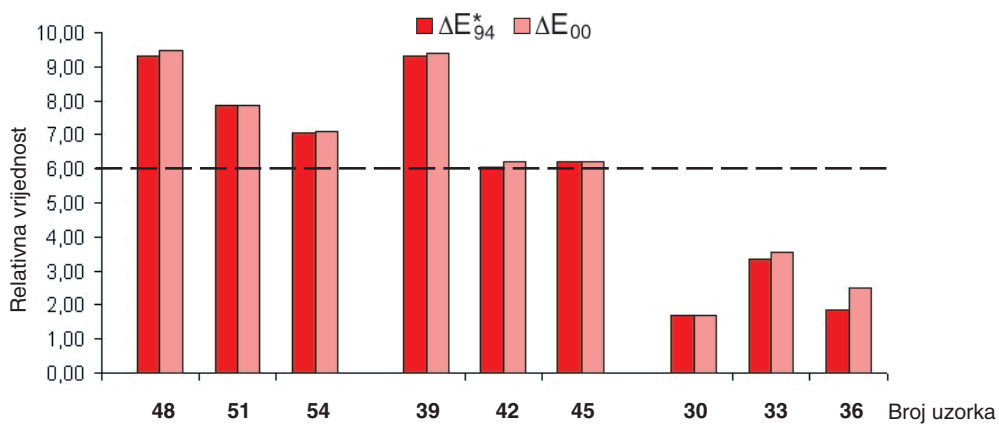
Slika 106. - Histogramski prikaz razlika vrijednosti  $\Delta L^*$ ,  $\Delta C^*$  i  $\Delta H^*$  uzoraka sustava svjetla i sjene u odnosu na standard za crvenu boju na žutom nepremazanom papiru



Slika 107. - Histogramski prikaz ukupne promjene boje  $\Delta E_{94}^*$  i  $\Delta E_{00}$  uzoraka sustava svjetla i sjene u odnosu na standard za crvenu boju na bijelom premazanom papiru

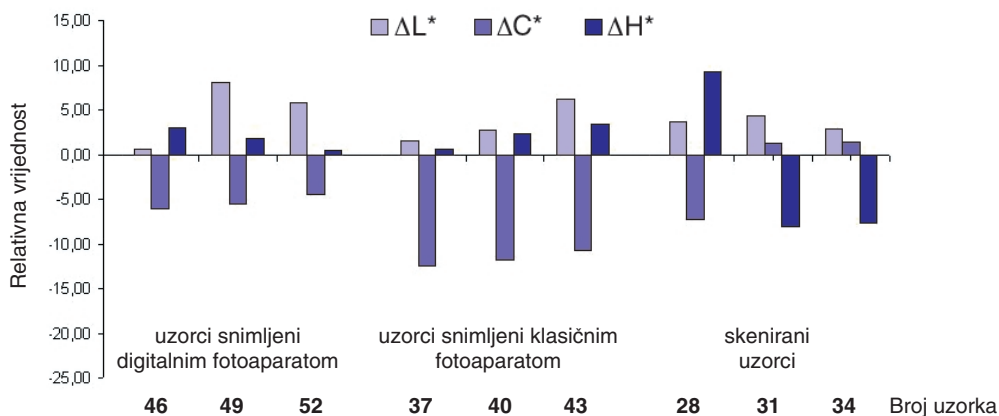


Slika 108. - Histogramski prikaz ukupne promjene boje  $\Delta E_{94}^*$  i  $\Delta E_{00}$  uzoraka sustava svjetla i sjene u odnosu na standard za crvenu boju na bijelom nepremazanom papiru

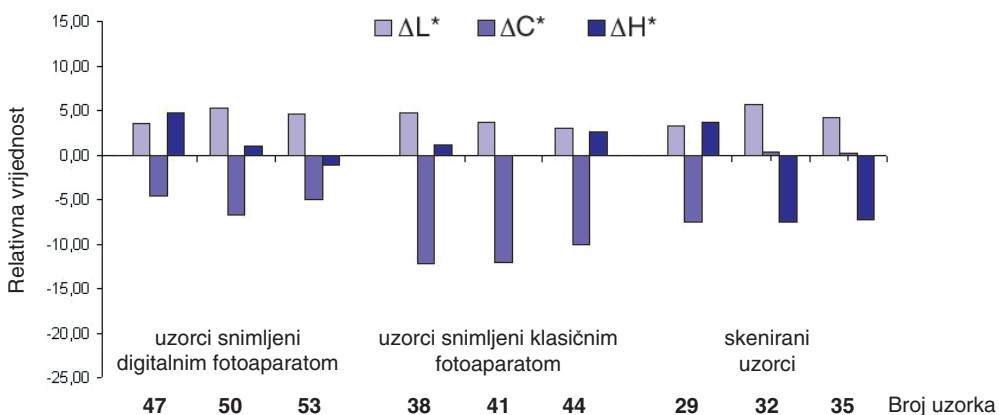


Slika 109. - Histogramski prikaz ukupne promjene boje  $\Delta E_{94}^*$  i  $\Delta E_{00}$  uzoraka sustava svjetla i sjene u odnosu na standard za crvenu boju na žutom nepremazanom papiru

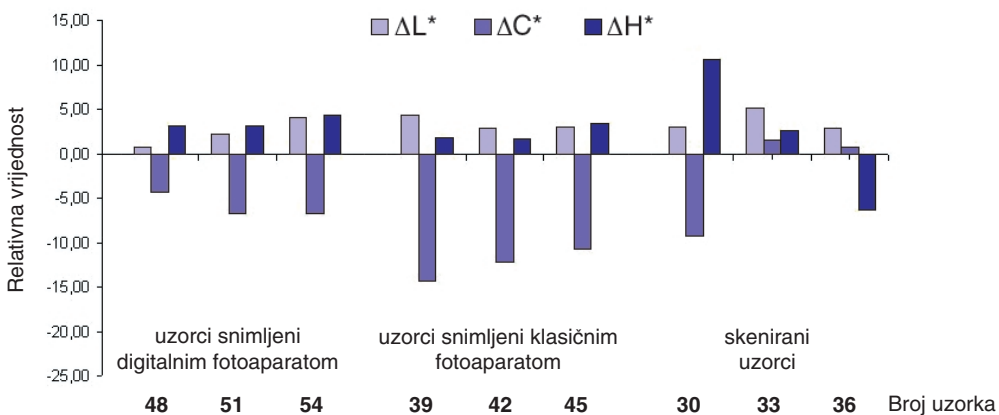




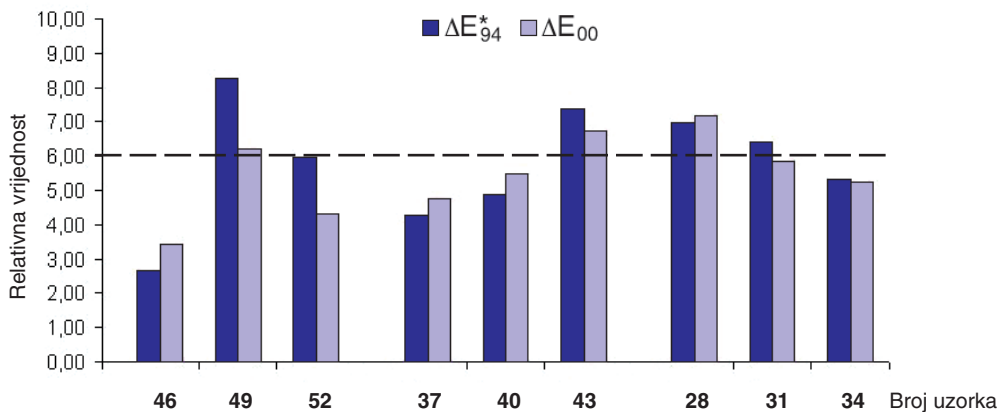
Slika 110. - Histogramski prikaz razlika vrijednosti  $\Delta L^*$ ,  $\Delta C^*$  i  $\Delta H^*$  uzoraka sustava svjetla i sjene u odnosu na standard za ljubičastoplavu boju na bijelom premazanom papiru



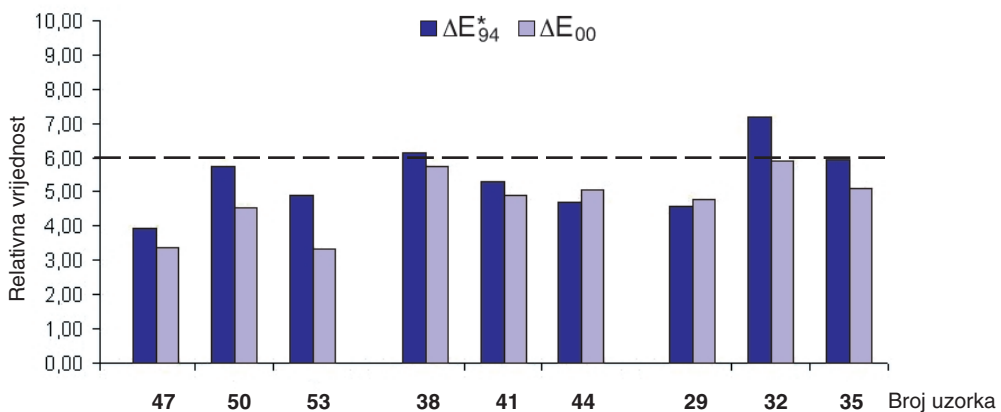
Slika 111. - Histogramski prikaz razlika vrijednosti  $\Delta L^*$ ,  $\Delta C^*$  i  $\Delta H^*$  uzoraka sustava svjetla i sjene u odnosu na standard za ljubičastoplavu boju na bijelom nepremazanom papiru



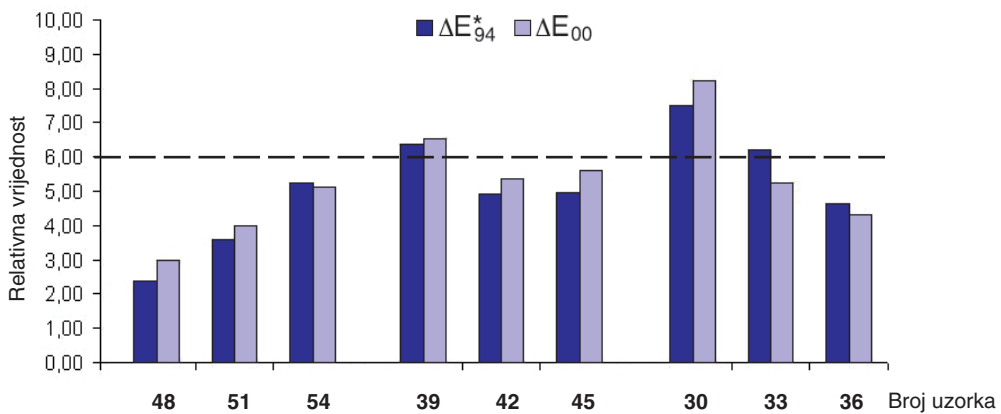
Slika 112. - Histogramski prikaz razlika vrijednosti  $\Delta L^*$ ,  $\Delta C^*$  i  $\Delta H^*$  uzoraka sustava svjetla i sjene u odnosu na standard za ljubičastoplavu boju na žutom nepremazanom papiru



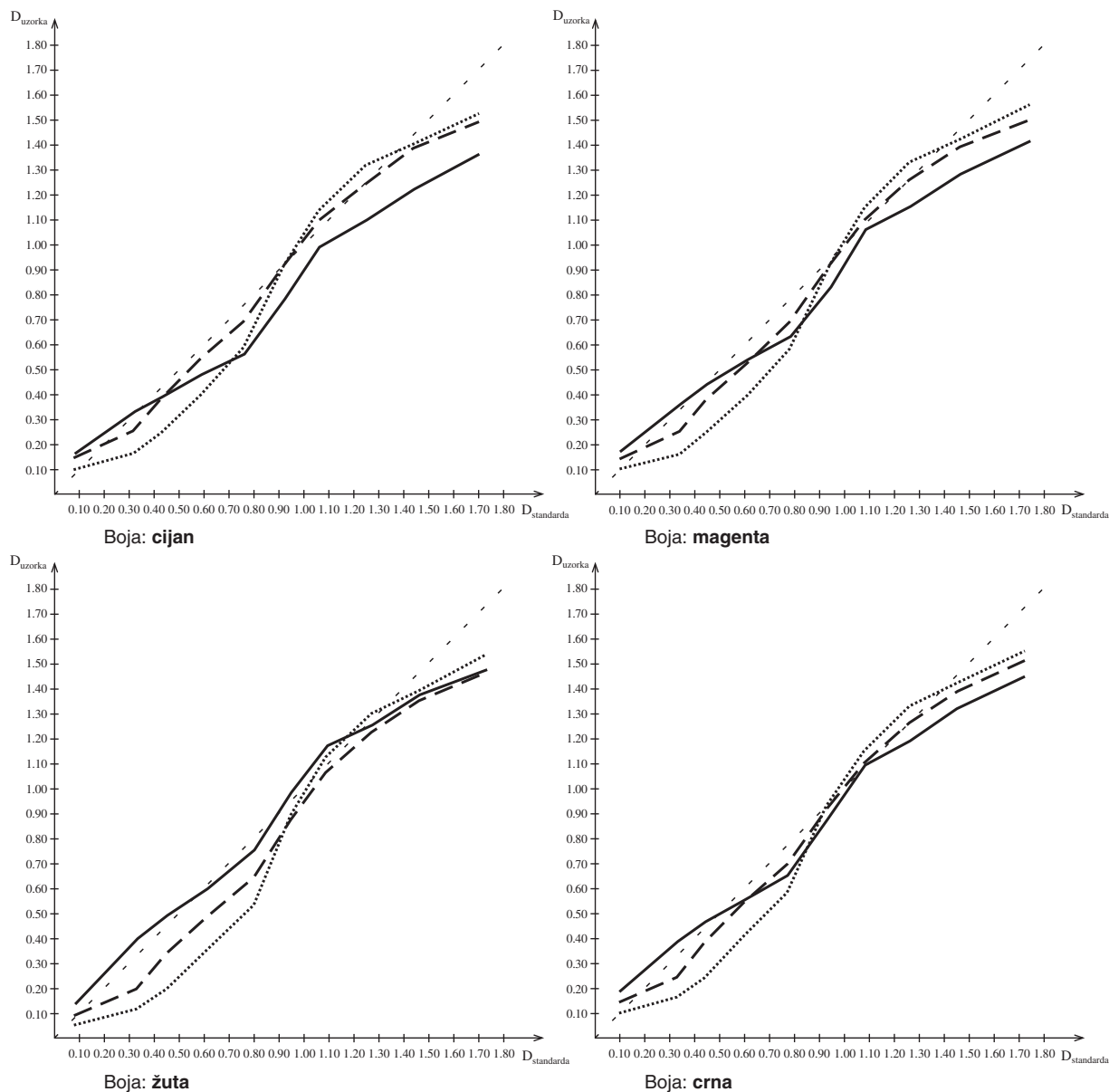
Slika 113. - Histogramski prikaz ukupne promjene boje  $\Delta E_{94}^*$  i  $\Delta E_{00}$  uzoraka sustava svjetla i sjene u odnosu na standard za ljubičastoplavu boju na bijelom premazanom papiru



Slika 114. - Histogramski prikaz ukupne promjene boje  $\Delta E_{94}^*$  i  $\Delta E_{00}$  uzoraka sustava svjetla i sjene u odnosu na standard za ljubičastoplavu boju na bijelom nepremazanom papiru



Slika 115. - Histogramski prikaz ukupne promjene boje  $\Delta E_{94}^*$  i  $\Delta E_{00}$  uzoraka sustava svjetla i sjene u odnosu na standard za ljubičastoplavu boju na žutom nepremazanom papiru

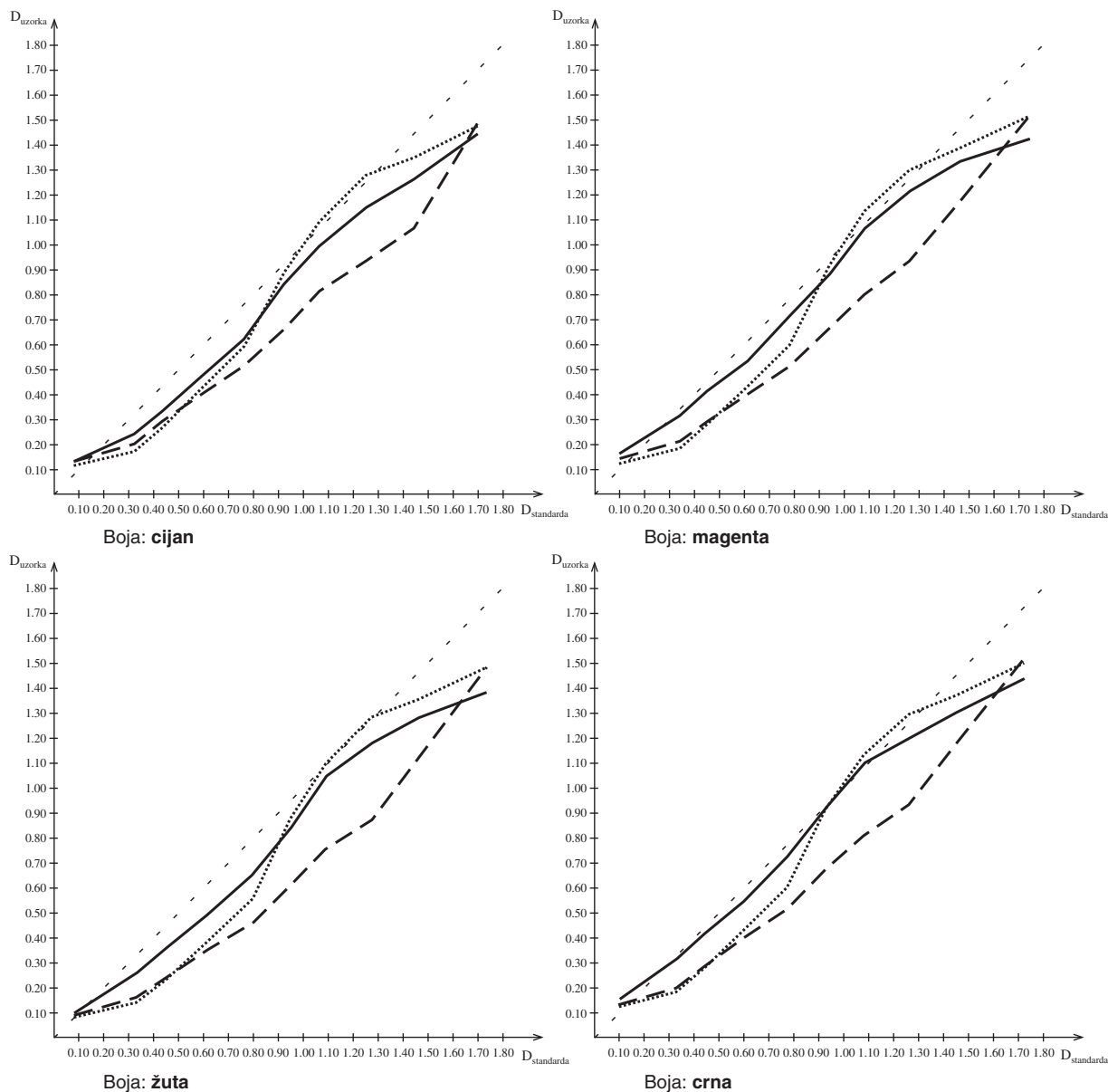


- Uzorak 28. - Digitalni tisak AM raster
- - - Uzorak 31. - Ofsetni tisak AM raster
- ..... Uzorak 34. - Ofsetni tisak FM raster

Slika 116. - Krivulje reprodukcije boja skeniranih uzoraka sustava svjetla i sjene, otisnutih na bijelom premazanom papiru digitalnim tiskom AM rasterom, ofsetnim tiskom AM rasterom i ofsetnim tiskom FM rasterom

Tablica 16. - Vrijednosti koeficijenta determinacije  $R^2$  za linearne regresijske jednadžbe i koeficijenti smjera  $k$  za krivulje reprodukcije boja

Uzorak	Boje							
	Cijan		Magenta		Žuta		Crna	
	$k$	$R^2$	$k$	$R^2$	$k$	$R^2$	$k$	$R^2$
Uzorak 28.	0.7917	0.9820	0.8062	0.9825	0.8542	0.9775	0.8255	0.9832
Uzorak 31.	0.9259	0.9831	0.9307	0.9792	0.9331	0.9803	0.9381	0.9837
Uzorak 34.	1.0351	0.9619	1.0484	0.9585	1.0582	0.9566	1.0507	0.9615

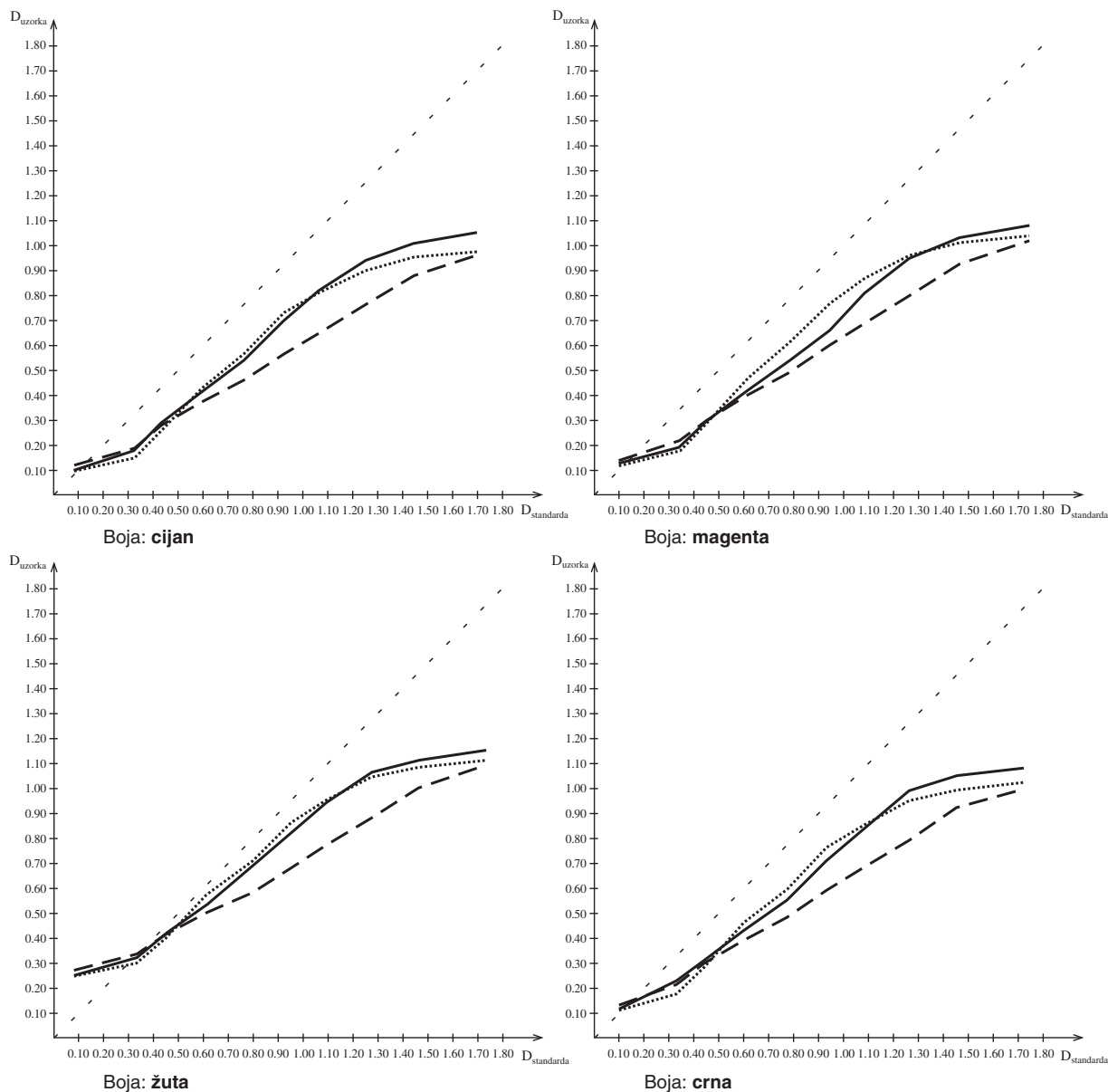


- Uzorak 29. - Digitalni tisak AM raster
- - - Uzorak 32. - Ofsetni tisak AM raster
- ..... Uzorak 35. - Ofsetni tisak FM raster

Slika 117. - Krivulje reprodukcije boja skeniranih uzoraka sustava svjetla i sjene, otisnutih na bijelom nepremazanom papiru digitalnim tiskom AM rasterom, ofsetnim tiskom AM rasterom i ofsetnim tiskom FM rasterom

Tablica 17. - Vrijednosti koeficijenta determinacije  $R^2$  za linearne regresijske jednadžbe i koeficijenti smjera  $k$  za krivulje reprodukcije boja

Uzorak	Boje							
	Cijan		Magenta		Žuta		Crna	
	k	$R^2$	k	$R^2$	k	$R^2$	k	$R^2$
Uzorak 29.	0.8784	0.9883	0.8570	0.9839	0.8577	0.9796	0.8556	0.9809
Uzorak 32.	0.8399	0.9766	0.8432	0.9740	0.8396	0.9639	0.8530	0.9759
Uzorak 35.	0.9806	0.9638	0.9943	0.9603	1.0009	0.9572	0.9930	0.9639

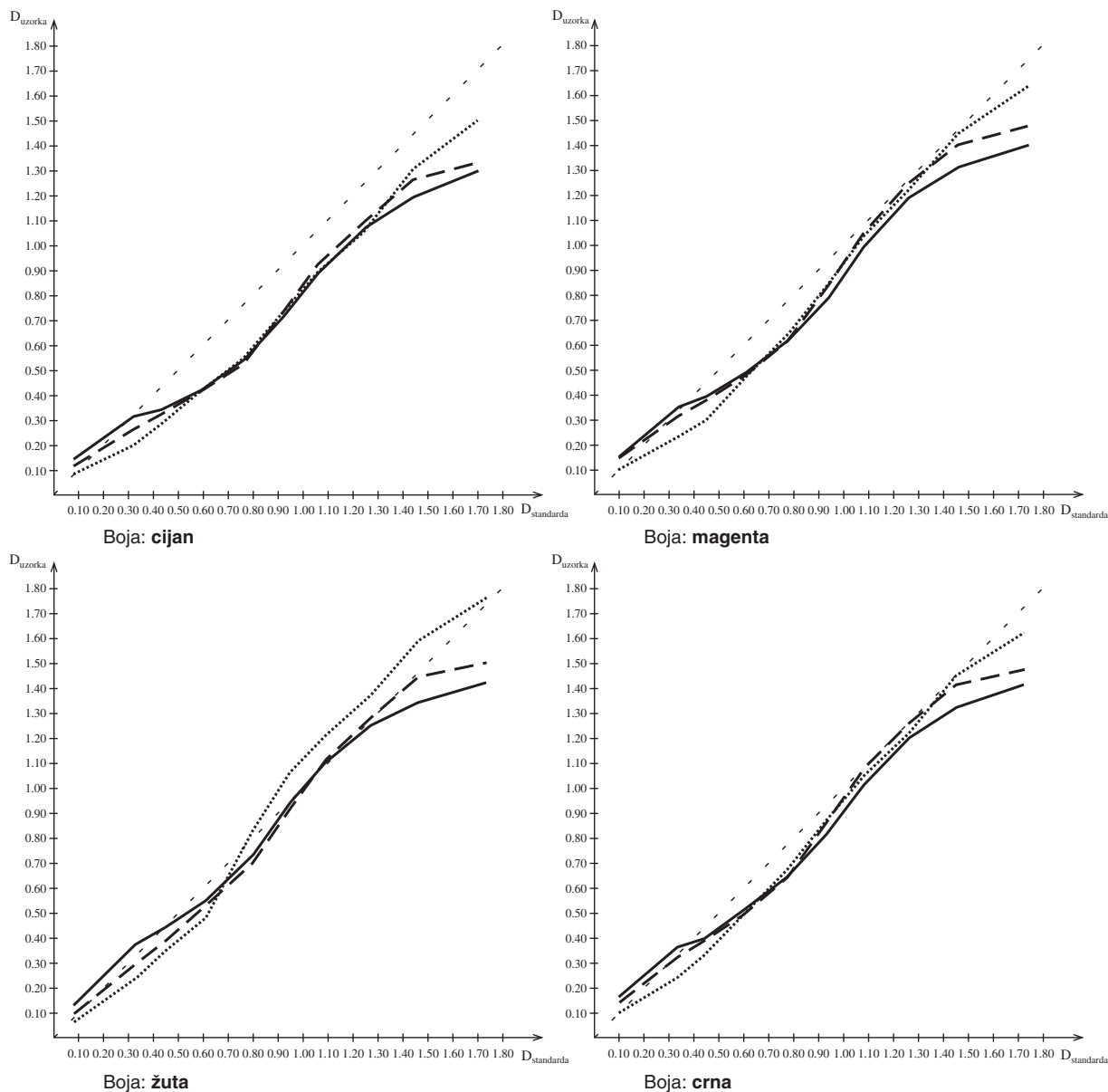


- Uzorak 30. - Digitalni tisak AM raster
- - - Uzorak 33. - Ofsetni tisak AM raster
- ..... Uzorak 36. - Ofsetni tisak FM raster

Slika 118. - Krivulje reprodukcije boja skeniranih uzoraka sustava svjetla i sjene, otisnutih na žutom nepremazanom papiru digitalnim tiskom AM rasterom, ofsetnim tiskom AM rasterom i ofsetnim tiskom FM rasterom

Tablica 18. - Vrijednosti koeficijenta determinacije  $R^2$  za linearne regresijske jednadžbe i koeficijenti smjera  $k$  za krivulje reprodukcije boja

Uzorak	Boje							
	Cijan		Magenta		Žuta		Crna	
	k	$R^2$	k	$R^2$	k	$R^2$	k	$R^2$
Uzorak 30.	0.6677	0.9690	0.6633	0.9731	0.6342	0.9616	0.6735	0.9695
Uzorak 33.	0.5576	0.9935	0.5770	0.9936	0.5365	0.9914	0.5745	0.9940
Uzorak 36.	0.6270	0.9393	0.6527	0.9393	0.6119	0.9439	0.6500	0.9410



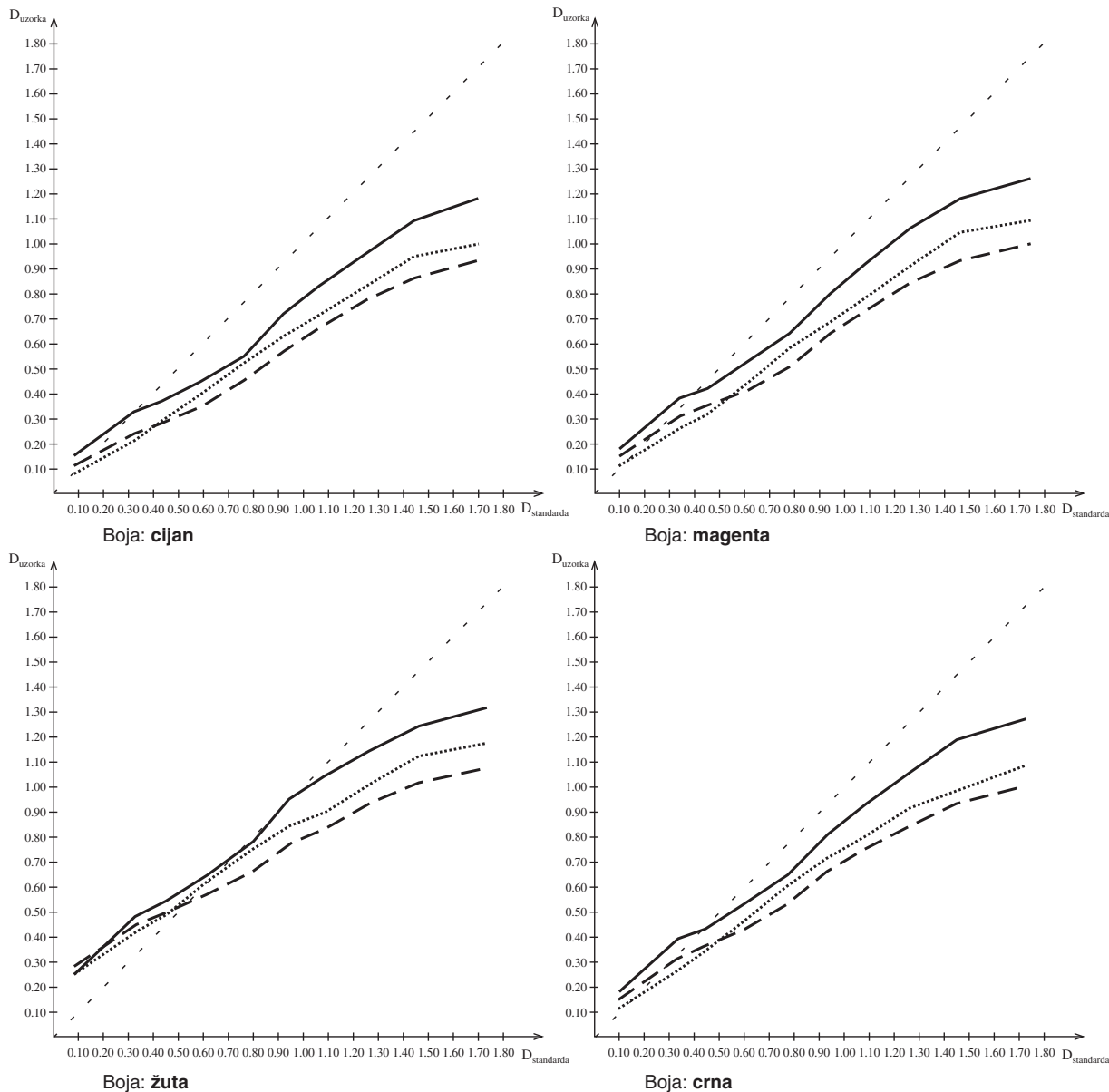
- Uzorak 37. - Digitalni tisak AM raster
- - - Uzorak 40. - Ofsetni tisak AM raster
- ..... Uzorak 43. - Ofsetni tisak FM raster

Slika 119. - Krivulje reprodukcije boja uzoraka sustava svjetla i sjene snimljenih klasičnim fotoaparatom, otisnutih na bijelom premazanom papiru digitalnim tiskom AM rasterom, ofsetnim tiskom AM rasterom i ofsetnim tiskom FM rasterom

Tablica 19. - Vrijednosti koeficijenta determinacije  $R^2$  za linearne regresijske jednadžbe i koeficijenti smjera  $k$  za krivulje reprodukcije boja

Uzorak	Boje							
	Cijan		Magenta		Žuta		Crna	
	k	$R^2$	k	$R^2$	k	$R^2$	k	$R^2$
Uzorak 37.	0.7752	0.9820	0.8332	0.9791	0.8472	0.9773	0.8367	0.9833
Uzorak 40.	0.8337	0.9774	0.9126	0.9738	0.9405	0.9810	0.9161	0.9774
Uzorak 43.	0.9270	0.9894	1.0152	0.9895	1.1167	0.9893	1.009	0.9931





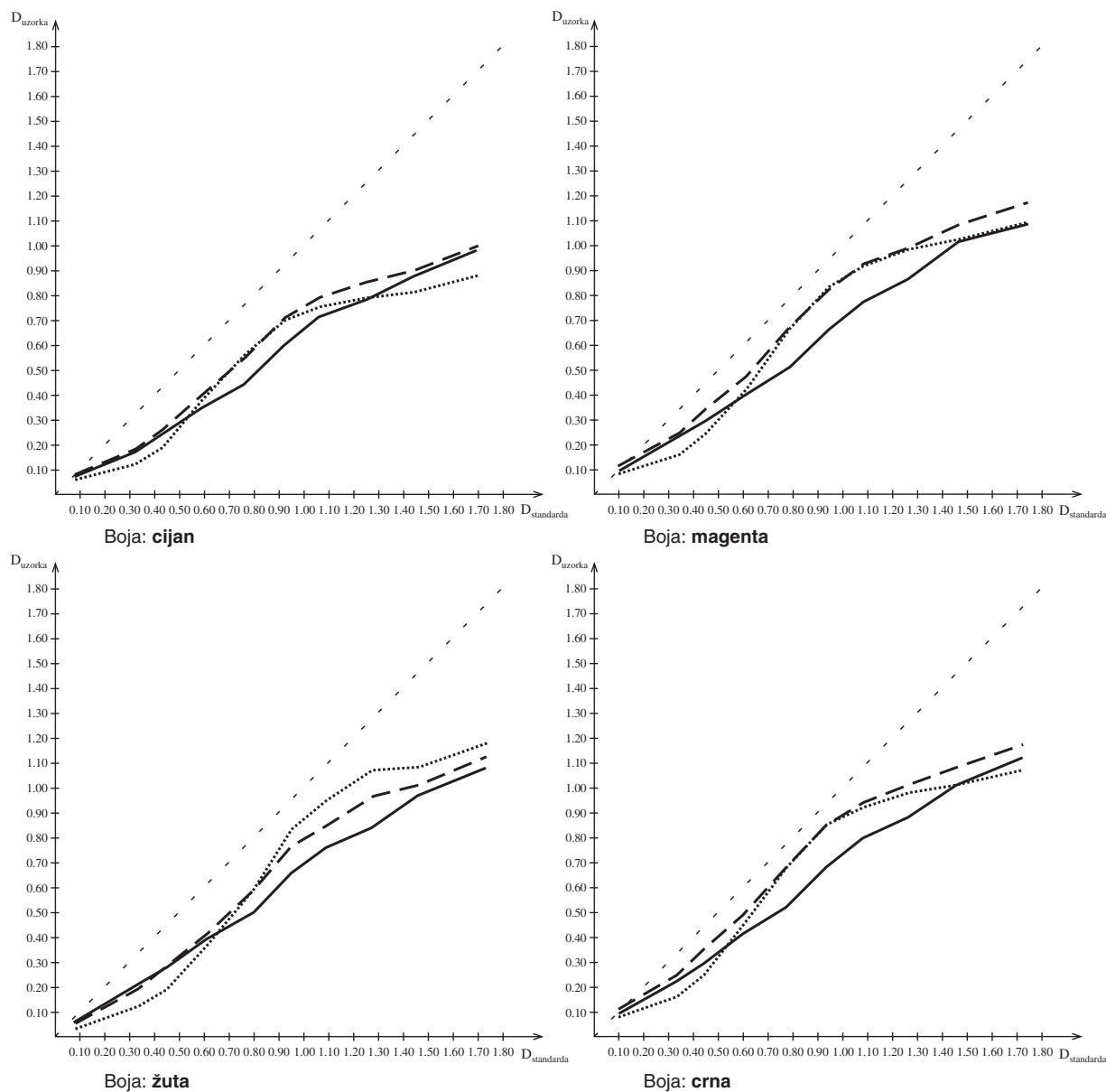
- Uzorak 39. - Digitalni tisak AM raster
- - - Uzorak 42. - Ofsetni tisak AM raster
- ..... Uzorak 45. - Ofsetni tisak FM raster

Slika 121. - Krivulje reprodukcije boja uzoraka sustava svjetla i sjene snimljenih klasičnim fotoaparatom, otisnutih na žutom nepremazanom papiru digitalnim tiskom AM rasterom, ofsetnim tiskom AM rasterom i ofsetnim tiskom FM rasterom

Tablica 21. - Vrijednosti koeficijenta determinacije  $R^2$  za linearne regresijske jednadžbe i koeficijenti smjera  $k$  za krivulje reprodukcije boja

Uzorak	Boje							
	Cijan		Magenta		Žuta		Crna	
	k	$R^2$	k	$R^2$	k	$R^2$	k	$R^2$
Uzorak 39.	0.6691	0.9906	0.6987	0.9876	0.6702	0.9803	0.7050	0.9894
Uzorak 42.	0.5394	0.9909	0.5469	0.9874	0.4923	0.9886	0.5472	0.9882
Uzorak 45.	0.6079	0.9887	0.6449	0.9860	0.5836	0.9831	0.6355	0.9841



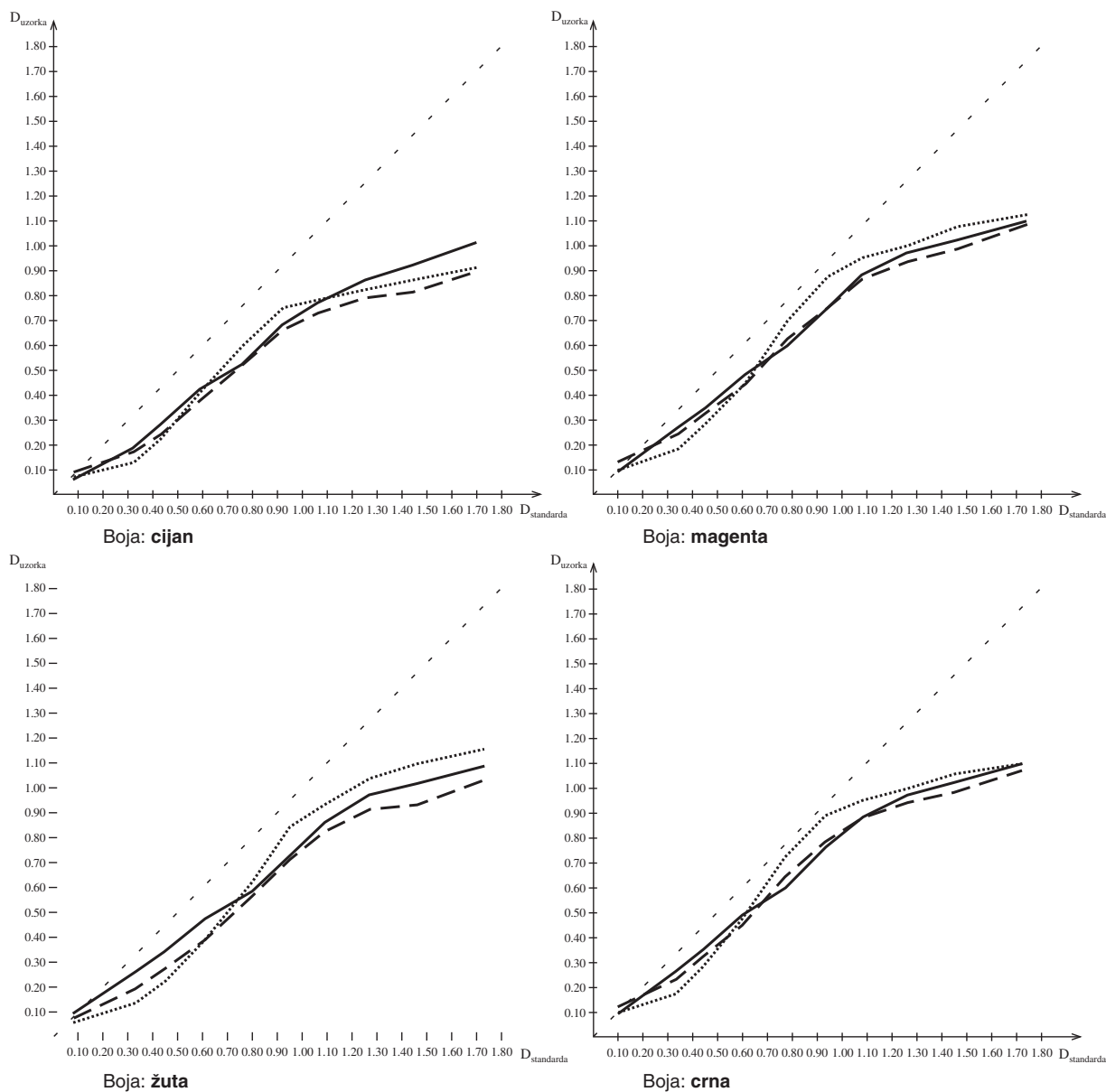


- Uzorak 46. - Digitalni tisak AM raster
- - - Uzorak 49. - Ofsetni tisak AM raster
- ..... Uzorak 52. - Ofsetni tisak FM raster

Slika 122. - Krivulje reprodukcije boja uzoraka sustava svjetla i sjene snimljenih digitalnim fotoaparatom, otisnutih na bijelom premazanom papiru digitalnim tiskom AM rasterom, ofsetnim tiskom AM rasterom i ofsetnim tiskom FM rasterom

Tablica 22. - Vrijednosti koeficijenta determinacije  $R^2$  za linearne regresijske jednadžbe i koeficijenti smjera  $k$  za krivulje reprodukcije boja

Uzorak	Boje							
	Cijan		Magenta		Žuta		Crna	
	k	$R^2$	k	$R^2$	k	$R^2$	k	$R^2$
Uzorak 46.	0.6020	0.9873	0.6642	0.9938	0.6495	0.9928	0.6746	0.9916
Uzorak 49.	0.6188	0.9615	0.7026	0.9656	0.7053	0.9735	0.7078	0.9598
Uzorak 52.	0.5752	0.9110	0.7104	0.9266	0.8127	0.9458	0.7008	0.9154

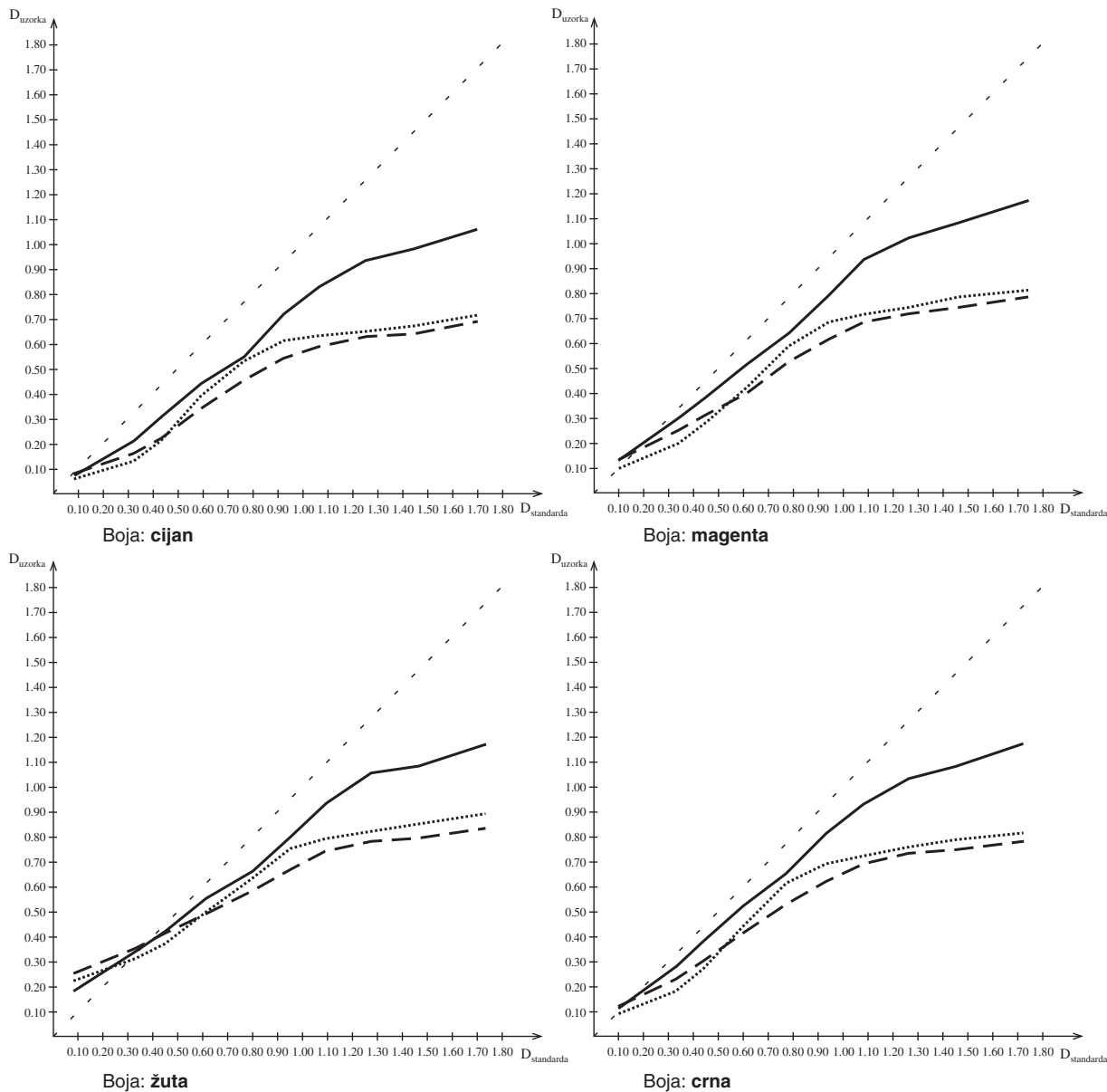


- Uzorak 47. - Digitalni tisak AM raster
- - - Uzorak 50. - Ofsetni tisak AM raster
- ..... Uzorak 53. - Ofsetni tisak FM raster

Slika 123. - Krivulje reprodukcije boja uzoraka sustava svjetla i sjene snimljenih digitalnim fotoaparatom, otisnutih na bijelom nepremazanom papiru digitalnim tiskom AM rasterom, ofsetnim tiskom AM rasterom i ofsetnim tiskom FM rasterom

Tablica 23. - Vrijednosti koeficijenta determinacije  $R^2$  za linearne regresijske jednadžbe i koeficijenti smjera  $k$  za krivulje reprodukcije boja

Uzorak	Boje							
	Cijan		Magenta		Žuta		Crna	
	k	$R^2$	k	$R^2$	k	$R^2$	k	$R^2$
Uzorak 47.	0.6259	0.9757	0.6504	0.9687	0.6515	0.9746	0.6587	0.9692
Uzorak 50.	0.5514	0.9500	0.6348	0.9640	0.6416	0.9648	0.6426	0.9529
Uzorak 53.	0.5911	0.9045	0.7190	0.9238	0.7810	0.9456	0.7102	0.9113



- Uzorak 48. - Digitalni tisak AM raster
- - - Uzorak 51. - Ofsetni tisak AM raster
- ..... Uzorak 54. - Ofsetni tisak FM raster

Slika 124. - Krivulje reprodukcije boja uzoraka sustava svjetla i sjene snimljenih digitalnim fotoaparatom, otisnutih na žutom nepremazanom papiru digitalnim tiskom AM rasterom, ofsetnim tiskom AM rasterom i ofsetnim tiskom FM rasterom

Tablica 24. - Vrijednosti koeficijenta determinacije  $R^2$  za linearne regresijske jednadžbe i koeficijenti smjera  $k$  za krivulje reprodukcije boja

Uzorak	Boje							
	Cijan		Magenta		Žuta		Crna	
	k	$R^2$	k	$R^2$	k	$R^2$	k	$R^2$
Uzorak 48.	0.6594	0.9717	0.6797	0.9724	0.6447	0.9766	0.6950	0.9699
Uzorak 51.	0.4109	0.9289	0.4249	0.9365	0.3812	0.9477	0.4397	0.9257
Uzorak 54.	0.4401	0.8701	0.4752	0.8973	0.4521	0.9263	0.4871	0.8812

Tablica 25. - Sistematizacija uzoraka kolorističkog sustava vizualne predodžbe

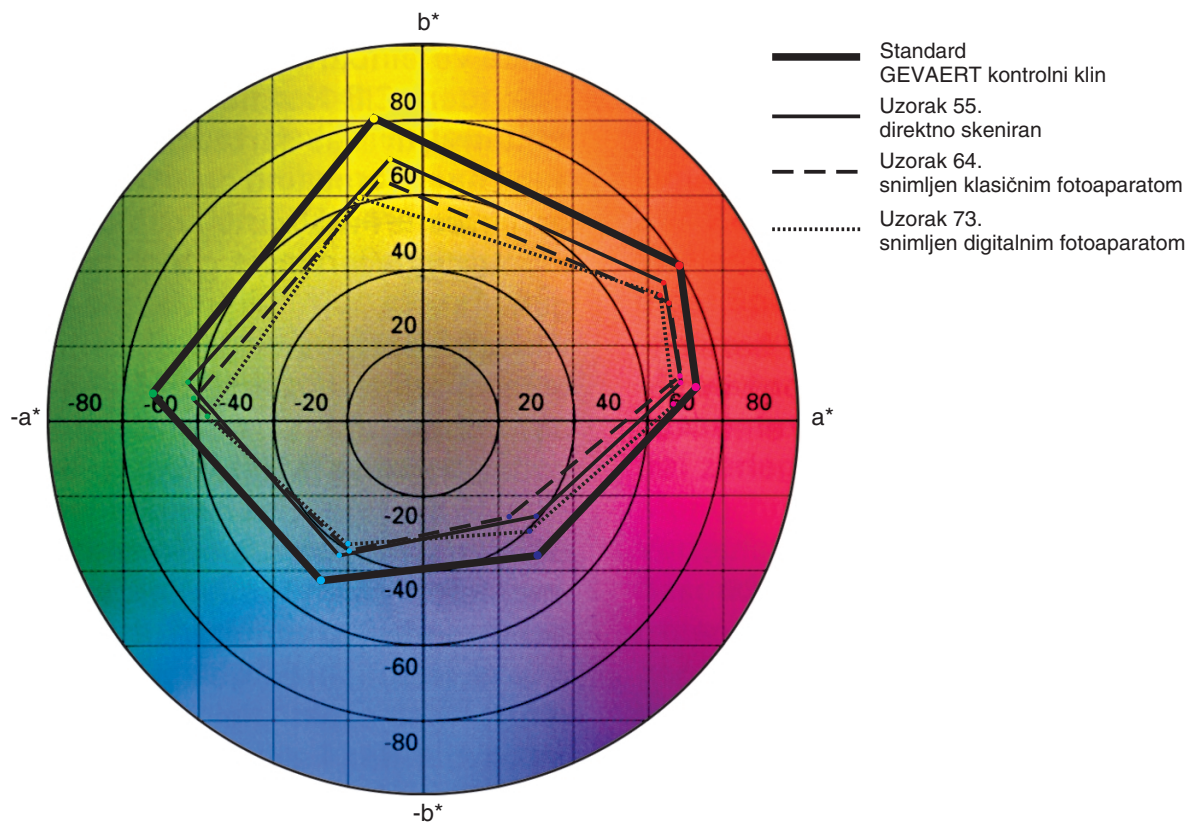
<b>Uzorak</b>	<b>Tehnološki sustav snimanja</b>	<b>Podloga</b>	<b>Tehnika tiska</b>
Uzorak 55.	Skeniranje	Bijeli glatki papir	Digitalni tisak AM raster
Uzorak 56.	Skeniranje	Bijeli mat papir	Digitalni tisak AM raster
Uzorak 57.	Skeniranje	Žuti mat papir	Digitalni tisak AM raster
Uzorak 58.	Skeniranje	Bijeli glatki papir	Ofsetni tisak AM raster
Uzorak 59.	Skeniranje	Bijeli mat papir	Ofsetni tisak AM raster
Uzorak 60.	Skeniranje	Žuti mat papir	Ofsetni tisak AM raster
Uzorak 61.	Skeniranje	Bijeli glatki papir	Ofsetni tisak FM raster
Uzorak 62.	Skeniranje	Bijeli mat papir	Ofsetni tisak FM raster
Uzorak 63.	Skeniranje	Žuti mat papir	Ofsetni tisak FM raster
Uzorak 64.	Snimljeno klasičnim fotoaparatom	Bijeli glatki papir	Digitalni tisak AM raster
Uzorak 65.	Snimljeno klasičnim fotoaparatom	Bijeli mat papir	Digitalni tisak AM raster
Uzorak 66.	Snimljeno klasičnim fotoaparatom	Žuti mat papir	Digitalni tisak AM raster
Uzorak 67.	Snimljeno klasičnim fotoaparatom	Bijeli glatki papir	Ofsetni tisak AM raster
Uzorak 68.	Snimljeno klasičnim fotoaparatom	Bijeli mat papir	Ofsetni tisak AM raster
Uzorak 69.	Snimljeno klasičnim fotoaparatom	Žuti mat papir	Ofsetni tisak AM raster
Uzorak 70.	Snimljeno klasičnim fotoaparatom	Bijeli glatki papir	Ofsetni tisak FM raster
Uzorak 71.	Snimljeno klasičnim fotoaparatom	Bijeli mat papir	Ofsetni tisak FM raster
Uzorak 72.	Snimljeno klasičnim fotoaparatom	Žuti mat papir	Ofsetni tisak FM raster
Uzorak 73.	Snimljeno digitalnim fotoaparatom	Bijeli glatki papir	Digitalni tisak AM raster
Uzorak 74.	Snimljeno digitalnim fotoaparatom	Bijeli mat papir	Digitalni tisak AM raster
Uzorak 75.	Snimljeno digitalnim fotoaparatom	Žuti mat papir	Digitalni tisak AM raster
Uzorak 76.	Snimljeno digitalnim fotoaparatom	Bijeli glatki papir	Ofsetni tisak AM raster
Uzorak 77.	Snimljeno digitalnim fotoaparatom	Bijeli mat papir	Ofsetni tisak AM raster
Uzorak 78.	Snimljeno digitalnim fotoaparatom	Žuti mat papir	Ofsetni tisak AM raster
Uzorak 79.	Snimljeno digitalnim fotoaparatom	Bijeli glatki papir	Ofsetni tisak FM raster
Uzorak 80.	Snimljeno digitalnim fotoaparatom	Bijeli mat papir	Ofsetni tisak FM raster
Uzorak 81.	Snimljeno digitalnim fotoaparatom	Žuti mat papir	Ofsetni tisak FM raster

Tablica 26. - Rezultati vizualne procjene promatrača uzoraka kolorističkog sustava vizualne predodžbe

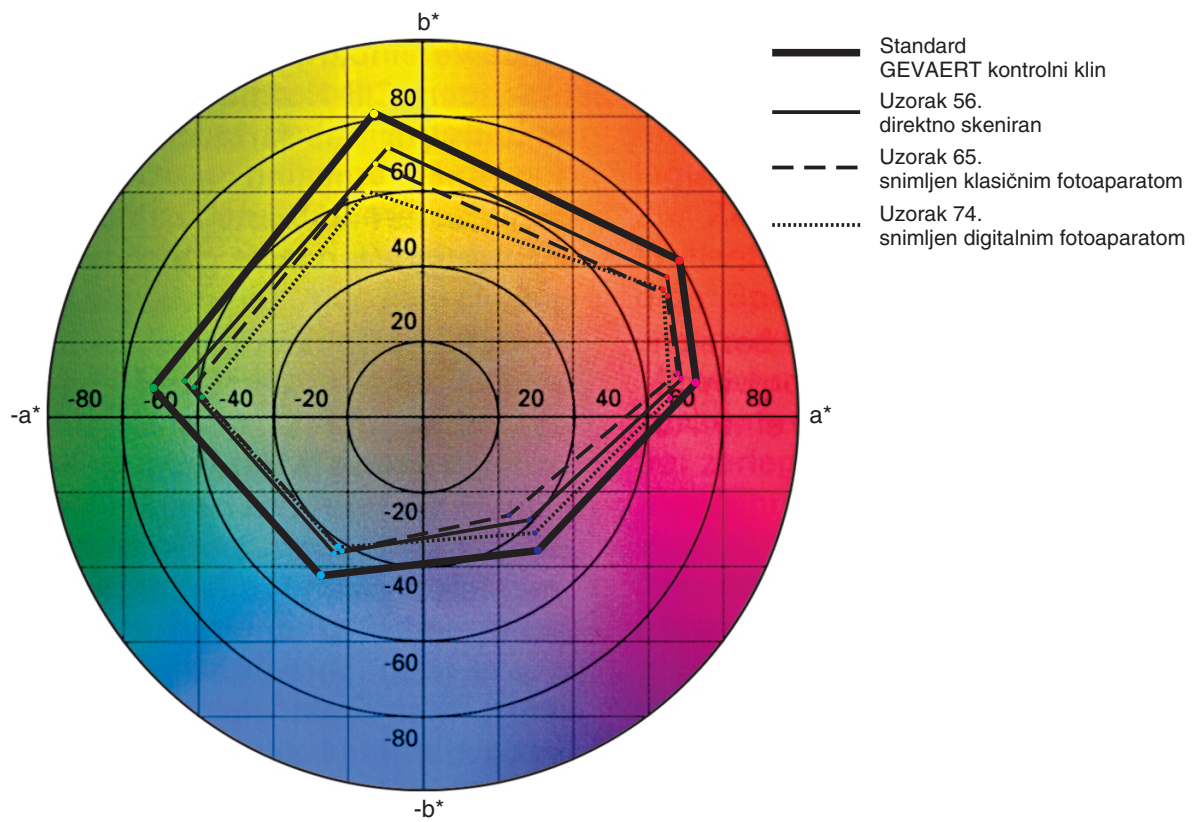
<b>Uzorak</b>	<b>Tehnološki sustav snimanja</b>	<b>Podloga</b>	<b>Tehnika tiska</b>	<b>Ocjene vizualne procjene promatrača</b>
Uzorak 55.	Skeniranje	Bijeli gl. papir	Digitalni, AM raster	izvrsno
Uzorak 56.	Skeniranje	Bijeli mat papir	Digitalni, AM raster	vrlo dobro
Uzorak 57.	Skeniranje	Žuti mat papir	Digitalni, AM raster	neprihvatljivo
Uzorak 58.	Skeniranje	Bijeli gl. papir	Ofsetni, AM raster	prihvatljivo
Uzorak 59.	Skeniranje	Bijeli mat papir	Ofsetni, AM raster	još uvijek prihvatljivo
Uzorak 60.	Skeniranje	Žuti mat papir	Ofsetni, AM raster	neprihvatljivo
Uzorak 61.	Skeniranje	Bijeli gl. papir	Ofsetni, FM raster	vrlo dobro
Uzorak 62.	Skeniranje	Bijeli mat papir	Ofsetni, FM raster	prihvatljivo
Uzorak 63.	Skeniranje	Žuti mat papir	Ofsetni, FM raster	neprihvatljivo
Uzorak 64.	Klasični fotoaparatus	Bijeli gl. papir	Digitalni, AM raster	izvrsno
Uzorak 65.	Klasični fotoaparatus	Bijeli mat papir	Digitalni, AM raster	vrlo dobro
Uzorak 66.	Klasični fotoaparatus	Žuti mat papir	Digitalni, AM raster	neprihvatljivo
Uzorak 67.	Klasični fotoaparatus	Bijeli gl. papir	Ofsetni, AM raster	prihvatljivo
Uzorak 68.	Klasični fotoaparatus	Bijeli mat papir	Ofsetni, AM raster	neprihvatljivo
Uzorak 69.	Klasični fotoaparatus	Žuti mat papir	Ofsetni, AM raster	neprihvatljivo
Uzorak 70.	Klasični fotoaparatus	Bijeli gl. papir	Ofsetni, FM raster	vrlo dobro
Uzorak 71.	Klasični fotoaparatus	Bijeli mat papir	Ofsetni, FM raster	vrlo dobro
Uzorak 72.	Klasični fotoaparatus	Žuti mat papir	Ofsetni, FM raster	neprihvatljivo
Uzorak 73.	Digitalni fotoaparatus	Bijeli gl. papir	Digitalni, AM raster	prihvatljivo
Uzorak 74.	Digitalni fotoaparatus	Bijeli mat papir	Digitalni, AM raster	neprihvatljivo
Uzorak 75.	Digitalni fotoaparatus	Žuti mat papir	Digitalni, AM raster	neprihvatljivo
Uzorak 76.	Digitalni fotoaparatus	Bijeli gl. papir	Ofsetni, AM raster	neprihvatljivo
Uzorak 77.	Digitalni fotoaparatus	Bijeli mat papir	Ofsetni, AM raster	neprihvatljivo
Uzorak 78.	Digitalni fotoaparatus	Žuti mat papir	Ofsetni, AM raster	neprihvatljivo
Uzorak 79.	Digitalni fotoaparatus	Bijeli gl. papir	Ofsetni, FM raster	neprihvatljivo
Uzorak 80.	Digitalni fotoaparatus	Bijeli mat papir	Ofsetni, FM raster	još uvijek prihvatljivo
Uzorak 81.	Digitalni fotoaparatus	Žuti mat papir	Ofsetni, FM raster	neprihvatljivo

Tablica 27. - Uzorci kolorističkog sustava vizualne predodžbe sa pripadajućim veličinama  $\Delta E_{94}^*$  i  $\Delta E_{00}$  razlikama boja

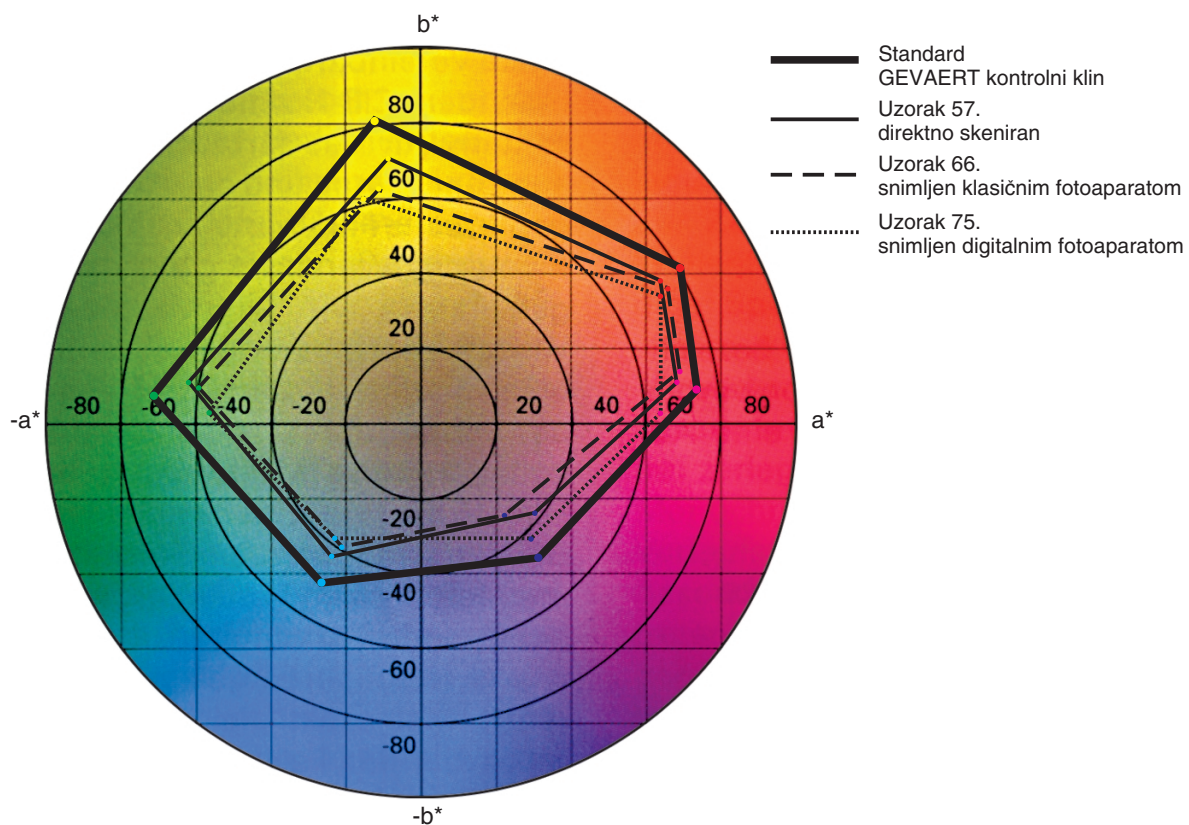
	Cijan		Magenta		Žuta		Zelena		Crvena		Ljubičastoplava	
<b>Uzorak</b>	$\Delta E_{94}$	$\Delta E_{00}$	$\Delta E_{94}$	$\Delta E_{00}$	$\Delta E_{94}$	$\Delta E_{00}$	$\Delta E_{94}$	$\Delta E_{00}$	$\Delta E_{94}$	$\Delta E_{00}$	$\Delta E_{94}$	$\Delta E_{00}$
<b>Skenirani uzorci</b>												
Uzorak 55.	3.66	3.75	5.22	5.16	4.15	3.64	4.12	4.19	3.19	3.21	7.40	7.47
Uzorak 56.	4.68	4.47	6.01	5.96	2.63	2.66	4.92	4.08	4.43	4.43	6.76	6.23
Uzorak 57.	4.63	4.22	5.62	5.58	5.98	4.42	4.00	4.15	1.69	1.70	7.24	7.98
Uzorak 58.	3.36	1.94	4.11	4.10	4.49	3.37	2.97	3.26	2.38	2.68	6.15	5.94
Uzorak 59.	5.01	3.45	4.91	4.87	3.21	2.60	4.05	4.29	3.76	3.91	7.19	6.01
Uzorak 60.	5.18	3.86	3.80	3.75	3.67	3.10	3.13	3.60	2.74	3.19	5.78	5.14
Uzorak 61.	3.27	2.18	3.29	3.28	2.92	2.36	1.71	2.01	1.63	2.06	5.95	5.56
Uzorak 62.	2.82	1.46	4.17	4.12	1.89	2.04	2.32	2.40	2.73	2.90	6.55	5.52
Uzorak 63.	4.19	2.87	3.87	3.81	1.80	1.88	4.58	4.74	2.22	2.86	5.28	4.65
<b>Uzorci snimljeni klasičnim fotoaparatom</b>												
Uzorak 64.	5.22	5.63	3.13	3.11	3.69	3.94	4.77	4.53	4.70	5.40	4.69	5.17
Uzorak 65.	5.25	5.54	1.94	2.02	2.91	3.20	2.73	2.90	2.81	3.71	6.19	5.47
Uzorak 66.	5.29	5.31	4.14	4.25	4.14	4.53	3.69	3.85	10.31	10.38	6.65	6.32
Uzorak 67.	6.10	6.72	1.92	2.02	5.47	5.57	2.85	2.98	3.48	4.29	5.93	5.78
Uzorak 68.	6.07	6.70	3.21	3.26	6.13	5.92	2.67	2.83	3.39	4.08	6.65	5.58
Uzorak 69.	6.04	6.82	6.24	6.29	5.86	6.20	3.38	3.39	5.62	5.78	5.50	5.33
Uzorak 70.	6.47	7.13	1.65	1.70	3.93	4.15	3.04	3.24	2.55	3.05	9.01	7.86
Uzorak 71.	3.75	4.60	4.87	4.83	3.69	3.74	2.94	3.10	2.21	2.57	6.64	6.09
Uzorak 72.	4.06	4.42	6.81	6.88	4.74	5.53	2.72	2.86	6.65	6.69	6.30	5.94
<b>Uzorci snimljeni digitalnim fotoaparatom</b>												
Uzorak 73.	6.61	6.68	4.11	4.13	7.60	7.49	7.66	8.03	3.74	4.04	10.32	7.86
Uzorak 74.	6.80	6.40	3.30	3.34	6.32	6.30	5.33	5.36	4.03	4.33	7.33	5.63
Uzorak 75.	7.01	5.65	7.60	7.65	9.29	7.88	6.21	6.34	9.97	10.10	3.48	4.16
Uzorak 76.	5.84	5.44	4.03	4.09	6.81	6.65	7.01	7.05	2.97	3.05	9.50	7.05
Uzorak 77.	6.49	5.71	3.70	3.78	7.83	7.31	6.60	6.68	6.12	6.12	6.36	5.10
Uzorak 78.	7.06	5.78	7.67	7.72	7.94	6.72	4.42	4.55	7.43	7.43	3.74	4.19
Uzorak 79.	4.42	3.65	4.41	4.47	6.05	5.14	4.60	4.50	3.21	3.18	7.11	5.07
Uzorak 80.	5.31	4.91	4.63	4.64	3.87	3.73	5.26	5.16	4.15	4.18	7.10	4.87
Uzorak 81.	5.30	2.70	6.49	6.48	5.21	5.17	5.52	5.52	7.87	7.90	6.07	5.72



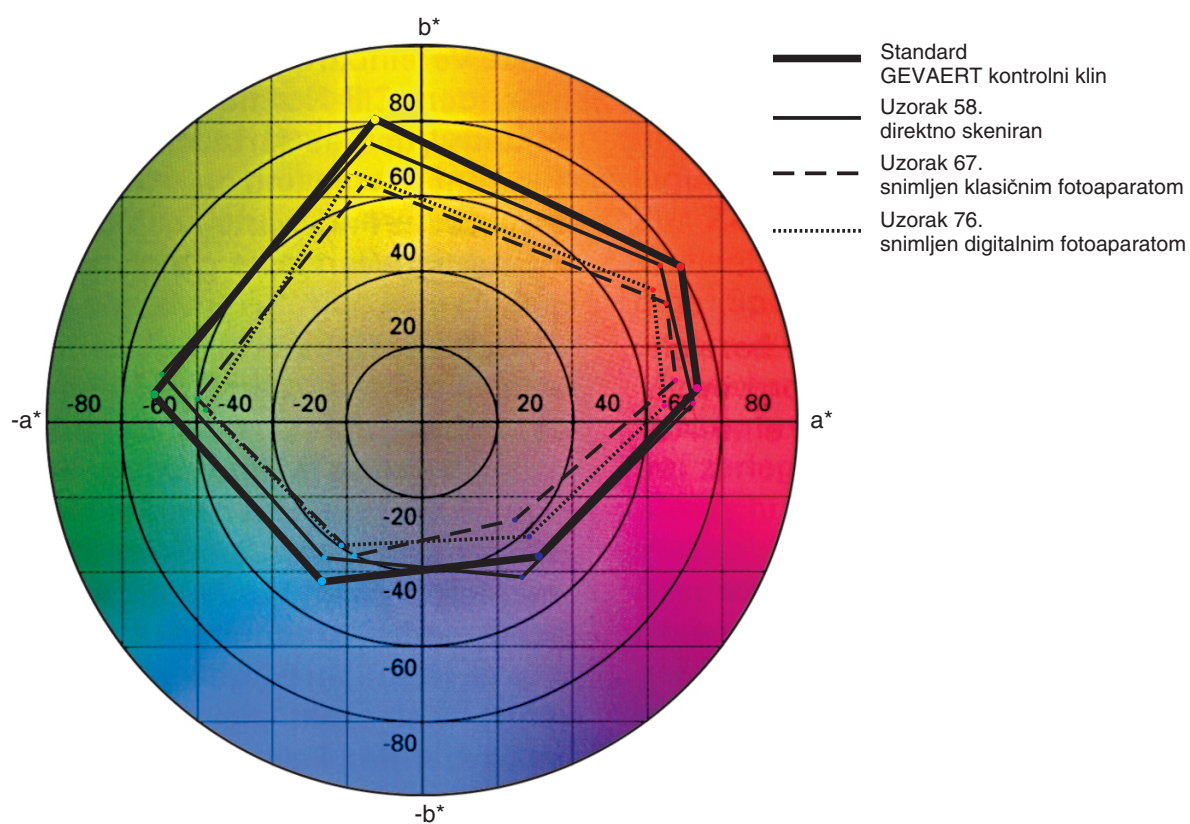
Slika 125 - Opseg boja uzoraka kolorističkog sustava prikazan u CIE LAB sustavu u ovisnosti o  $a^*$  i  $b^*$  koordinatama otisnutih na bijelom premazanom papiru digitalnim tiskom AM rasterom



Slika 126. - Opseg boja uzoraka kolorističkog sustava prikazan u CIE LAB sustavu u ovisnosti o  $a^*$  i  $b^*$  koordinatama otisnutih na bijelom nepremazanom papiru digitalnim tiskom AM rasterom

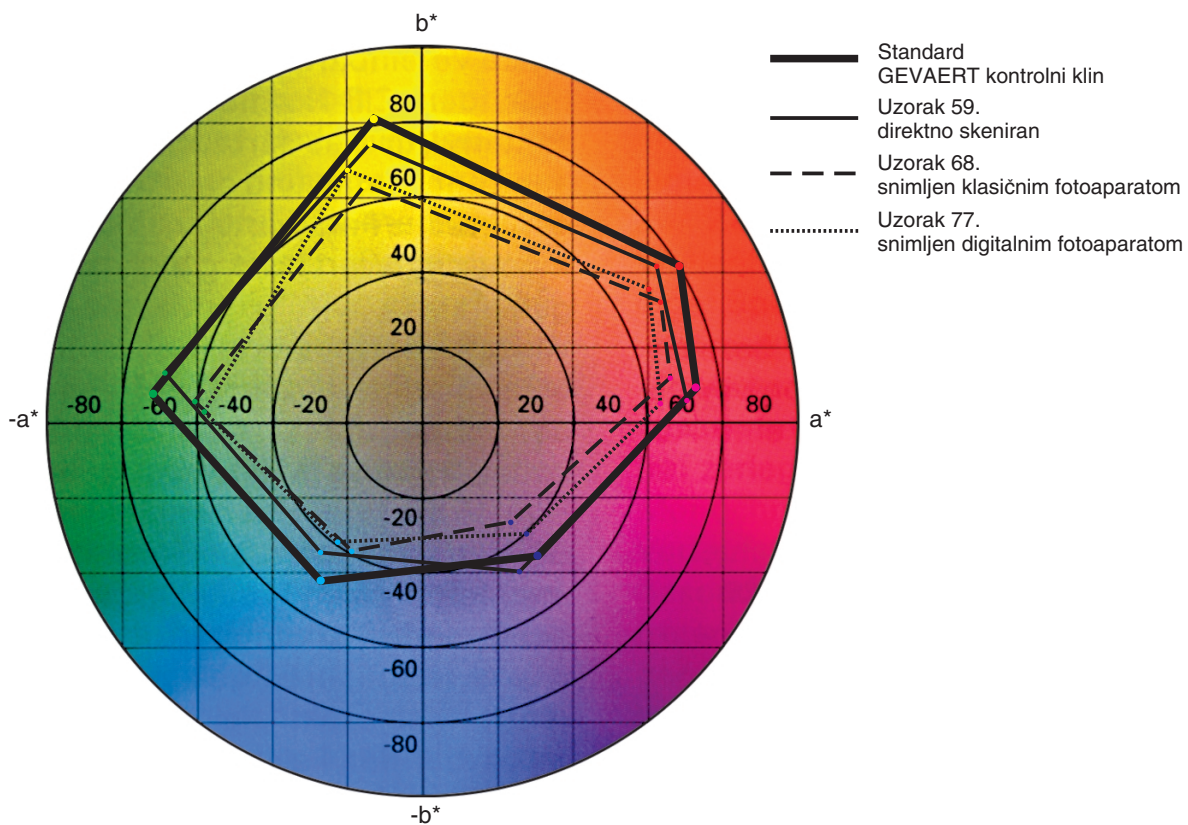


Slika 127. - Opseg boja uzoraka kolorističkog sustava prikazan u CIE LAB sustavu u ovisnosti o  $a^*$  i  $b^*$  koordinatama otisnutih na žutom nepremazanom papiru digitalnim tiskom AM rasterom

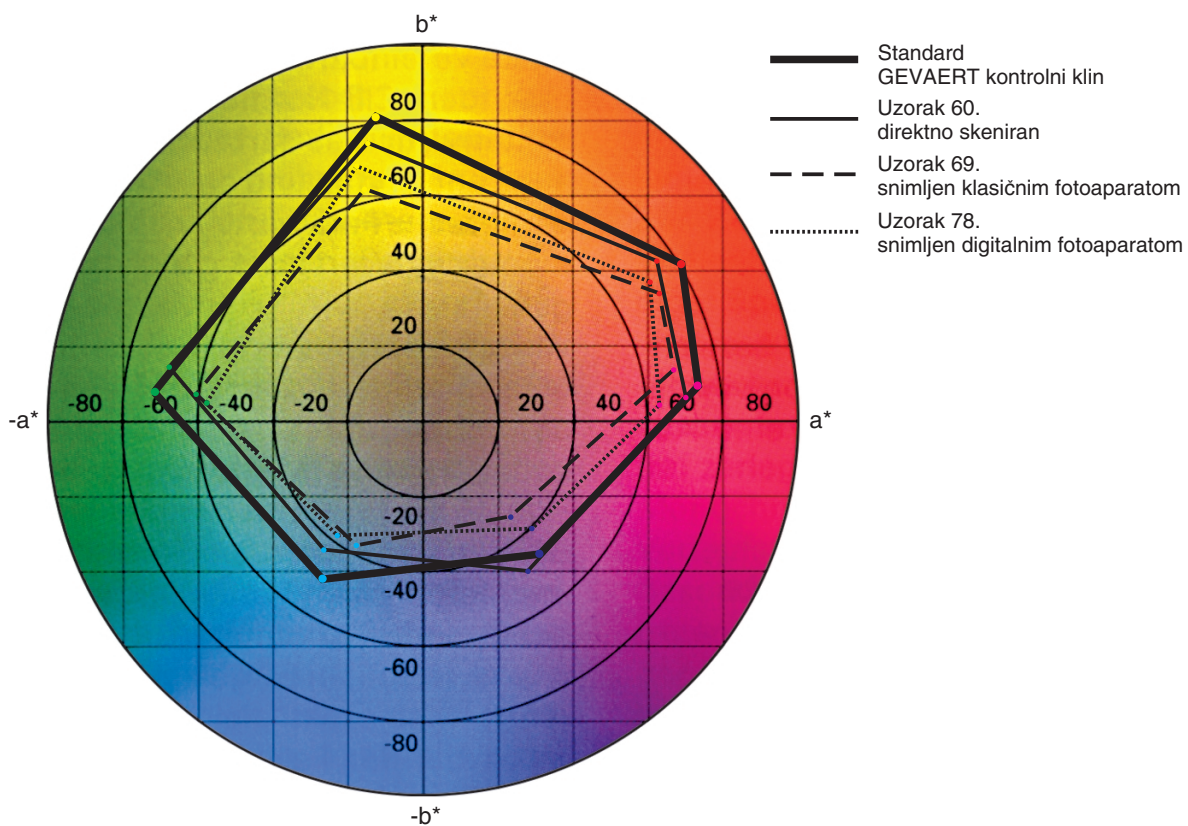


Slika 128. - Opseg boja uzoraka kolorističkog sustava prikazan u CIE LAB sustavu u ovisnosti o  $a^*$  i  $b^*$  koordinatama otisnutih na bijelom premazanom papiru ofsetnim tiskom AM rasterom

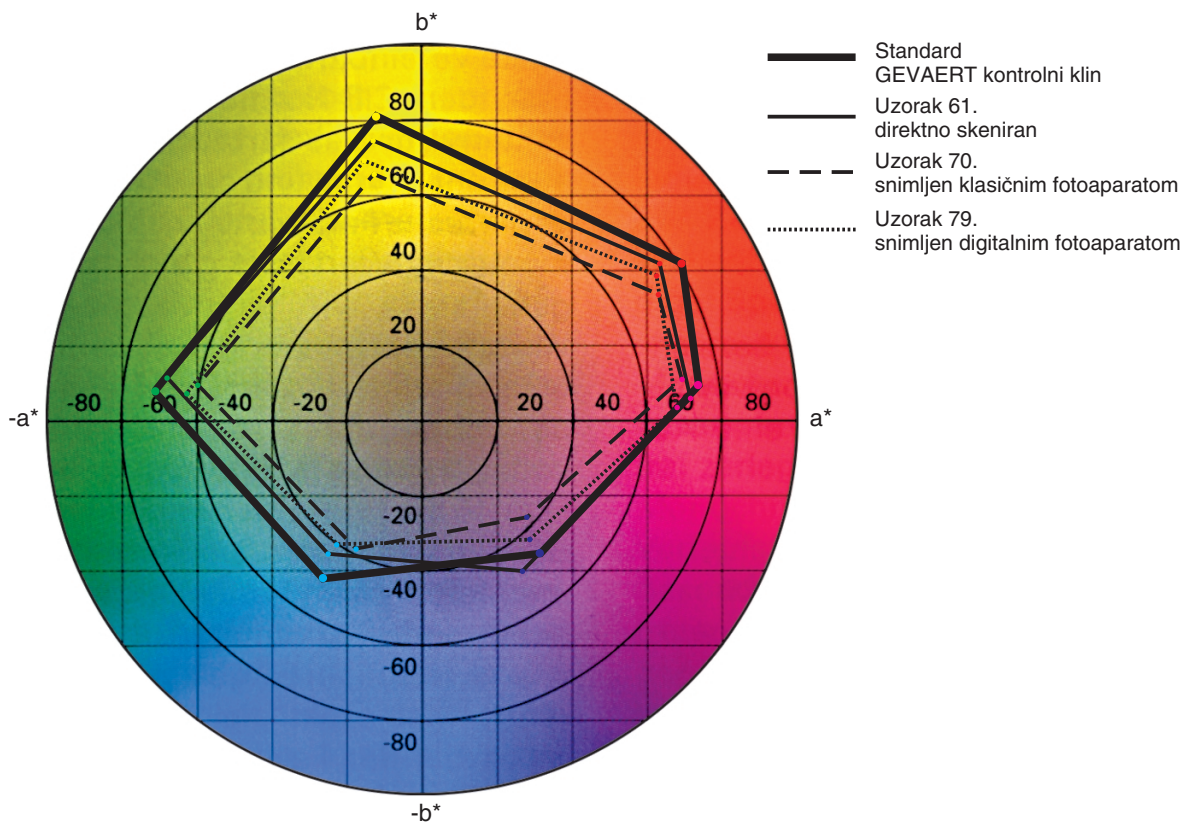




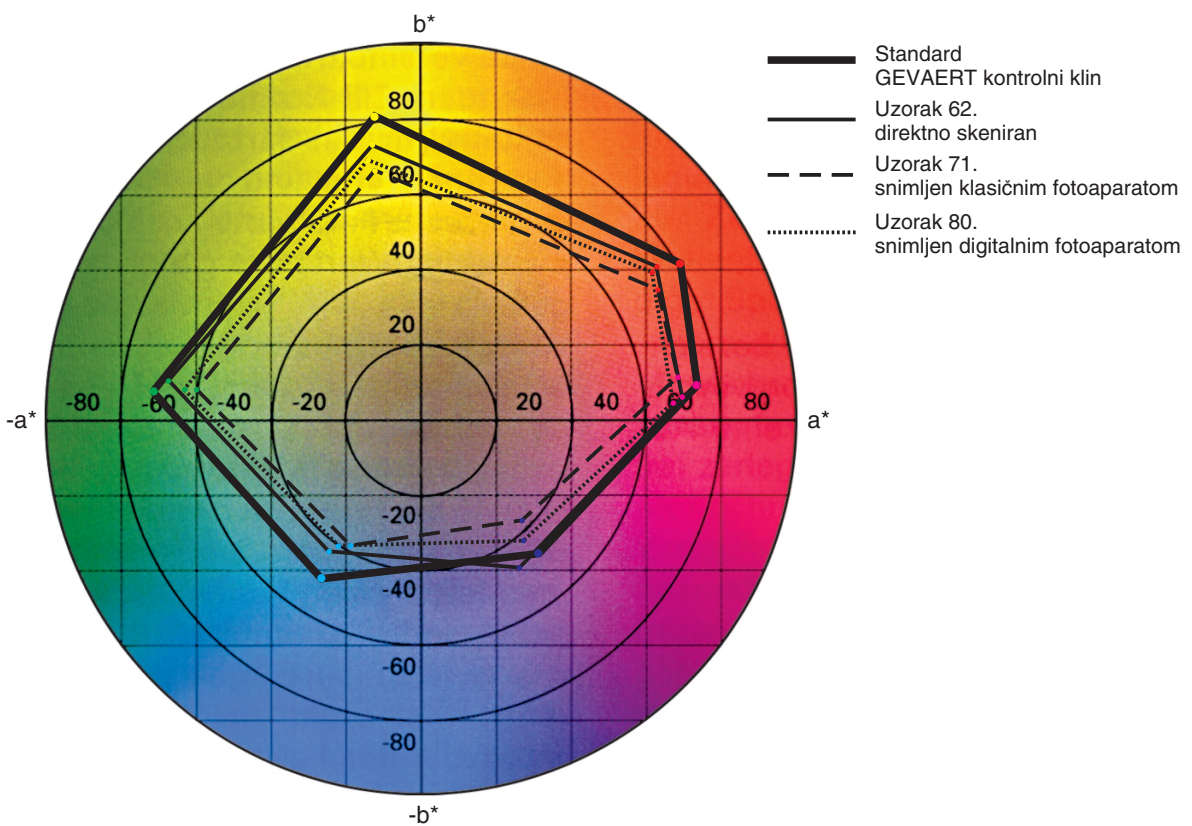
Slika 129. - Opseg boja uzoraka kolorističkog sustava prikazan u CIE LAB sustavu u ovisnosti o  $a^*$  i  $b^*$  koordinatama otisnutih na bijelom nepremazanom papiru ofsetnim tiskom AM rasterom



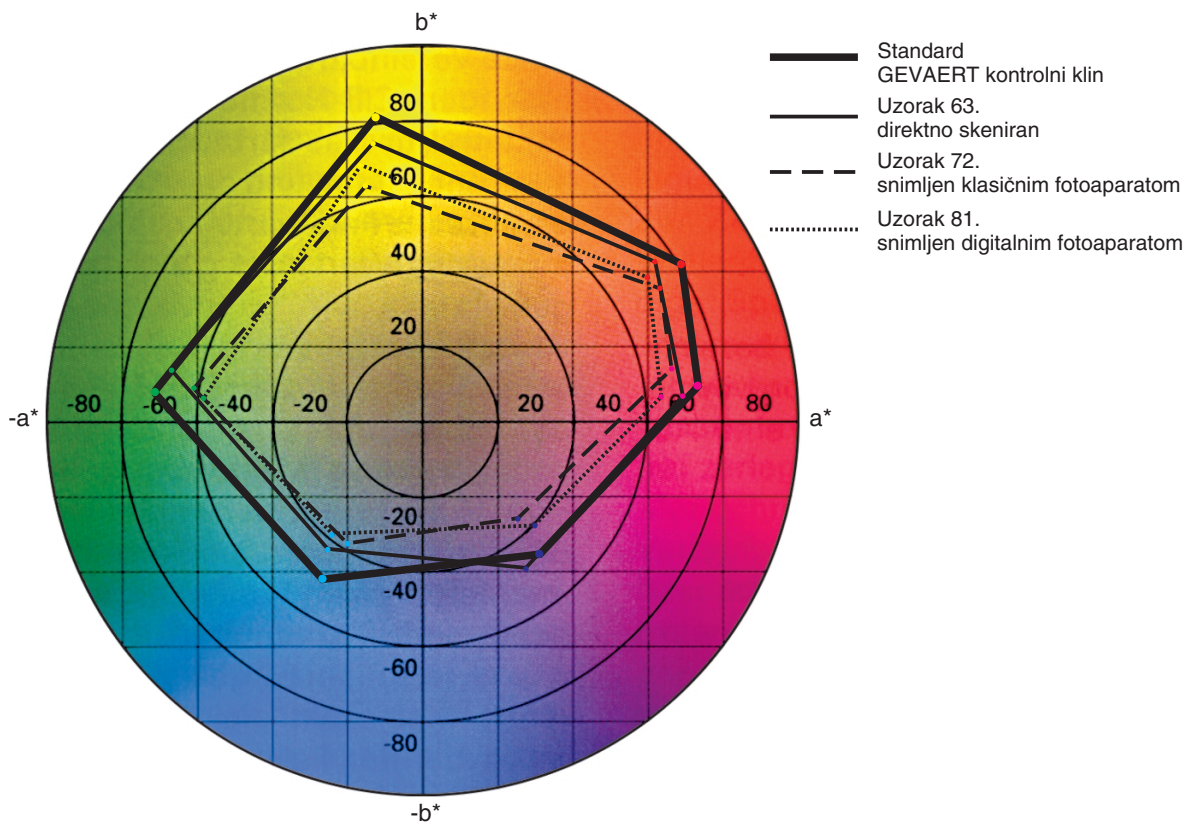
Slika 130. - Opseg boja uzoraka kolorističkog sustava prikazan u CIE LAB sustavu u ovisnosti o  $a^*$  i  $b^*$  koordinatama otisnutih na žutom nepremazanom papiru ofsetnim tiskom AM rasterom



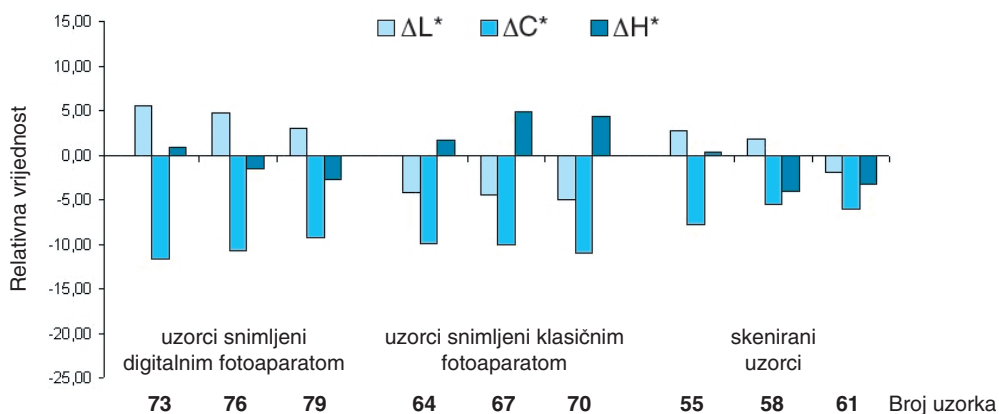
Slika 131. - Opseg boja uzoraka kolorističkog sustava prikazan u CIE LAB sustavu u ovisnosti o  $a^*$  i  $b^*$  koordinatama otisnutih na bijelom premazanom papiru ofsetnim tiskom FM rasterom



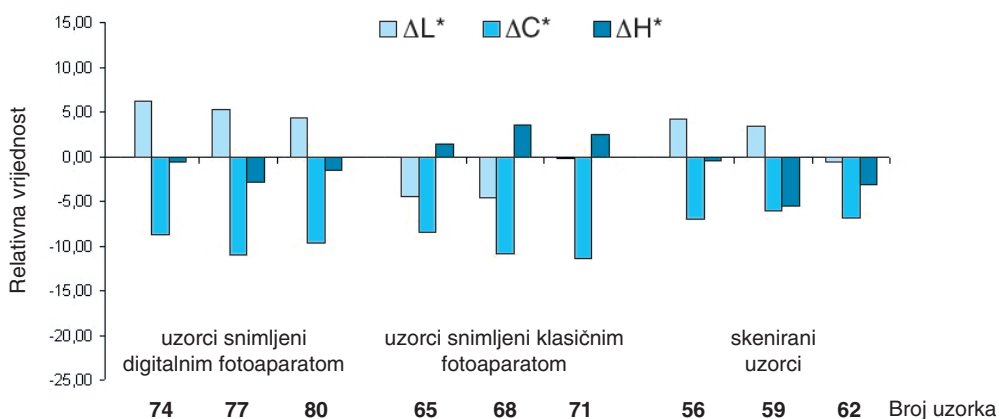
Slika 132. - Opseg boja uzoraka kolorističkog sustava prikazan u CIE LAB sustavu u ovisnosti o  $a^*$  i  $b^*$  koordinatama otisnutih na bijelom nepremazanom papiru ofsetnim tiskom FM rasterom



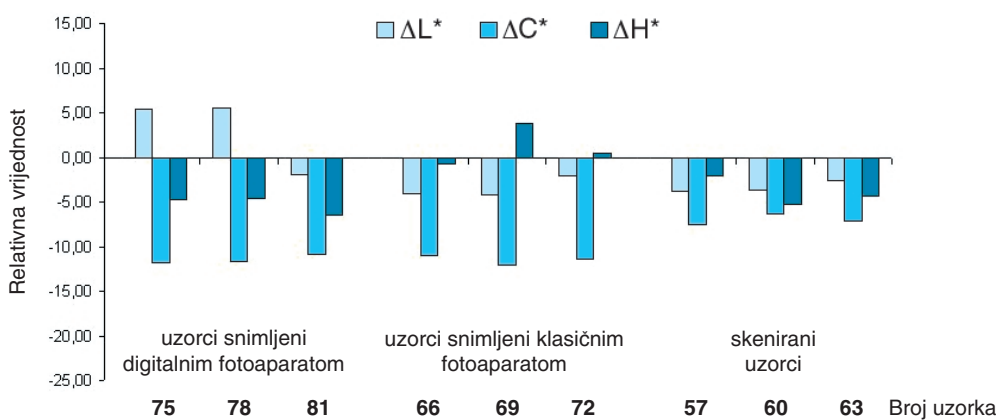
Slika 133. - Opseg boja uzoraka kolorističkog sustava prikazan u CIE LAB sustavu u ovisnosti o  $a^*$  i  $b^*$  koordinatama otisnutih na žuom nepremazanom papiru ofsetnim tiskom FM rasterom



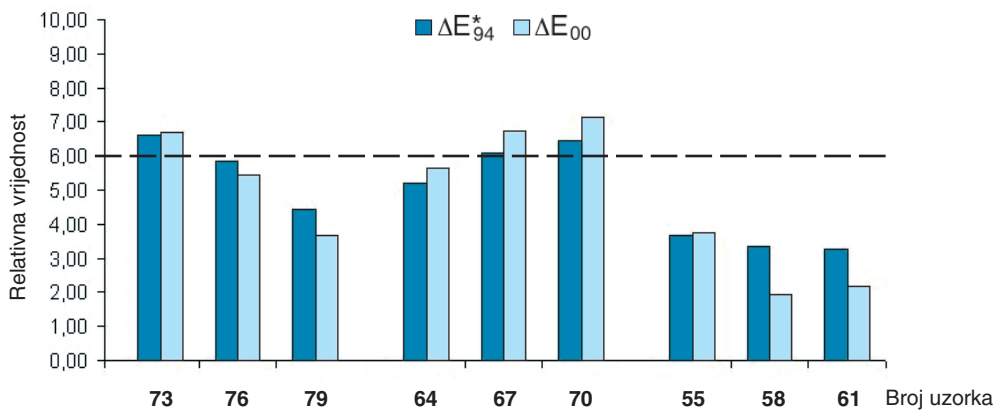
Slika 134. - Histogramski prikaz razlika vrijednosti  $\Delta L^*$ ,  $\Delta C^*$  i  $\Delta H^*$  uzoraka kolorističkog sustava u odnosu na standard za cijan boju na bijelom premazanom papiru



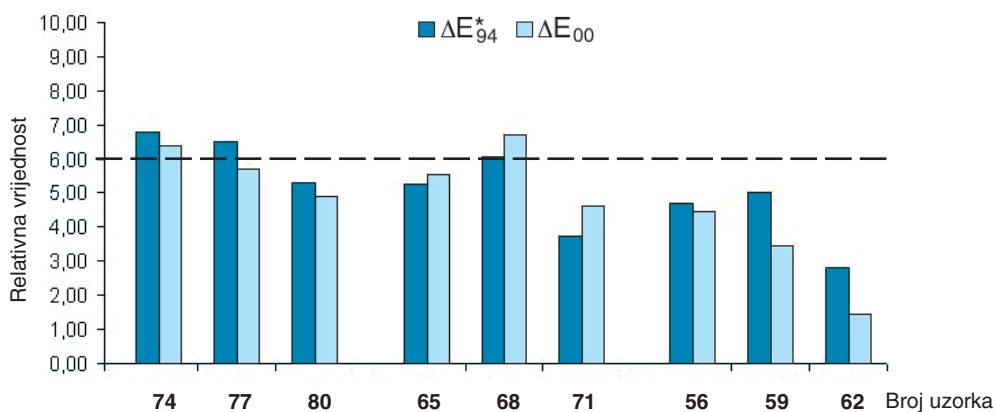
Slika 135. - Histogramski prikaz razlika vrijednosti  $\Delta L^*$ ,  $\Delta C^*$  i  $\Delta H^*$  uzoraka kolorističkog sustava u odnosu na standard za cijan boju na bijelom nepremazanom papiru



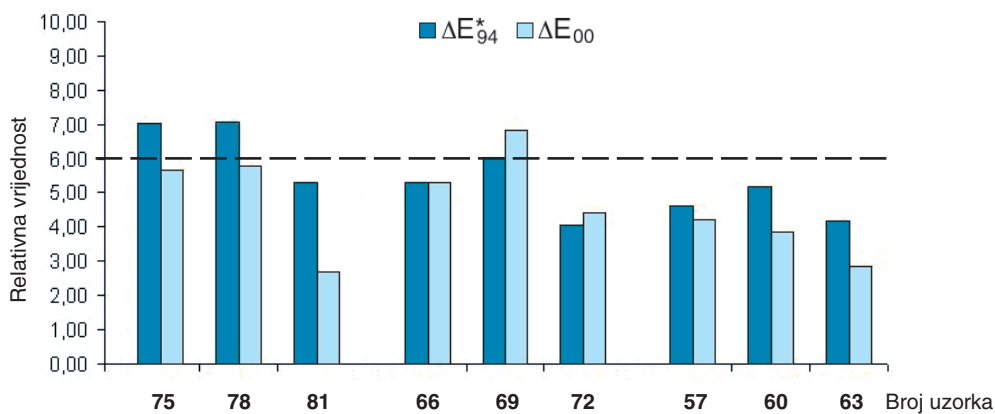
Slika 136. - Histogramski prikaz razlika vrijednosti  $\Delta L^*$ ,  $\Delta C^*$  i  $\Delta H^*$  uzoraka kolorističkog sustava u odnosu na standard za cijan boju na žutom nepremazanom papiru



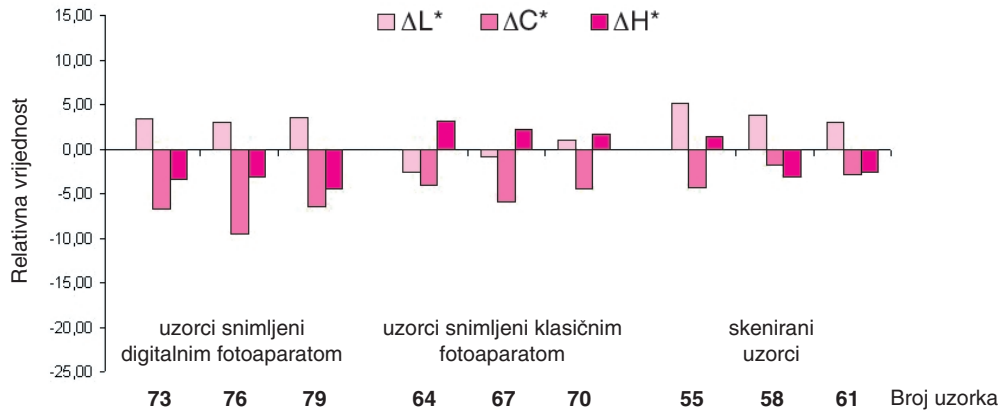
Slika 137. - Histogramski prikaz ukupne promjene boje  $\Delta E_{94}^*$  i  $\Delta E_{00}$  uzoraka kolorističkog sustava u odnosu na standard za cijan boju na bijelom premazanom papiru



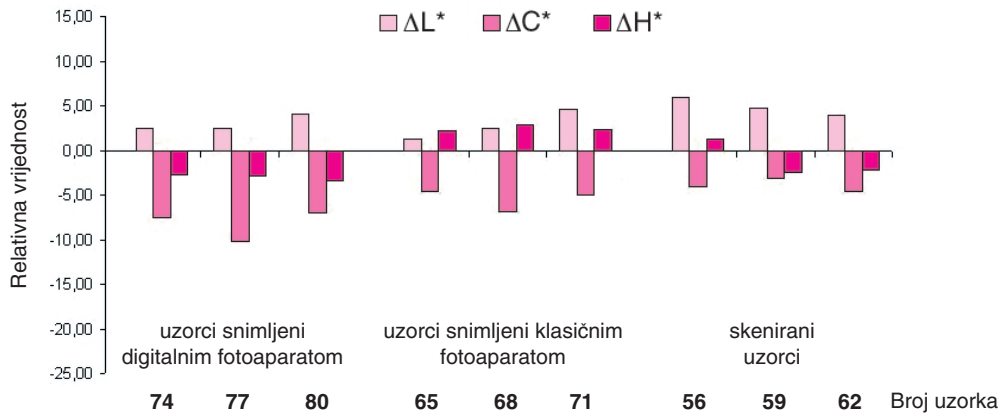
Slika 138. - Histogramski prikaz ukupne promjene boje  $\Delta E_{94}^*$  i  $\Delta E_{00}$  uzoraka kolorističkog sustava u odnosu na standard za cijan boju na bijelom nepremazanom papiru



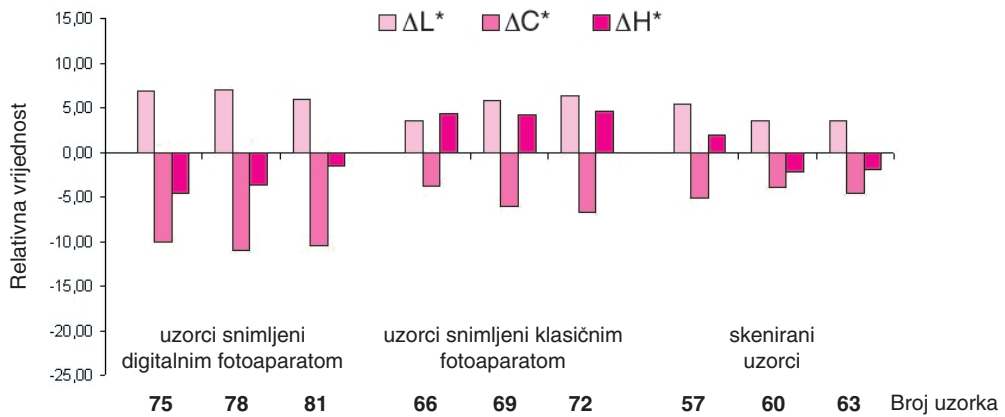
Slika 139. - Histogramski prikaz ukupne promjene boje  $\Delta E_{94}^*$  i  $\Delta E_{00}$  uzoraka kolorističkog sustava u odnosu na standard za cijan boju na žutom nepremazanom papiru



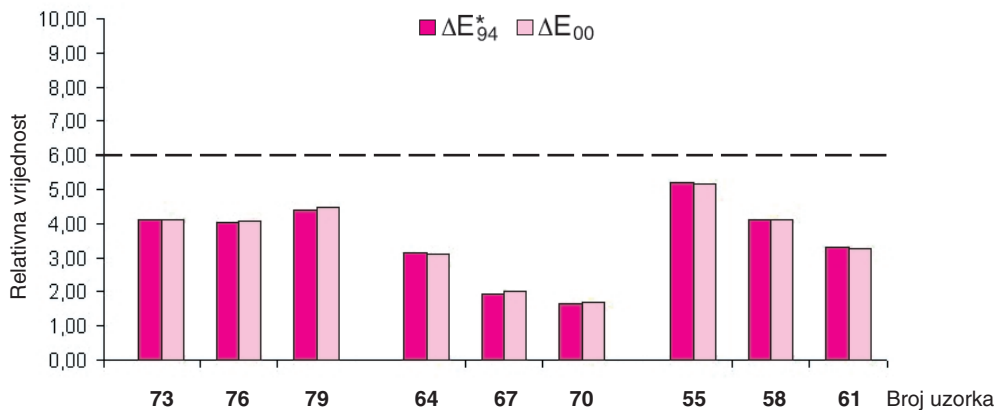
Slika 140. - Histogramski prikaz razlika vrijednosti  $\Delta L^*$ ,  $\Delta C^*$  i  $\Delta H^*$  uzoraka kolorističkog sustava u odnosu na standard za magenta boju na bijelom premazanom papiru



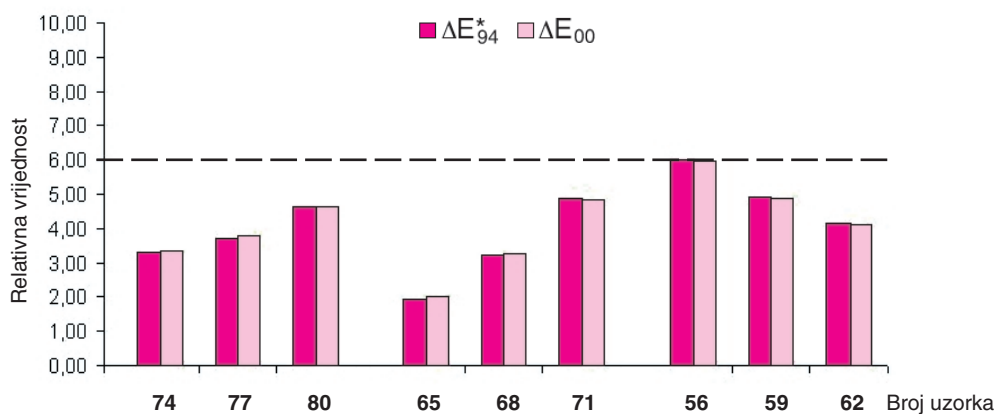
Slika 141. - Histogramski prikaz razlika vrijednosti  $\Delta L^*$ ,  $\Delta C^*$  i  $\Delta H^*$  uzoraka kolorističkog sustava u odnosu na standard za magenta boju na bijelom nepremazanom papiru



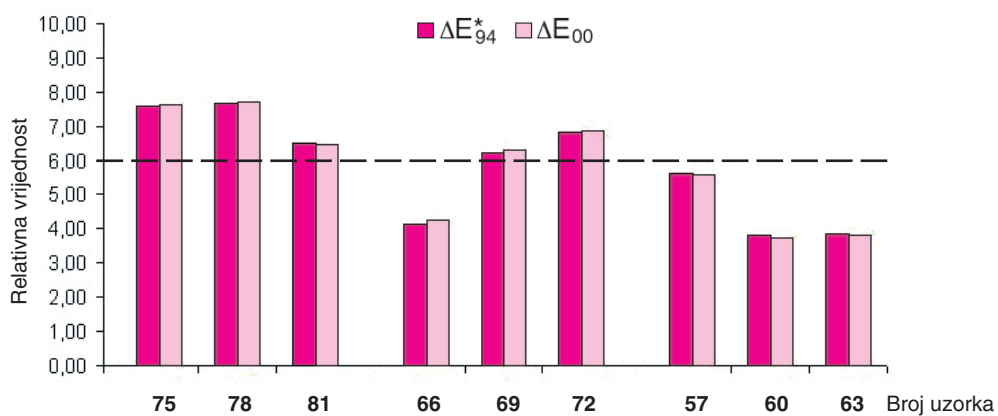
Slika 142. - Histogramski prikaz razlika vrijednosti  $\Delta L^*$ ,  $\Delta C^*$  i  $\Delta H^*$  uzoraka kolorističkog sustava u odnosu na standard za magenta boju na žutom nepremazanom papiru



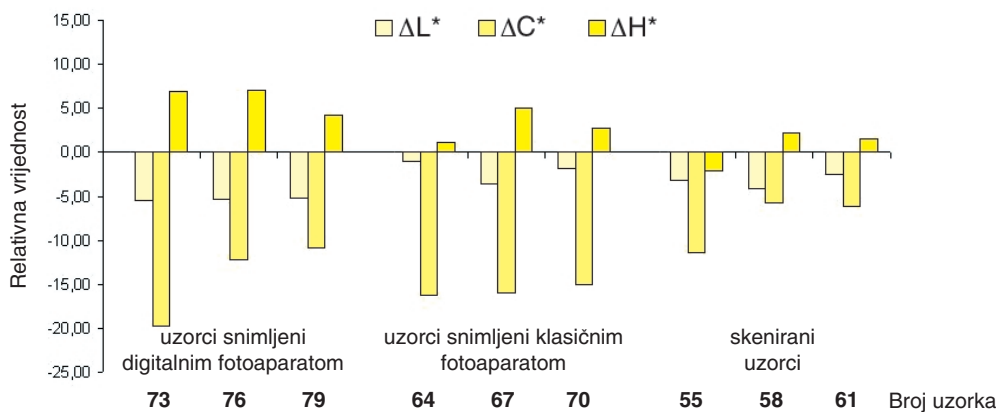
Slika 143. - Histogramski prikaz ukupne promjene boje  $\Delta E_{94}^*$  i  $\Delta E_{00}$  uzoraka kolorističkog sustava u odnosu na standard za magenta boju na bijelom premazanom papiru



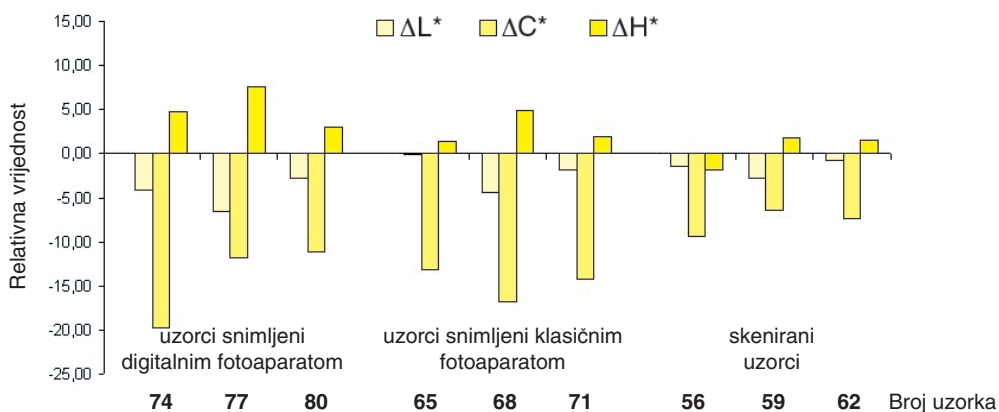
Slika 144. - Histogramski prikaz ukupne promjene boje  $\Delta E_{94}^*$  i  $\Delta E_{00}$  uzoraka kolorističkog sustava u odnosu na standard za magenta boju na bijelom nepremazanom papiru



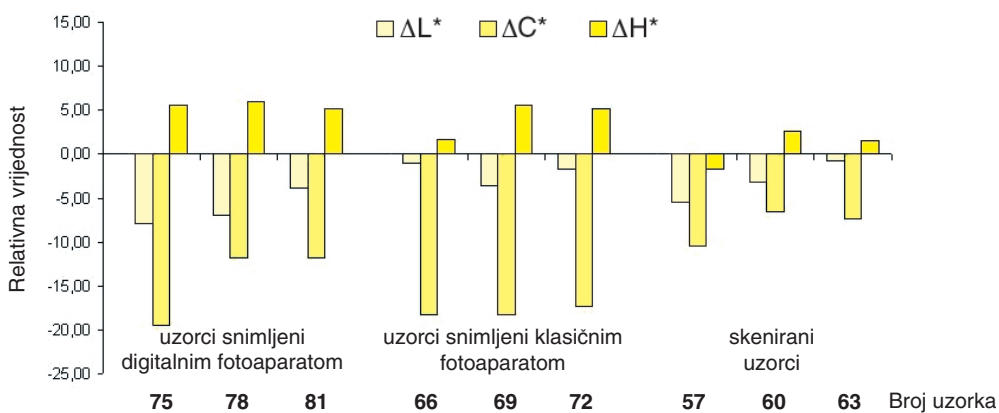
Slika 145. - Histogramski prikaz ukupne promjene boje  $\Delta E_{94}^*$  i  $\Delta E_{00}$  uzoraka kolorističkog sustava u odnosu na standard za magenta boju na žutom nepremazanom papiru



Slika 146. - Histogramski prikaz razlika vrijednosti  $\Delta L^*$ ,  $\Delta C^*$  i  $\Delta H^*$  uzoraka kolorističkog sustava u odnosu na standard za žutu boju na bijelom premazanom papiru

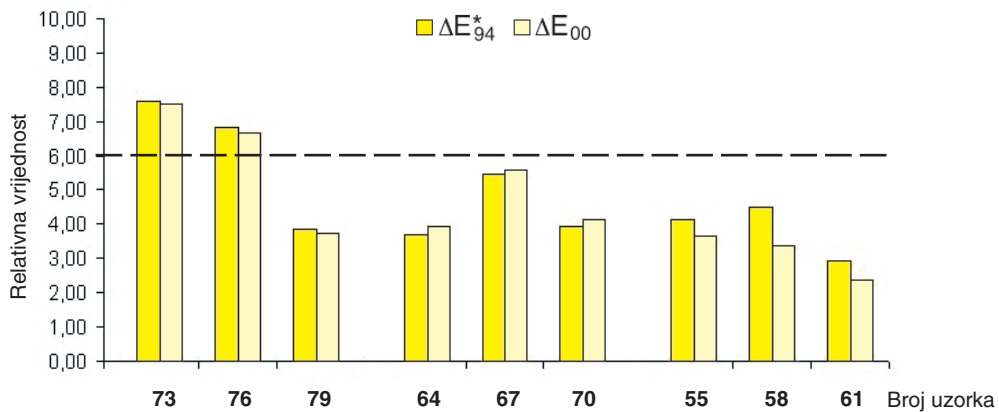


Slika 147. - Histogramski prikaz razlika vrijednosti  $\Delta L^*$ ,  $\Delta C^*$  i  $\Delta H^*$  uzoraka kolorističkog sustava u odnosu na standard za žutu boju na bijelom nepremazanom papiru

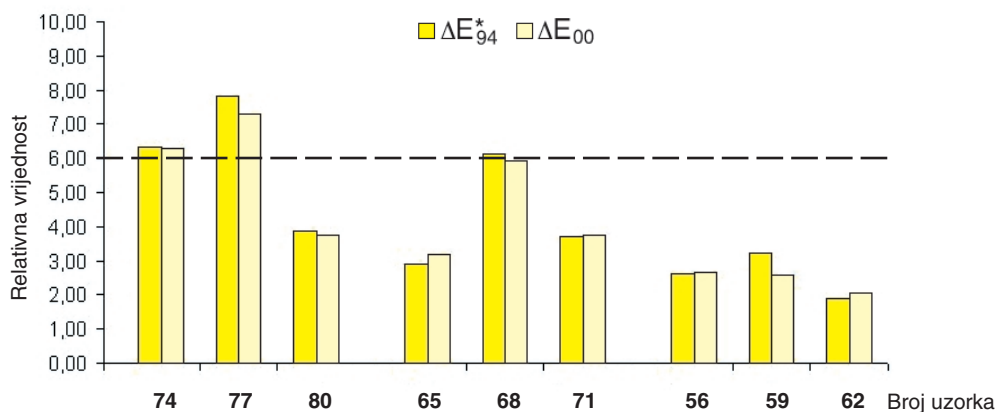


Slika 148. - Histogramski prikaz razlika vrijednosti  $\Delta L^*$ ,  $\Delta C^*$  i  $\Delta H^*$  uzoraka kolorističkog sustava u odnosu na standard za žutu boju na žutom nepremazanom papiru

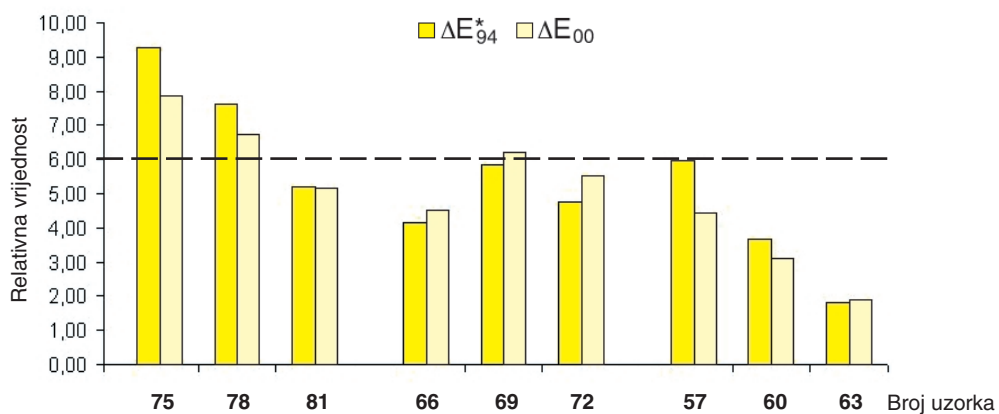




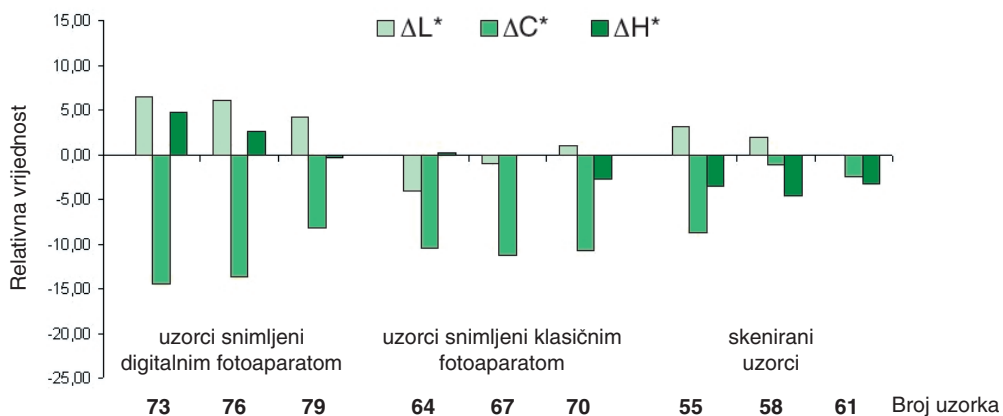
Slika 149. - Histogramski prikaz ukupne promjene boje  $\Delta E_{94}^*$  i  $\Delta E_{00}$  uzoraka kolorističkog sustava u odnosu na standard za žutu boju na bijelom premazanom papiru



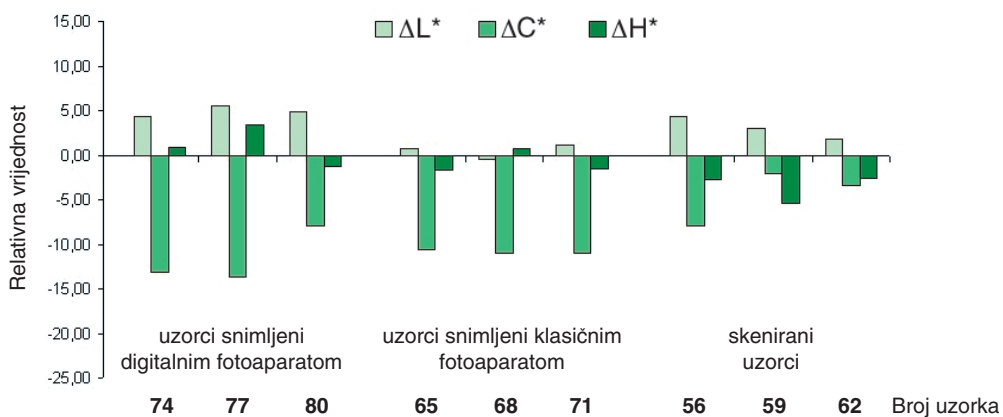
Slika 150. - Histogramski prikaz ukupne promjene boje  $\Delta E_{94}^*$  i  $\Delta E_{00}$  uzoraka kolorističkog sustava u odnosu na standard za žutu boju na bijelom nepremazanom papiru



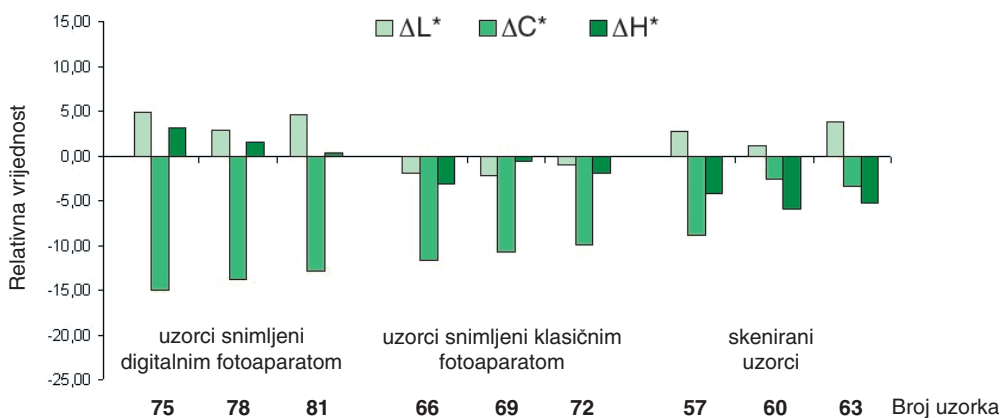
Slika 151. - Histogramski prikaz ukupne promjene boje  $\Delta E_{94}^*$  i  $\Delta E_{00}$  uzoraka kolorističkog sustava u odnosu na standard za žutu boju na žutom nepremazanom papiru



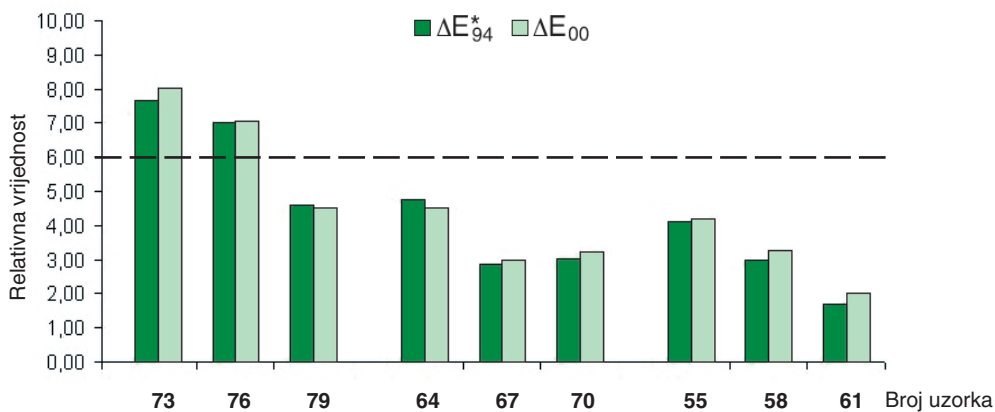
Slika 152. - Histogramski prikaz razlika vrijednosti  $\Delta L^*$ ,  $\Delta C^*$  i  $\Delta H^*$  uzoraka kolorističkog sustava u odnosu na standard za zelenu boju na bijelom premazanom papiru



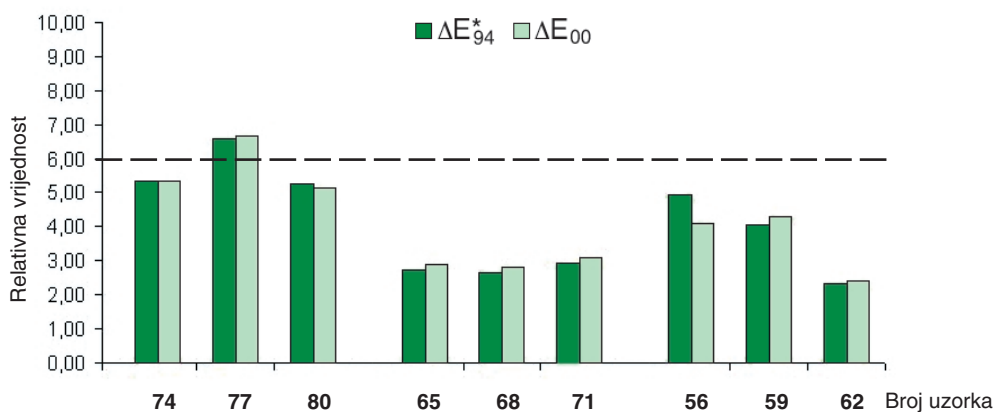
Slika 153. - Histogramski prikaz razlika vrijednosti  $\Delta L^*$ ,  $\Delta C^*$  i  $\Delta H^*$  uzoraka kolorističkog sustava u odnosu na standard za zelenu boju na bijelom nepremazanom papiru



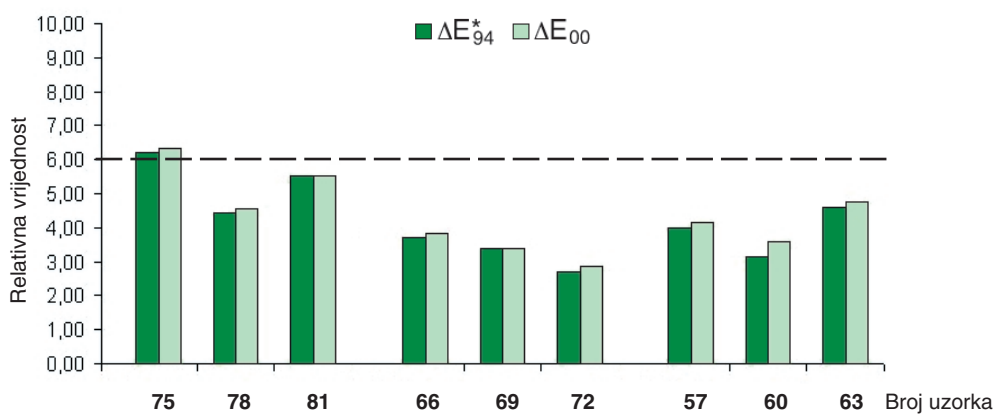
Slika 154. - Histogramski prikaz razlika vrijednosti  $\Delta L^*$ ,  $\Delta C^*$  i  $\Delta H^*$  uzoraka kolorističkog sustava u odnosu na standard za zelenu boju na žutom nepremazanom papiru



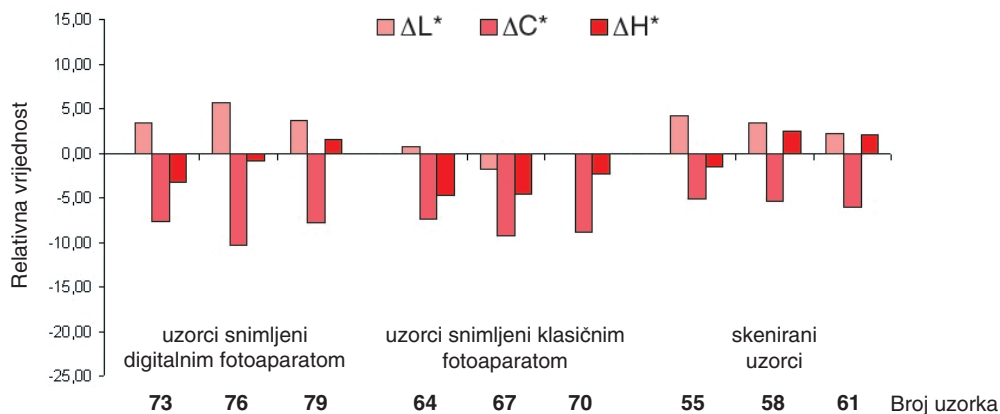
Slika 155. - Histogramski prikaz ukupne promjene boje  $\Delta E_{94}^*$  i  $\Delta E_{00}$  uzoraka kolorističkog sustava u odnosu na standard za zelenu boju na bijelom premazanom papiru



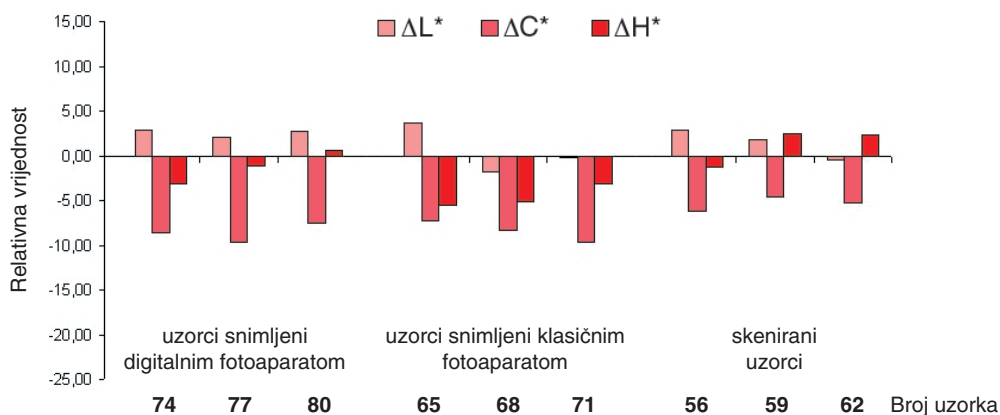
Slika 156. - Histogramski prikaz ukupne promjene boje  $\Delta E_{94}^*$  i  $\Delta E_{00}$  uzoraka kolorističkog sustava u odnosu na standard za zelenu boju na bijelom nepremazanom papiru



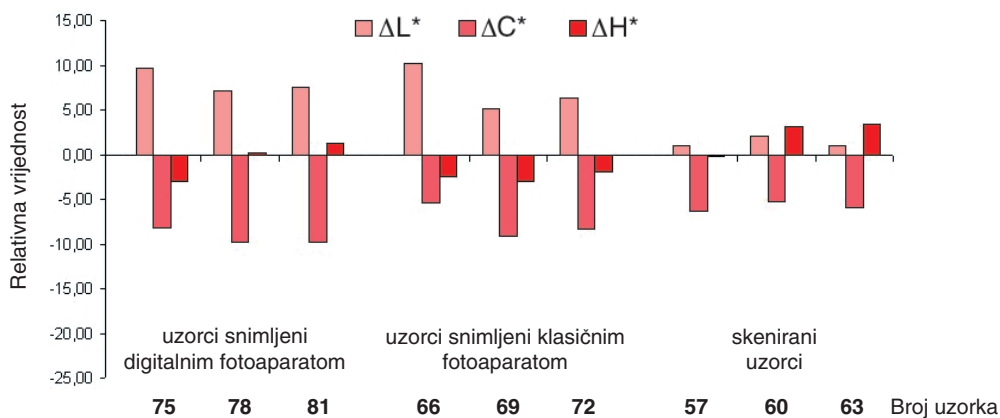
Slika 157. - Histogramski prikaz ukupne promjene boje  $\Delta E_{94}^*$  i  $\Delta E_{00}$  uzoraka kolorističkog sustava u odnosu na standard za zelenu boju na žutom nepremazanom papiru



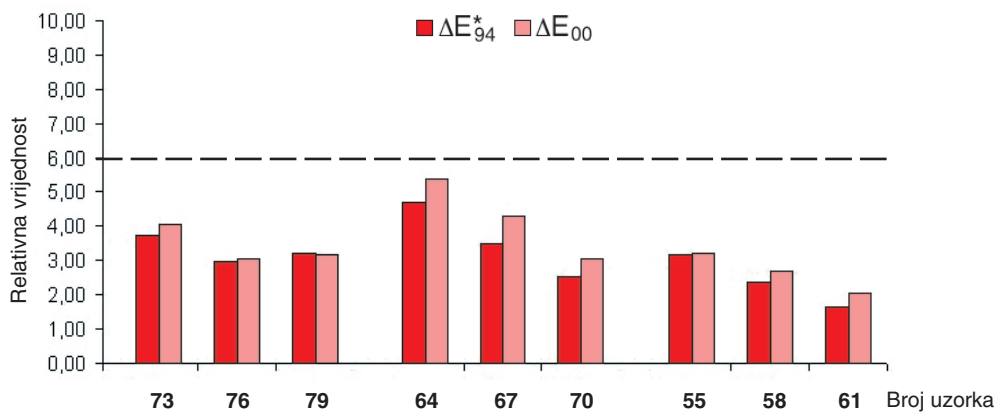
Slika 158. - Histogramski prikaz razlika vrijednosti  $\Delta L^*$ ,  $\Delta C^*$  i  $\Delta H^*$  uzoraka kolorističkog sustava u odnosu na standard za crvenu boju na bijelom premazanom papiru



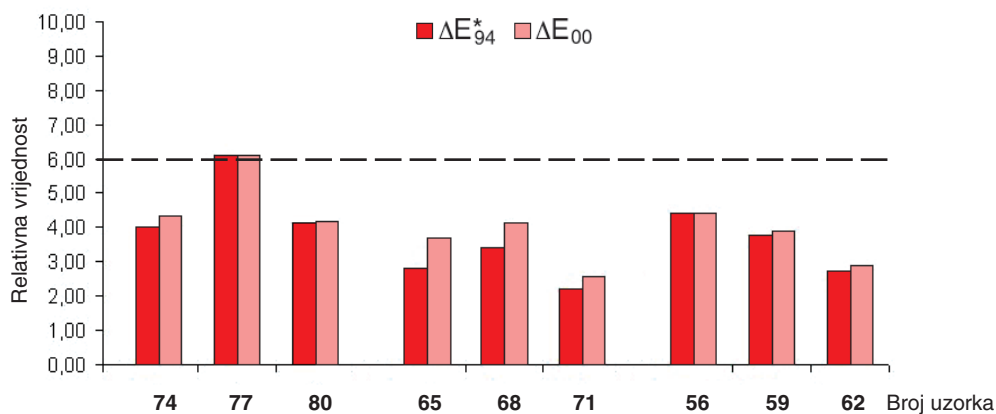
Slika 159. - Histogramski prikaz razlika vrijednosti  $\Delta L^*$ ,  $\Delta C^*$  i  $\Delta H^*$  uzoraka kolorističkog sustava u odnosu na standard za crvenu boju na bijelom nepremazanom papiru



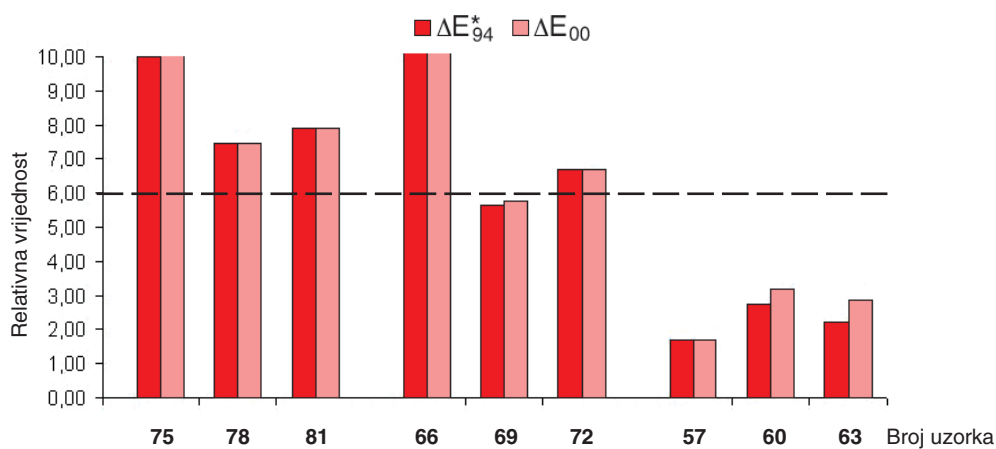
Slika 160. - Histogramski prikaz razlika vrijednosti  $\Delta L^*$ ,  $\Delta C^*$  i  $\Delta H^*$  uzoraka kolorističkog sustava u odnosu na standard za crvenu boju na žutom nepremazanom papiru



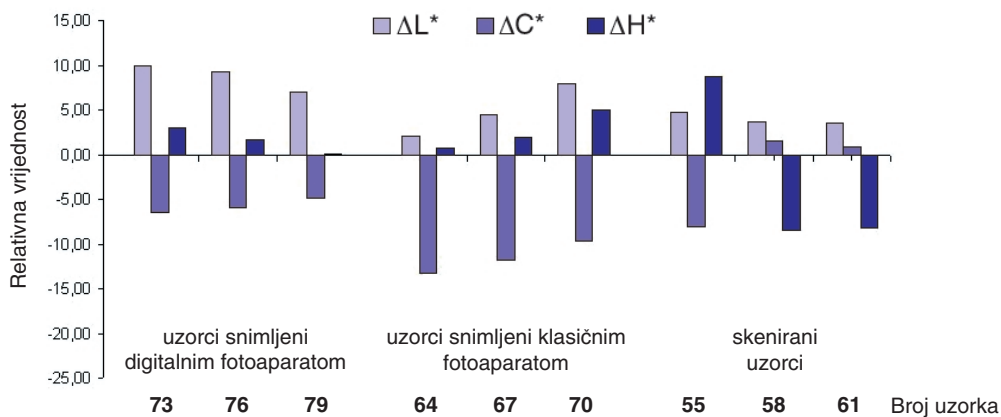
Slika 161. - Histogramski prikaz ukupne promjene boje  $\Delta E_{94}^*$  i  $\Delta E_{00}$  uzoraka kolorističkog sustava u odnosu na standard za crvenu boju na bijelom premazanom papiru



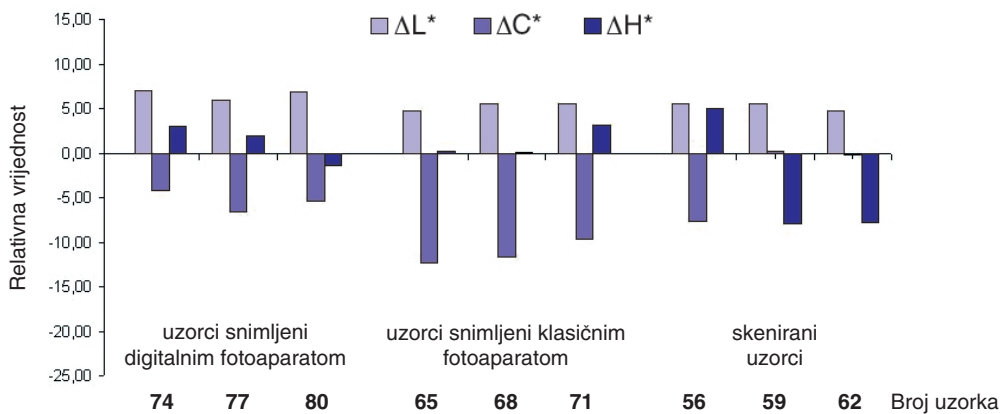
Slika 162. - Histogramski prikaz ukupne promjene boje  $\Delta E_{94}^*$  i  $\Delta E_{00}$  uzoraka kolorističkog sustava u odnosu na standard za crvenu boju na bijelom nepremazanom papiru



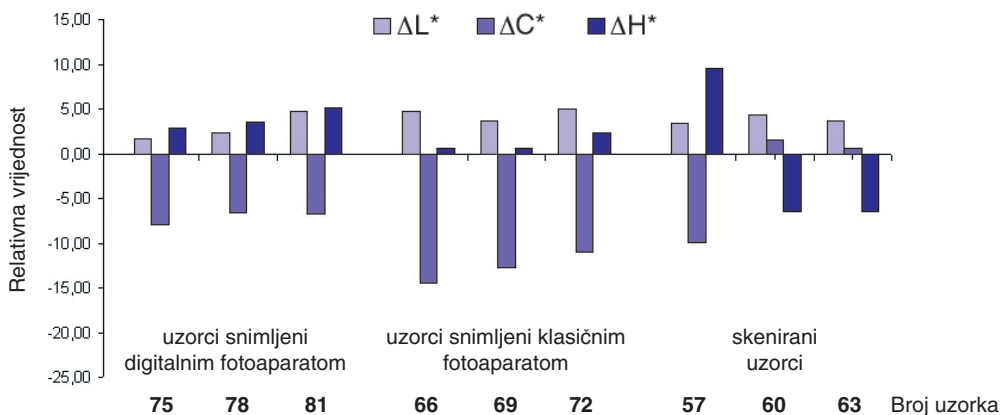
Slika 163. - Histogramski prikaz ukupne promjene boje  $\Delta E_{94}^*$  i  $\Delta E_{00}$  uzoraka kolorističkog sustava u odnosu na standard za crvenu boju na žutom nepremazanom papiru



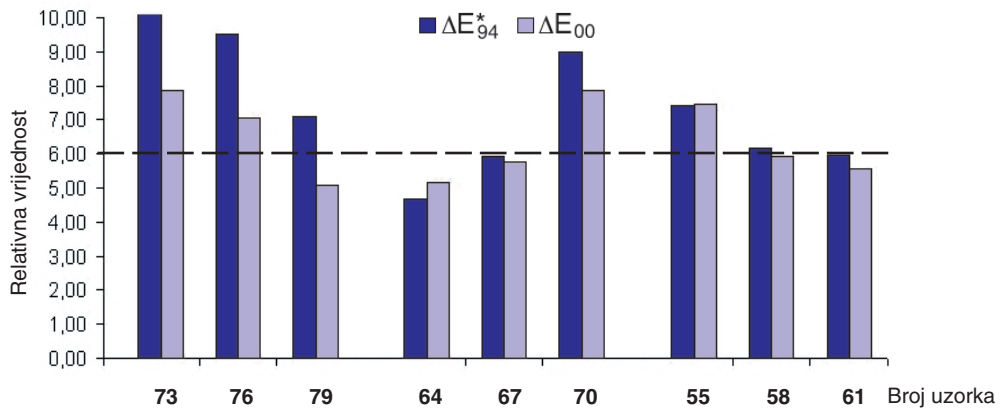
Slika 164. - Histogramski prikaz razlika vrijednosti  $\Delta L^*$ ,  $\Delta C^*$  i  $\Delta H^*$  uzoraka kolorističkog sustava u odnosu na standard za ljubičastoplavu boju na bijelom premazanom papiru



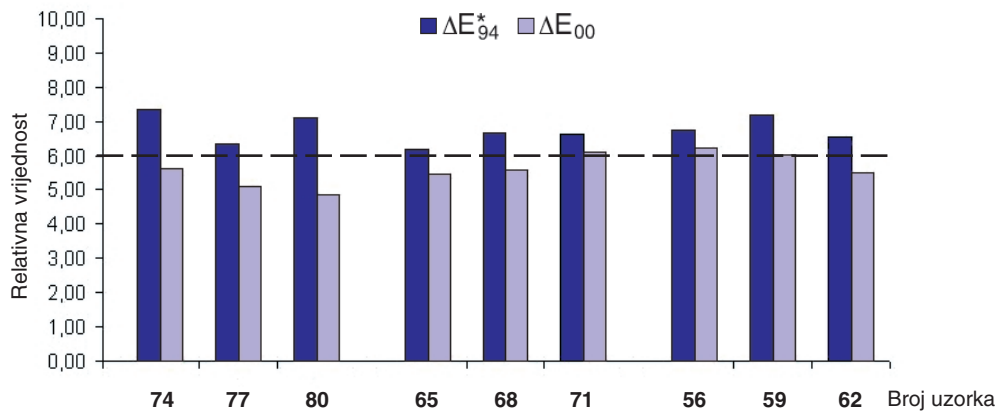
Slika 165. - Histogramski prikaz razlika vrijednosti  $\Delta L^*$ ,  $\Delta C^*$  i  $\Delta H^*$  uzoraka kolorističkog sustava u odnosu na standard za ljubičastoplavu boju na bijelom nepremazanom papiru



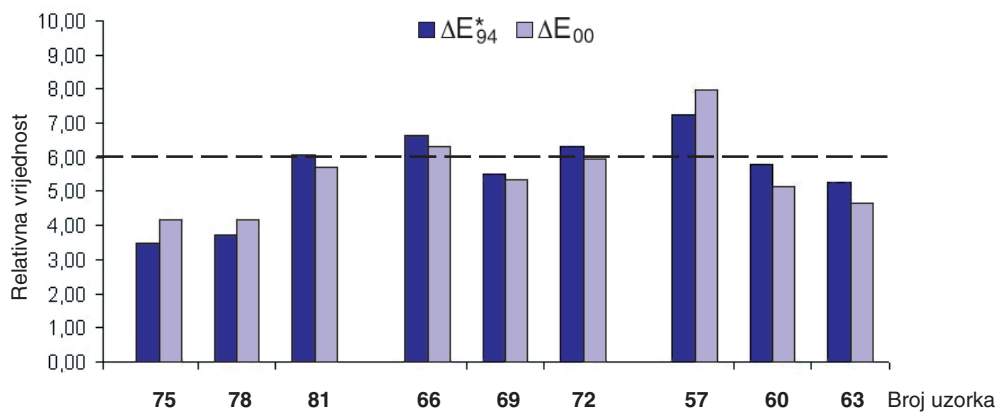
Slika 166. - Histogramski prikaz razlika vrijednosti  $\Delta L^*$ ,  $\Delta C^*$  i  $\Delta H^*$  uzoraka kolorističkog sustava u odnosu na standard za ljubičastoplavu boju na žutom nepremazanom papiru



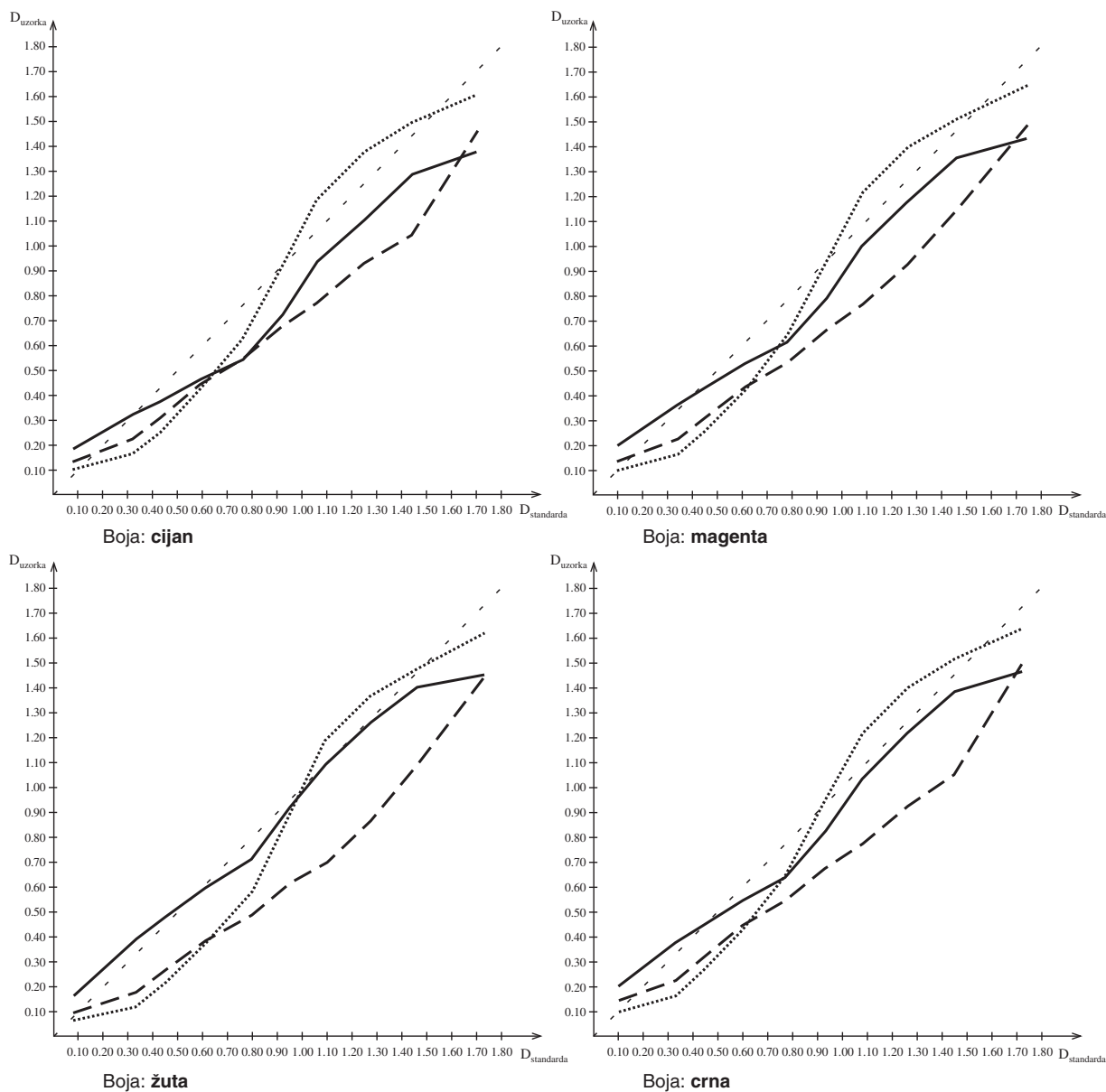
Slika 167. - Histogramski prikaz ukupne promjene boje  $\Delta E_{94}^*$  i  $\Delta E_{00}$  uzoraka kolorističkog sustava u odnosu na standard za ljubičastoplavu boju na bijelom premazanom papiru



Slika 168. - Histogramski prikaz ukupne promjene boje  $\Delta E_{94}^*$  i  $\Delta E_{00}$  uzoraka kolorističkog sustava u odnosu na standard za ljubičastoplavu boju na bijelom nepremazanom papiru



Slika 169. - Histogramski prikaz ukupne promjene boje  $\Delta E_{94}^*$  i  $\Delta E_{00}$  uzoraka kolorističkog sustava u odnosu na standard za ljubičastoplavu boju na žutom nepremazanom papiru



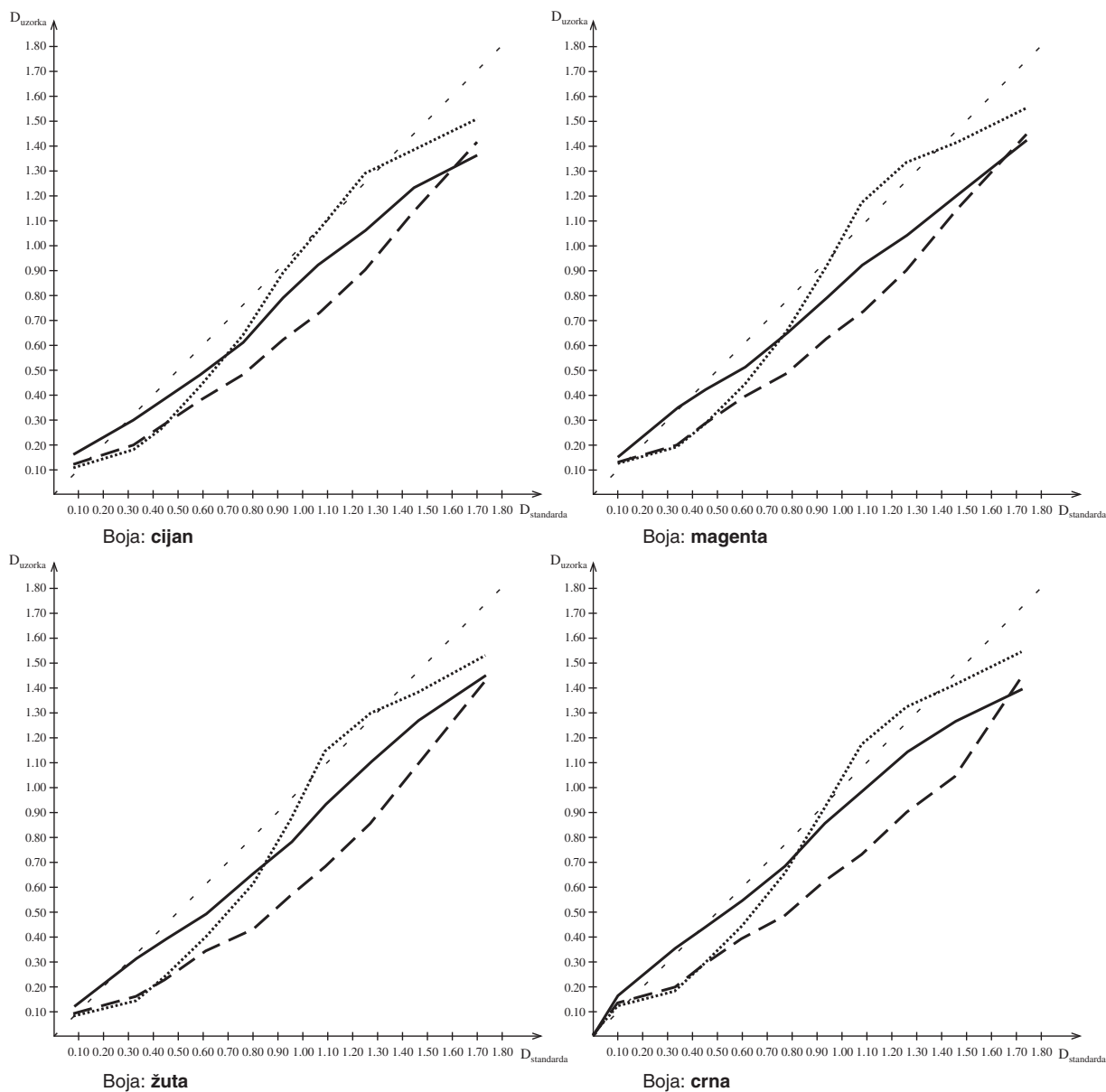
- Uzorak 55. - Digitalni tisak AM raster
- - - Uzorak 58. - Ofsetni tisak AM raster
- ..... Uzorak 61. - Ofsetni tisak FM raster

Slika 170. - Krivulje reprodukcije boja skeniranih uzoraka kolorističkog sustava, otisnutih na bijelom premazanom papiru digitalnim tiskom AM rasterom, ofsetnim tiskom AM rasterom i ofsetnim tiskom FM rasterom

Tablica 28. - Vrijednosti koeficijenta determinacije  $R^2$  za linearne regresijske jednadžbe i koeficijenti smjera  $k$  za krivulje reprodukcije boja

Uzorak	Boje							
	Cijan		Magenta		Žuta		Crna	
	k	$R^2$	k	$R^2$	k	$R^2$	k	$R^2$
Uzorak 55.	0.8054	0.9763	0.8228	0.9787	0.8515	0.9816	0.8474	0.9817
Uzorak 58.	0.8148	0.9787	0.8138	0.9777	0.8032	0.9667	0.8191	0.9757
Uzorak 61.	1.0964	0.9640	1.1105	0.9605	1.1108	0.9596	1.1158	0.9650



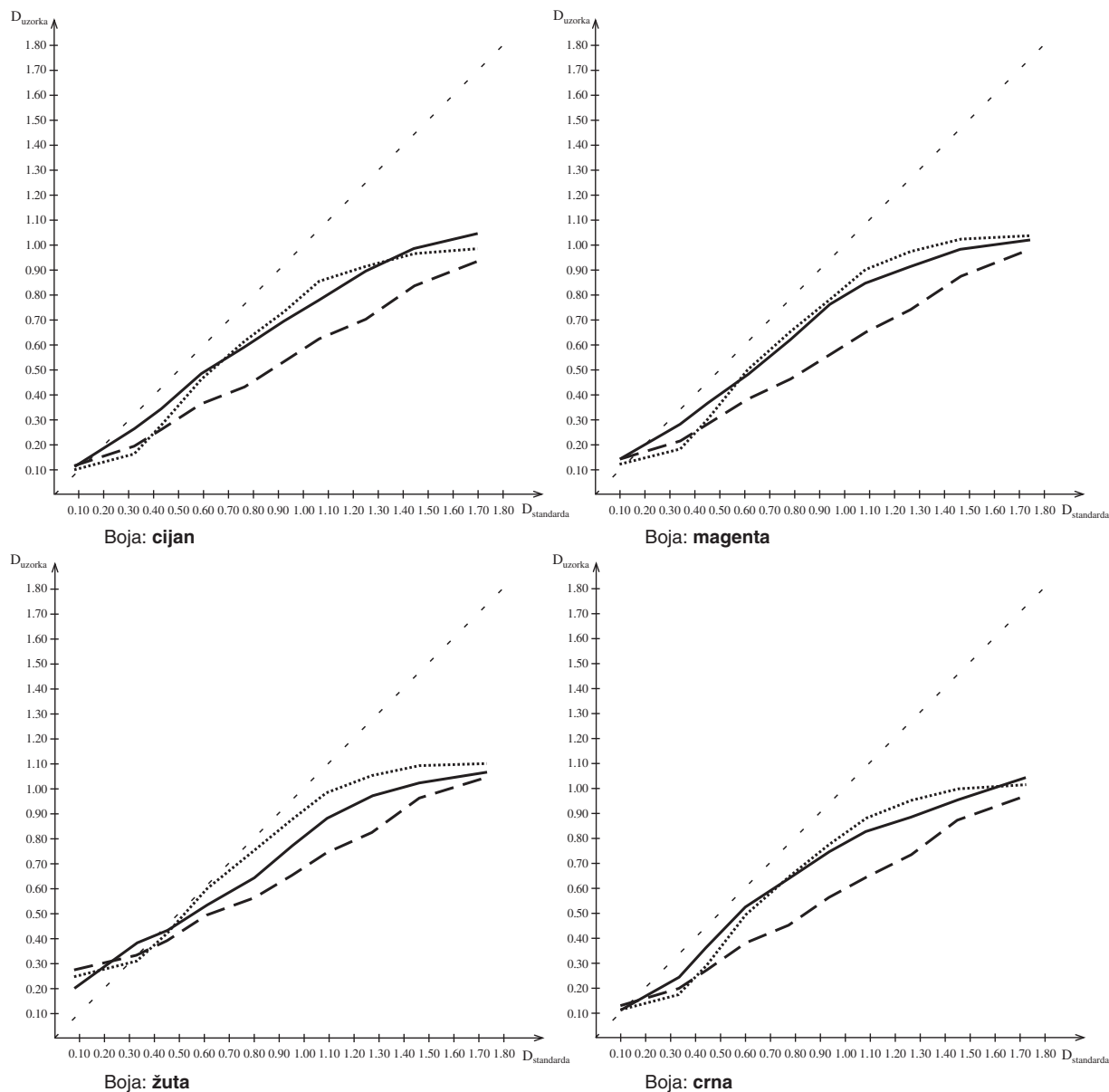


- Uzorak 56. - Digitalni tisak AM raster
- - - Uzorak 59. - Ofsetni tisak AM raster
- ..... Uzorak 62. - Ofsetni tisak FM raster

Slika 171. - Krivulje reprodukcije boja skeniranih uzoraka kolorističkog sustava, otisnutih na bijelom nepremazanom papiru digitalnim tiskom AM rasterom, ofsetnim tiskom AM rasterom i ofsetnim tiskom FM rasterom

Tablica 29. - Vrijednosti koeficijenta determinacije  $R^2$  za linearne regresijske jednadžbe i koeficijenti smjera  $k$  za krivulje reprodukcije boja

Uzorak	Boje							
	Cijan		Magenta		Žuta		Crna	
	k	$R^2$	k	$R^2$	k	$R^2$	k	$R^2$
Uzorak 56.	0.7926	0.9928	0.7749	0.9986	0.8319	0.9960	0.7973	0.9928
Uzorak 59.	0.8053	0.9745	0.8124	0.9710	0.8048	0.9579	0.8119	0.9711
Uzorak 62.	1.0031	0.9658	1.0185	0.9623	1.0258	0.9635	1.0221	0.9655

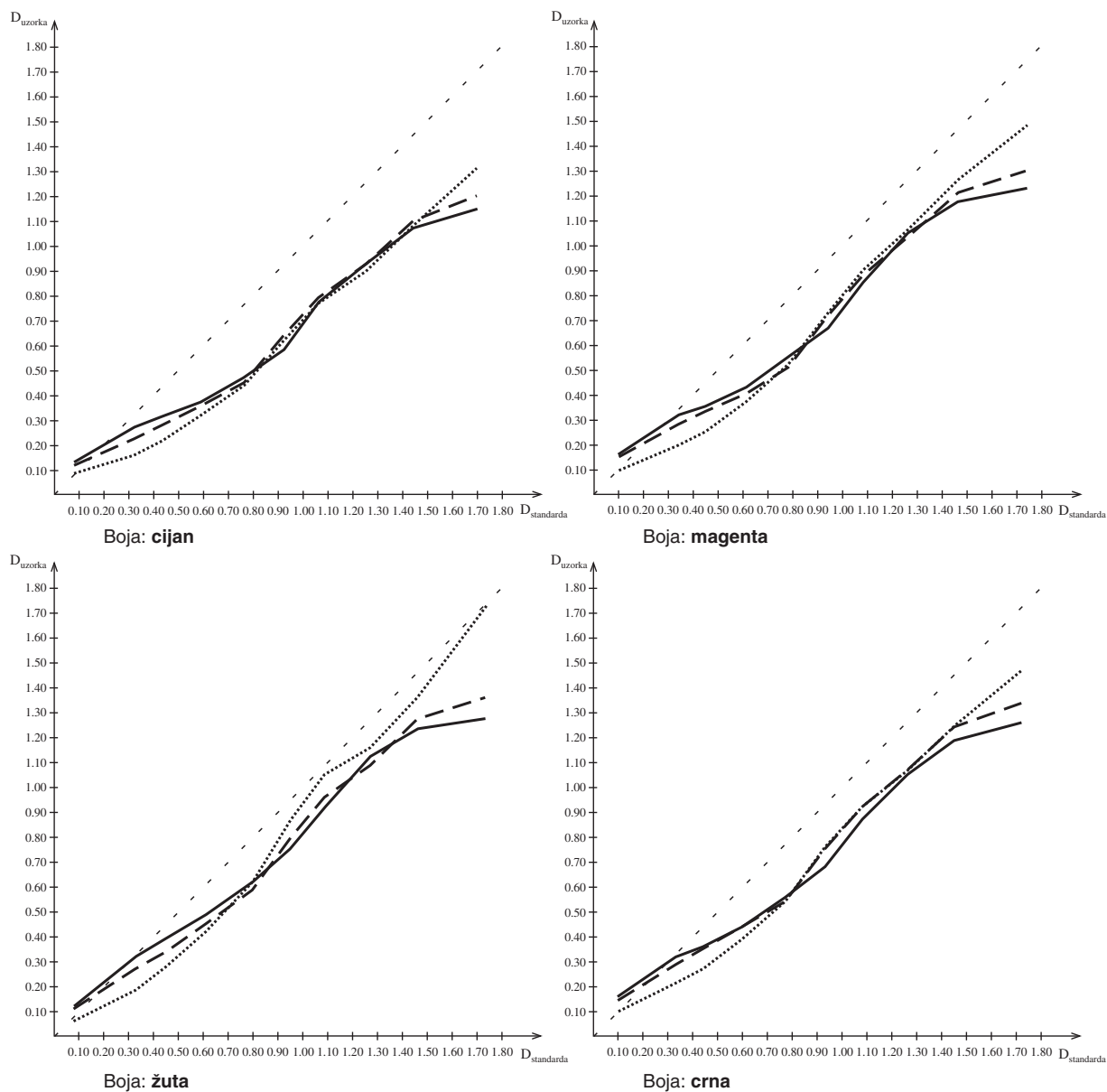


- Uzorak 57. - Digitalni tisak AM raster
- - - Uzorak 60. - Ofsetni tisak AM raster
- ..... Uzorak 63. - Ofsetni tisak FM raster

Slika 172. - Krivulje reprodukcije boja skeniranih uzoraka kolorističkog sustava, otisnutih na žutom nepremazanom papiru digitalnim tiskom AM rasterom, ofsetnim tiskom AM rasterom i ofsetnim tiskom FM rasterom

Tablica 30. - Vrijednosti koeficijenta determinacije  $R^2$  za linearne regresijske jednadžbe i koeficijenti smjera  $k$  za krivulje reprodukcije boja

Uzorak	Boje							
	Cijan		Magenta		Žuta		Crna	
	k	$R^2$	k	$R^2$	k	$R^2$	k	$R^2$
Uzorak 57.	0.6050	0.9834	0.5878	0.9547	0.5603	0.9697	0.5947	0.9595
Uzorak 60.	0.5304	0.9963	0.5459	0.9945	0.5053	0.9913	0.5477	0.9952
Uzorak 63.	0.6238	0.9289	0.6493	0.9238	0.6051	0.9313	0.6450	0.9261

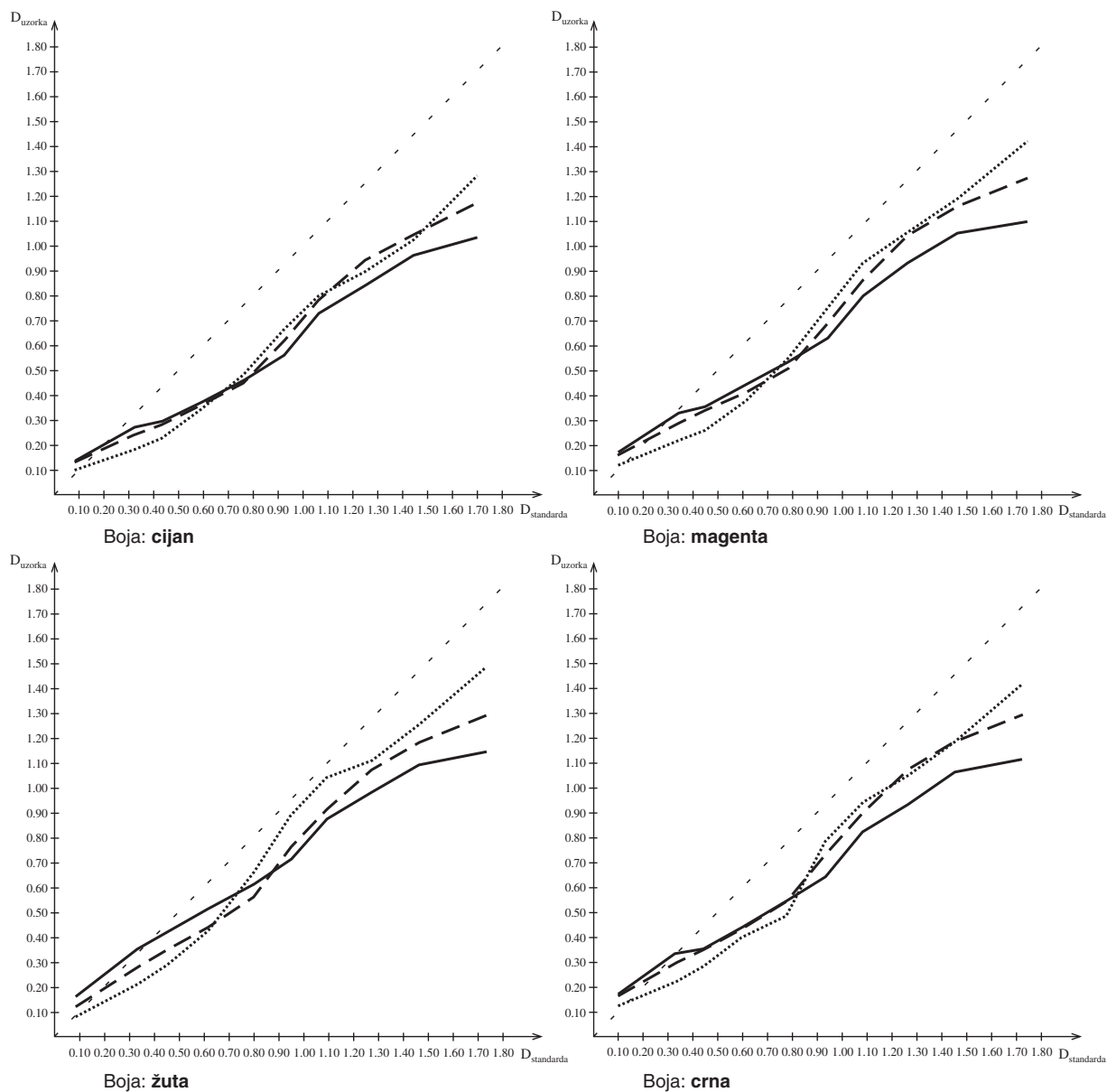


- Uzorak 64. - Digitalni tisak AM raster
- - - Uzorak 67. - Ofsetni tisak AM raster
- ..... Uzorak 70. - Ofsetni tisak FM raster

Slika 173. - Krivulje reprodukcije boja uzoraka kolorističkog sustava snimljenih klasičnim fotoaparatom, otisnutih na bijelom premazanom papiru digitalnim tiskom AM rasterom, ofsetnim tiskom AM rasterom i ofsetnim tiskom FM rasterom

Tablica 31. - Vrijednosti koeficijenta determinacije  $R^2$  za linearne regresijske jednadžbe i koeficijenti smjera  $k$  za krivulje reprodukcije boja

Uzorak	Boje							
	Cijan		Magenta		Žuta		Crna	
	k	$R^2$	k	$R^2$	k	$R^2$	k	$R^2$
Uzorak 64.	0.6806	0.9785	0.7235	0.9742	0.7604	0.9799	0.7393	0.9830
Uzorak 67.	0.7297	0.9812	0.7753	0.9784	0.8293	0.9854	0.7980	0.9397
Uzorak 70.	0.8005	0.9820	0.9098	0.9844	0.9874	0.9869	0.9037	0.9889

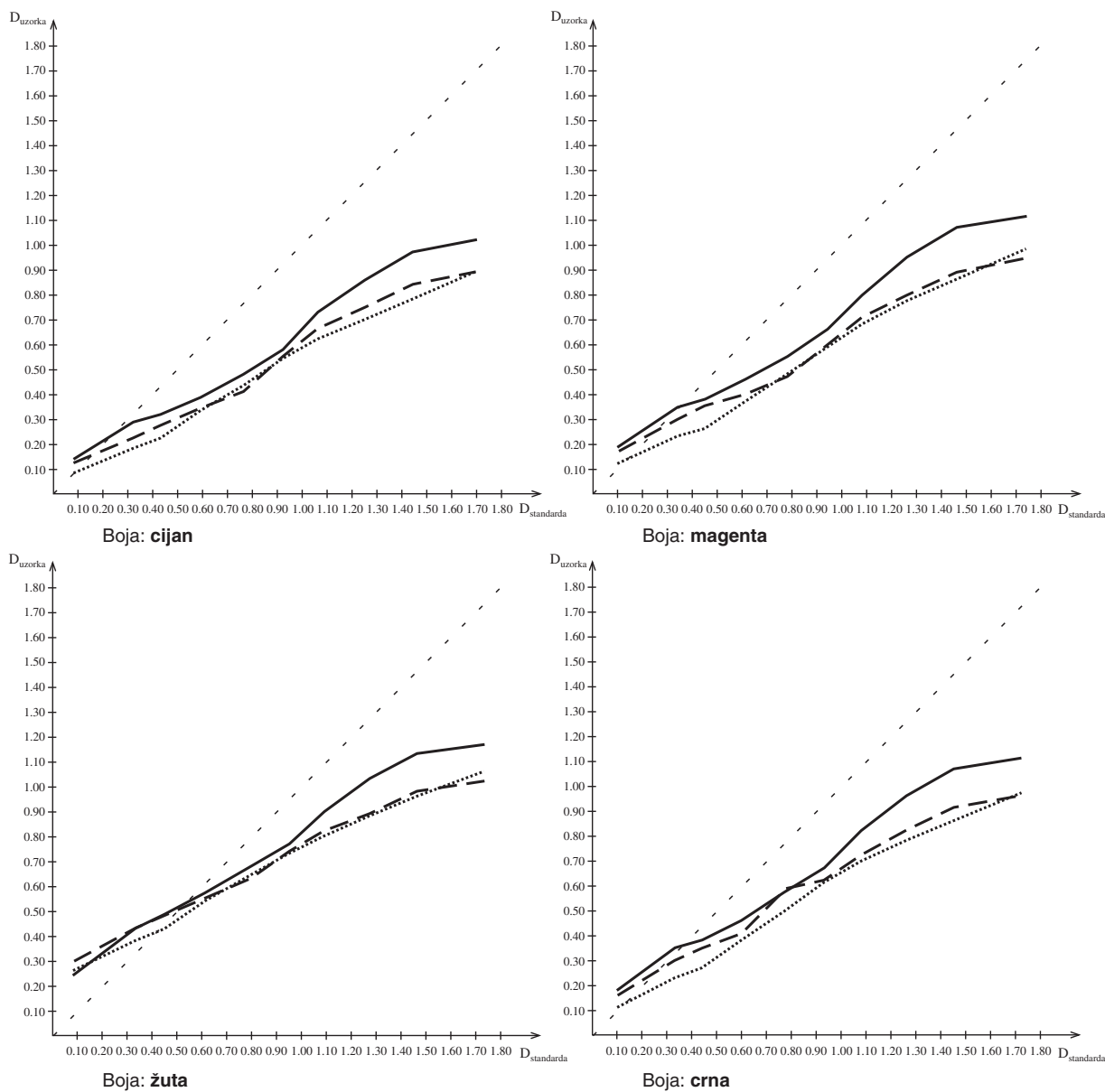


- Uzorak 65. - Digitalni tisak AM raster
- - - Uzorak 68. - Ofsetni tisak AM raster
- ..... Uzorak 71. - Ofsetni tisak FM raster

Slika 174. - Krivulje reprodukcije boja uzoraka kolorističkog sustava snimljenih klasičnim fotoaparatom, otisnutih na bijelom nepremazanom papiru digitalnim tiskom AM rasterom, ofsetnim tiskom AM rasterom i ofsetnim tiskom FM rasterom

Tablica 32. - Vrijednosti koeficijenta determinacije  $R^2$  za linearne regresijske jednadžbe i koeficijenti smjera  $k$  za krivulje reprodukcije boja

Uzorak	Boje							
	Cijan		Magenta		Žuta		Crna	
	k	$R^2$	k	$R^2$	k	$R^2$	k	$R^2$
Uzorak 65.	0.5935	0.9829	0.6162	0.9800	0.6313	0.9850	0.6271	0.9820
Uzorak 68.	0.7018	0.9802	0.7449	0.9776	0.7700	0.9845	0.7628	0.9820
Uzorak 71.	0.7682	0.9858	0.8583	0.9842	0.9105	0.9838	0.8550	0.9887

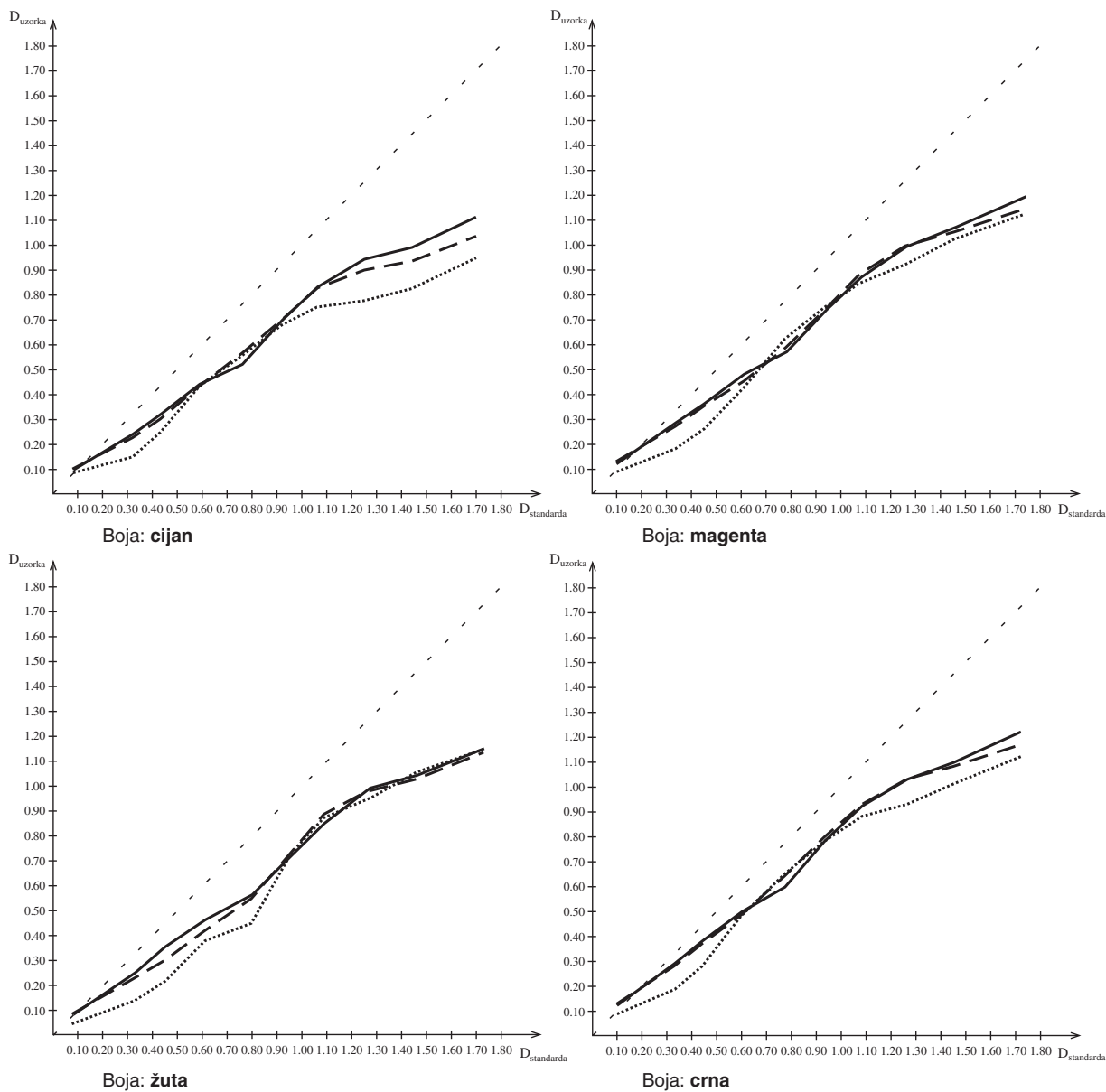


- Uzorak 66. - Digitalni tisak AM raster
- - - Uzorak 69. - Ofsetni tisak AM raster
- ..... Uzorak 72. - Ofsetni tisak FM raster

Slika 175. - Krivulje reprodukcije boja uzoraka kolorističkog sustava snimljenih klasičnim fotoaparatom, otisnutih na žutom nepremazanom papiru digitalnim tiskom AM rasterom, ofsetnim tiskom AM rasterom i ofsetnim tiskom FM rasterom

Tablica 33. - Vrijednosti koeficijenta determinacije  $R^2$  za linearne regresijske jednadžbe i koeficijenti smjera  $k$  za krivulje reprodukcije boja

Uzorak	Boje							
	Cijan		Magenta		Žuta		Crna	
	k	$R^2$	k	$R^2$	k	$R^2$	k	$R^2$
Uzorak 66.	0.5853	0.9833	0.6095	0.9806	0.5956	0.9848	0.6188	0.9829
Uzorak 69.	0.4672	0.9901	0.5054	0.9822	0.4643	0.9864	0.5277	0.9836
Uzorak 72.	0.5267	0.9928	0.5550	0.9932	0.5029	0.9935	0.5576	0.9909

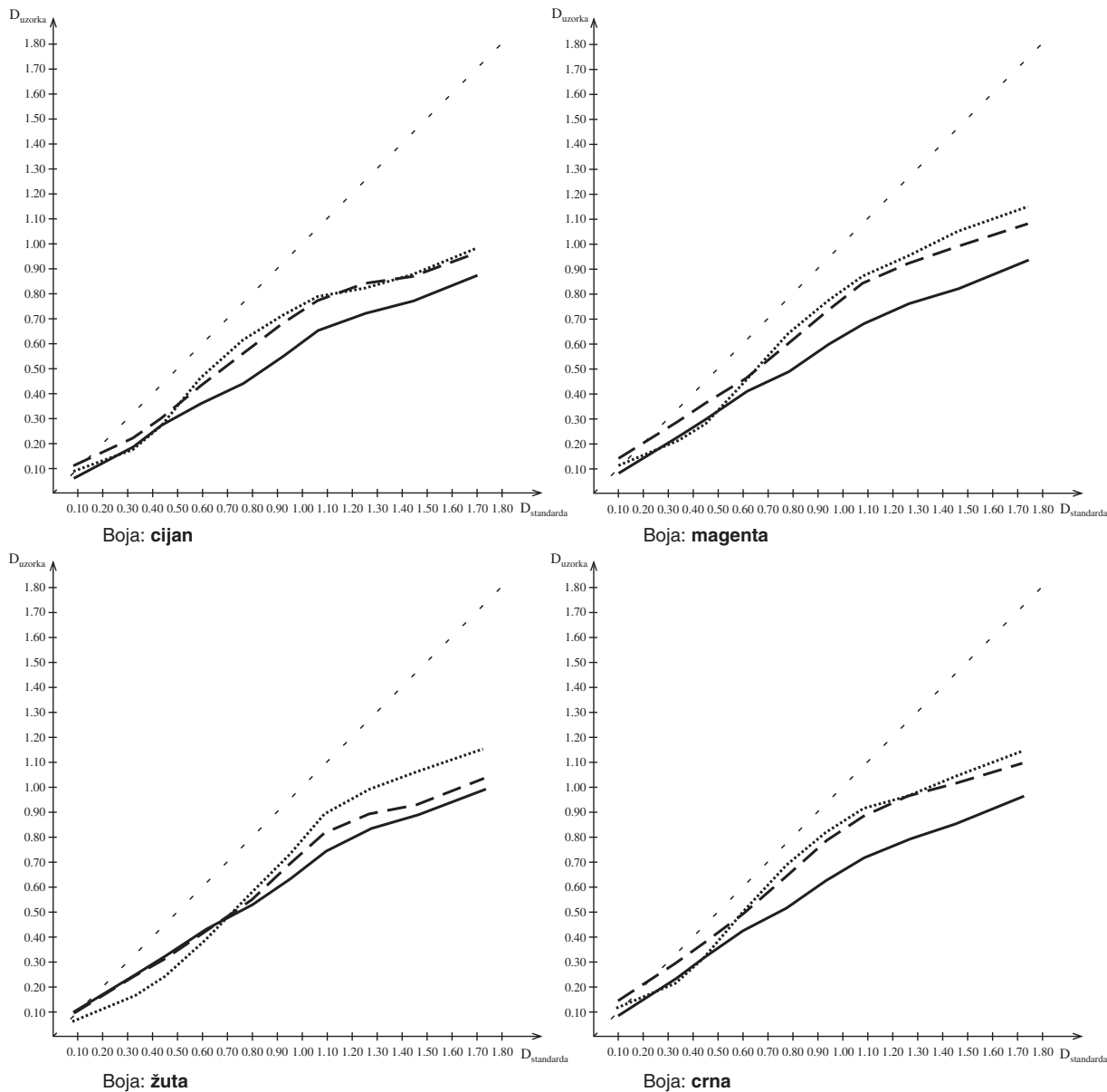


- Uzorak 73. - Digitalni tisak AM raster
- - - Uzorak 76. - Ofsetni tisak AM raster
- ..... Uzorak 79. - Ofsetni tisak FM raster

Slika 176. - Krivulje reprodukcije boja uzoraka kolorističkog sustava snimljenih digitalnim fotoaparatom, otisnutih na bijelom premazanom papiru digitalnim tiskom AM rasterom, ofsetnim tiskom AM rasterom i ofsetnim tiskom FM rasterom

Tablica 34. - Vrijednosti koeficijenta determinacije  $R^2$  za linearne regresijske jednadžbe i koeficijenti smjera  $k$  za krivulje reprodukcije boja

Uzorak	Boje							
	Cijan		Magenta		Žuta		Crna	
	k	$R^2$	k	$R^2$	k	$R^2$	k	$R^2$
Uzorak 73.	0.6636	0.9834	0.6883	0.9874	0.6865	0.9851	0.7147	0.9848
Uzorak 76.	0.6210	0.9691	0.6720	0.9768	0.6956	0.9762	0.6915	0.9715
Uzorak 79.	0.5671	0.9451	0.6938	0.9675	0.7541	0.9716	0.6877	0.9591

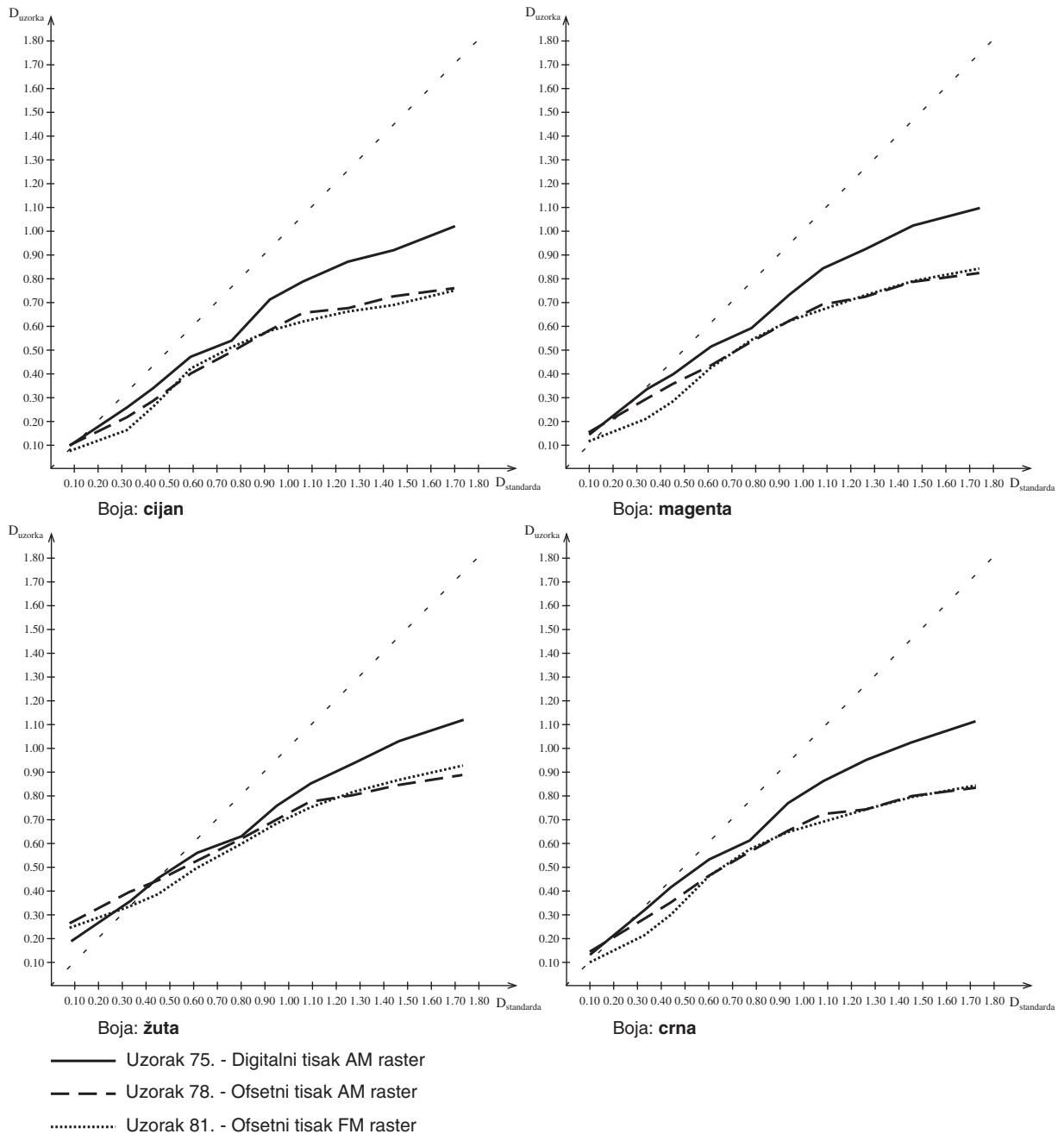


- Uzorak 74. - Digitalni tisak AM raster
- - - Uzorak 77. - Ofsetni tisak AM raster
- ..... Uzorak 80. - Ofsetni tisak FM raster

Slika 177. - Krivulje reprodukcije boja uzoraka kolorističkog sustava snimljenih digitalnim fotoaparatom, otisnutih na bijelom nepremazanom papiru digitalnim tiskom AM rasterom, ofsetnim tiskom AM rasterom i ofsetnim tiskom FM rasterom

Tablica 35. - Vrijednosti koeficijenta determinacije  $R^2$  za linearne regresijske jednadžbe i koeficijenti smjera  $k$  za krivulje reprodukcije boja

Uzorak	Boje							
	Cijan		Magenta		Žuta		Crna	
	k	$R^2$	k	$R^2$	k	$R^2$	k	$R^2$
Uzorak 74.	0.5151	0.9854	0.5308	0.9874	0.5645	0.9882	0.5520	0.9854
Uzorak 77.	0.5639	0.9638	0.6108	0.9781	0.6096	0.9765	0.6271	0.9667
Uzorak 80.	0.5878	0.9419	0.6991	0.9703	0.7461	0.9717	0.6903	0.9548



Slika 178. - Krivulje reprodukcije boja uzoraka kolorističkog sustava snimljenih digitalnim fotoaparatom, otisnutih na žutom nepremazanom papiru digitalnim tiskom AM rasterom, ofsetnim tiskom AM rasterom i ofsetnim tiskom FM rasterom

Tablica 36. - Vrijednosti koeficijenta determinacije  $R^2$  za linearne regresijske jednadžbe i koeficijenti smjera  $k$  za krivulje reprodukcije boja

Uzorak	Boje							
	Cijan		Magenta		Žuta		Crna	
	k	$R^2$	k	$R^2$	k	$R^2$	k	$R^2$
Uzorak 75.	0.5883	0.9751	0.6042	0.9838	0.5770	0.9889	0.6191	0.9772
Uzorak 78.	0.4254	0.9374	0.4255	0.9568	0.3955	0.9592	0.4437	0.9397
Uzorak 81.	0.4377	0.9184	0.4780	0.9544	0.4474	0.9760	0.4787	0.9333



## 6. RASPRAVA

Cilj ovoga rada je predlaganje modela koji će omogućiti dobivanje objektivne reprodukcije, u odnosu na grupe originala, svrstanih prema formalnim karakteristikama. Parametri koji su istraživani u radu, navedeni su sljedećim redoslijedom.

- Tehnološki sustavi snimanja originala: klasičnim fotoaparatom, digitalnim fotoaparatom i direktnim skeniranjem originala
- Vrste podloga: bijeli premazani papir, bijeli nepremazani papir i žuti nepremazani papir
- Tehnike tiska: digitalni tisak amplitudno moduliranim rasterom i ofsetni tisak amplitudno moduliranim i frekventno moduliranim rasterom.

Istraživanje je provedeno na ukupno 81 uzorku. U tablicama 1., 13. i 25., prikazane su sistematizacije ispitivanih uzoraka prema promatranim parametrima. Metodologija istraživanja provedena je vizualnim ocjenjivanjem i instrumentalnim mjerenjem.

Rezultati vizualne procjene promatrača uzoraka prikazani su u tablicama 2., 14. i 26. Kriteriji vrednovanja vizualne procjene uspoređivali su se sa definiranim odstupanjima promjena boja kod instrumentalnog mjerenja. Na taj način se pokušalo povezati istim kriterijima subjektivnu i objektivnu ocjenu odstupanja boja u reproduksijskom procesu.

Spektrofotometrom su izmjerene vrijednosti  $L^*$ ,  $a^*$  i  $b^*$  uzoraka i standarda (GEVAERT kontrolni strip) u CIE LAB sustavu boja. Na temelju njih, izračunate su vrijednosti  $C^*$  i  $h$ . Razlike vrijednosti pojedinih uzoraka u odnosu na standard prikazane su kao  $\Delta L^*$ ,  $\Delta C^*$  i  $\Delta H^*$ . Na osnovu tih vrijednosti, primjenom matematskih izraza za  $\Delta E^*_{94}$  i  $\Delta E^*_{00}$ , izračunate su ukupne promjene boja uzoraka prikazane u tablicama 3., 15. i 27.

Na temelju izmjerenih  $a^*$  i  $b^*$  vrijednosti uzoraka i standarda, konstruirane su slike koje prikazuju opsege primarnih i sekundarnih boja u CIE LAB sustavu.

Opsezi boja u CIE LAB sustavu prikazuju područje reprodukcije boja pojedinih tehnoloških sustava snimanja originala, u zavisnosti o podlozi i tehnici tiska. Kod uzoraka otisnutih digitalnim tiskom AM rasterom na bijelom premazanom papiru, najveći opseg boja omogućava direktno skeniranje originala kod svih vizualno predodžbenih sustava (slike 17., 71. i 125.), ali smanjen u odnosu na raspon boja standarda. Manji opseg boja omogućavaju snimanje klasičnim fotoaparatom i digitalnim fotoaparatom. Zamjetne su razlike kod reprodukcije žute boje pojedinih tehnoloških sustava snimanja. Na bijelom (slike 18., 72. i 126.) i žutom nepremazanom papiru (slike 19., 73. i 127.) otisnutim digitalnim tiskom AM rasterom, ne dolazi do bitnih promjena u opsegu boja kod svih tehnoloških sustava snimanja.

Kod uzoraka otisnutih ofsetnim tiskom AM rasterom na bijelom premazanom papiru (slike 20., 74. i 128.), najveći opseg boja omogućava direktno skeniranje originala, kod svih vizualno predodžbenih sustava. Taj opseg je znatno veći nego kod digitalnog tiska AM rasterom, naročito u području zelene i ljubičastoplave boje. Opseg uzoraka snimljenih klasičnim fotoaparatom i digitalnim fotoaparatom nije zamjetno promjenjen. Kod uzoraka otisnutih na bijelom (slike 21., 75. i 129.) i žutom nepremazanom papiru (slike 22., 76. i 130.) ofsetnim tiskom AM rasterom, ne dolazi do bitnih promjena u opsegu boja kod svih tehnoloških sustava snimanja.

Podjednaki opseg boja tehnoloških sustava snimanja daje ofsetni tisak FM rasterom na bijelom premazanom (slike 23., 77. i 131.), bijelom nepremazanom (slike 24., 78. i 132.) i žutom nepremazanom papiru (slike 25., 79. i 133.).

Promjene vrijednosti  $\Delta L^*$ ,  $\Delta C^*$  i  $\Delta H^*$  primarnih i sekundarnih boja uzoraka u odnosu na standard, prikazane su histogramima u zavisnosti o vrsti podloge.

Na histogramskim prikazima 26., 27., 28., 80., 81., 82., 134., 135. i 136. cijan boje, kod uzoraka snimljenih digitalnim fotoaparatom, došlo je do većeg povećanja svjetline u odnosu na standard na bijelom premazanom i nepremazanom papiru kod svjetlo sjena i kolorističkog sustava, a manje povećanje je kod tonskog sustava. Kod žutog nepremazanog papira primjenom ofsetnog tiska AM i FM rasterom svjetlina je smanjena kod tonskog sustava, dok je kod svjetlo sjena i kolorističkog sustava povećana kod digitalnog tiska AM rasterom i ofsetnog tiska AM rasterom. Kromatičnost boje u odnosu na standard, smanjena je na svim podlogama kod svih vizualno predodžbenih sustava podjednako. Promjena tona prema ljubičastoplavoj boji minimalna je na bijelom premazanom papiru, dok se na bijelom nepremazanom papiru povećava, a naročito na žutom nepremazanom papiru. Na uzorcima otisnutim digitalnim tiskom AM rasterom na bijelom premazanom papiru, mala je promjena tona prema području zelene boje.

Kod uzoraka snimljenih klasičnim fotoaparatom, svjetlina je smanjena na svim podlogama, a najmanje na bijelom nepremazanom papiru kod ofsetnog tiska FM rasterom. Kromatičnost boje u odnosu na standard smanjena je na svim podlogama. Promjena tona na bijelom premazanom i nepremazanom papiru je prema zelenoj boji. Na žutom nepremazanom papiru, neznatna je promjena tona kod digitalnog tiska AM rasterom i ofsetnog tiska FM rasterom, dok je kod ofsetnog tiska AM rasterom znatna promjena tona prema zelenoj boji, kod svih vizualno predodžbenih sustava.

Kod sustava skeniranja, svjetlina je smanjena kod ofsetnog tiska FM rasterom na svim podlogama, dok je kod digitalnog i ofsetnog tiska AM rasterom minimalno povećana na bijelom premazanom i nepremazanom papiru, a smanjena na žutom nepremazanom papiru. Smanjena je kromatičnost u odnosu na stan-

dard, ali manje nego kod ostalih sustava snimanja. Došlo je do promjene tona prema zelenoj boji, kod ofsetnog tiska AM i FM rasterom na svim podlogama, dok je kod digitalnog tiska AM rasterom prisutna promjena tona prema zelenoj, samo na žutom nepremazanom papiru.

Ukupna promjena cijan boje  $\Delta E_{94}^*$  i  $\Delta E_{00}$  kod promatranih uzoraka, nalazi se u području prihvatljivosti samo kod skeniranih uzoraka, neovisno o tehnici tiska. Kod uzoraka snimljenih klasičnim fotoaparatom i digitalnim fotoaparatom, došlo je do neprihvatljivog odstupanja cijan boje uzoraka u odnosu na standard. Pri tome je odstupanje kod uzoraka snimljenih digitalnim aparatom, na temelju rezultata, uzrokovalo povećanje svjetline, dok je kod uzoraka snimljenih klasičnim fotoaparatom do odstupanja došlo zbog smanjenja svjetline uzoraka u odnosu na standard. Vrijednosti ukupne promjene boja, izračunate prema  $\Delta E_{94}^*$  i  $\Delta E_{00}$ , bitno se razlikuju ovisno o promjeni tona. Na uzorcima, kod kojih je promjena tona prema ljubičastoplavoj boji, vrijednost  $\Delta E_{00}$  je veća od vrijednosti  $\Delta E_{94}^*$ , dok je na uzorcima gdje je promjena tona prema zelenoj boji, vrijednost  $\Delta E_{00}$  manja od vrijednosti  $\Delta E_{94}^*$ .

Na histogramskim prikazima 32., 33., 34., 86., 87., 88., 140., 141. i 142. magenta boje, kod uzoraka snimljenih digitalnim fotoaparatom svjetlina je povećana na svim podlogama, naročito na žutom premazanom papiru, kod svih vizualno predodžbenih sustava. Kromatičnost uzoraka u odnosu na standard je smanjena na svim podlogama, naročito na žutom nepremazanom papiru. Došlo je do promjene tona na svim podlogama, prema području ljubičastoplave boje.

Kod uzoraka snimljenih klasičnim fotoaparatom, svjetlina je smanjena na bijelom premazanom papiru, dok je na bijelom i žutom nepremazanom papiru povećana. Smanjena je kromatičnost na svim podlogama, ali manje nego kod uzoraka snimljenih digitalnim fotoaparatom. Prisutna je promjena tona prema području crvene boje, kod svih tehnika tiska i svih vizualno predodžbenih sustava.

Kod sustava skeniranja, svjetlina je povećana na svim podlogama, najviše kod digitalnog tiska AM rasterom, a najmanje kod ofsetnog tiska korištenjem FM rastera. Kromatičnost boje je smanjena neovisno o podlozi i tehnici tiska. Ton boje kod digitalnog tiska AM rasterom pomaknut je prema crvenom području, dok je kod ofsetnog tiska AM i FM rasterom ton pomaknut prema ljubičastoplavom području.

Ukupna promjena magenta boje  $\Delta E_{94}^*$  i  $\Delta E_{00}$  kod promatranih uzoraka, nalazi se u području prihvatljivosti na bijelim podlogama kod svih tehnoloških sustava. Jedino je odstupanje neprihvatljivo kod tonskog sustava vizualne predodžbe skeniranih uzoraka otisnutih digitalnim tiskom AM rasterom. Odstupanja su većinom neprihvatljiva kod uzoraka snimljenih digitalnim fotoaparatom, otisnutih na žutom nepremazanom papiru. Neprihvatljiva odstupanja kod svih uzo-

raka, uzrokovana su povećanjem svjetline u odnosu na standard. Vrijednosti  $\Delta E_{94}^*$  i  $\Delta E_{00}$  su podjednake kod svih vizualno predodžbenih sustava.

Na histogramskim prikazima 38., 39., 40., 92., 93., 94., 146., 147. i 148. žute boje, kod snimanja digitalnim fotoaparatom, svjetlina je smanjena na svim podlogama. Smanjenje svjetline je veće kod svjetlo sjena i kolorističkog sustava, nego kod tonskog sustava. Kromatičnost je zamjetno smanjena na svim podlogama, najviše kod digitalnog tiska AM rasterom kod svih predodžbenih sustava. Ton boje je pomaknut prema području zelene, kod svih tehnika tiska.

Kod snimanja klasičnim fotoaparatom, svjetlina je nezantno smanjena kod tonskog i svjetlo sjena sustava, a više kod kolorističkog. Došlo je do najvećeg smanjenja kromatičnosti u odnosu na ostale sustave snimanja. Promjena tona je prema području zelene boje manja kod digitalnog tiska AM rasterom, a veća kod ofsetnog tiska AM i FM rasterom.

Kod sustava skeniranja, svjetlina je smanjena na svim podlogama podjednako. Došlo je do smanjenja kromatičnosti, ali najmanje od svih sustava snimanja. Prisutna je promjena tona boje kod ofsetnog tiska AM i FM rasterom prema području crvene boje, dok je kod digitalnog tiska AM rasterom promjena boje prema području zelene.

Ukupna promjena žute boje  $\Delta E_{94}^*$  i  $\Delta E_{00}$  kod promatranih uzoraka, nalazi se u području prihvatljivosti kod uzoraka snimljenih klasičnim fotoaparatom i skeniranih na svim podlogama, dok je promjena velika kod uzoraka snimljenih digitalnim fotoaparatom, posebno kod svjetlo sjena i kolorističkog sustava na svim podlogama. Vrijednosti ukupne promjene boja izračunate prema  $\Delta E_{94}^*$  i  $\Delta E_{00}$ , bitno se razlikuju. Na uzorcima kod kojih je došlo do veće promjene svjetline vrijednost  $\Delta E_{94}^*$  je veća od vrijednosti  $\Delta E_{00}$ , dok je na uzorcima gdje je došlo do većeg smanjenja kromatičnosti, vrijednost  $\Delta E_{94}^*$  manja od vrijednosti  $\Delta E_{00}$ .

Na histogramskim prikazima 44., 45., 46., 98., 99., 100., 152., 153. i 154. zelene boje, kod uzoraka snimljenih digitalnim fotoaparatom svjetlina je povećana na svim podlogama. Kromatičnost je znatno smanjena na svim podlogama. Prisutna je promjena tona boje kod digitalnog tiska AM rasterom i ofsetnog tiska AM rasterom prema području žute, dok je kod ofsetnog tiska FM rasterom pomak tona prema području cijan boje.

Kod uzoraka snimljenih klasičnim fotoaparatom, svjetlina je nezatno povećana na bijelom premazanom i nepremazanom papiru, a nezatno smanjena na žutom nepremazanom papiru. Smanjena je kromatičnost boje u odnosu na standard. Prisutna je minimalna promjena tona, prema području cijana.

Kod sustava skeniranja, svjetlina je povećana više kod digitalnog tiska AM rasterom i ofsetnog tiska AM rasterom, nego kod ofsetnog tiska FM rasterom na

bijelom premazanom i nepremazanom papiru. Na žutom nepremazanom papiru, svjetlina je podjednako povećana kod svih tehnika tiska. Najveće smanjenje kromatičnosti je kod digitalnog tiska AM rasterom, dok je kod ofsetnog tiska AM i FM rasterom manje smanjenje. Promjena tona je prema području cijana, najviše na žutom nepremazanom papiru.

Ukupna promjena zelene boje  $\Delta E_{94}^*$  i  $\Delta E_{00}$  kod promatranih uzoraka, nalazi se u području prihvatljivosti kod uzoraka snimljenih klasičnim fotoaparatom i skeniranih na svim podlogama, dok je promjena velika kod uzoraka snimljenih digitalnim fotoaparatom, na bijelom premazanom papiru kod digitalnog tiska AM rasterom i ofsetnog tiska AM rasterom, i na bijelom nepremazanom papiru kod ofsetnog tiska AM rasterom. Odstupanja su uzrokovana, kod svih uzoraka, povećanjem svjetline u odnosu na standard. Kod uzoraka gdje je veća promjena tona u odnosu na standard, vrijednost  $\Delta E_{00}$  je veća od vrijednosti  $\Delta E_{94}^*$ .

Na histogramskim prikazima 50., 51., 52., 104., 105., 106., 158., 159. i 160. crvene boje, kod uzoraka snimljenih digitalnim fotoaparatom svjetlina je povećana, najviše na žutom nepremazanom papiru. Smanjena je kromatičnost na svim podlogama i kod svih tehnika tiska. Promjena tona prema žutoj boji je kod digitalnog tiska AM rasterom i ofsetnog tiska FM rasterom, dok je kod ofsetnog tiska FM rasterom prema magenti.

Kod uzoraka snimljenih klasičnim fotoaparatom, svjetlina je povećana kod digitalnog tiska AM rasterom, dok je kod ofsetnog tiska AM i FM rasterom smanjena na bijelom premazanom i nepremazanom papiru. Na žutom nepremazanom papiru, svjetlina je povećana kod svih tehnika tiska. Smanjena je kromatičnost na svim podlogama, kod svih vizualno predodžbenih sustava i tehnika tiska. Promjena tona je prema magenti, neovisno o podlozi i tehnici tiska.

Kod sustava skeniranja, svjetlina je neznatno povećana. Kromatičnost je smanjena podjednako, neovisno o podlozi i tehnici tiska. Promjena tona je prema području magente kod digitalnog tiska AM rasterom, dok je kod ofsetnog tiska AM i FM rasterom prema žutoj boji.

Ukupna promjena crvene boje  $\Delta E_{94}^*$  i  $\Delta E_{00}$  kod promatranih uzoraka, nalazi se u području prihvatljivosti kod uzoraka otisnutih na bijelom premazanom i nepremazanom papiru, neovisno o tehnološkom sustavu snimanja i vizualno predodžbenom sustavu. Na žutom nepremazanom papiru, preveliko je odstupanje kod uzoraka snimljenih digitalnim fotoaparatom, naročito kod digitalnog tiska AM rasterom. Odstupanje je uzrokovano povećanjem svjetline uzoraka u odnosu na standard. Veće vrijednosti  $\Delta E_{00}$  u odnosu na  $\Delta E_{94}^*$  pojedinih uzoraka, uzrokovane su promjenom tona boje.

Na histogramskim prikazima 56., 57., 58., 110., 111., 112., 164., 165. i 166. ljubičastoplave boje, kod uzoraka snimljenih digitalnim fotoaparatom svjetlina je znatno povećana na bijelom premazanom i nepremazanom papiru, dok je na

žutom nepremazanom povećanje svjetline manje. Smanjena je kromatičnost u odnosu na standard na svim podlogama. Promjena tona je prema području cijana, kod digitalnog tiska AM rasterom i ofsetnog tiska AM rasterom, a prema području magente, kod ofsetnog tiska FM rasterom na bijelom premazanom i nepremazanom papiru. Kod žutog nepremazanog papira, promjena tona je prema području cijana, kod svih tehnika tiska.

Kod uzoraka snimljenih klasičnim fotoaparatom, svjetlina je povećana na svim podlogama. Kod ovog sustava snimanja, došlo je do najvećeg smanjenja kromatičnosti. Promjena tona je prema području cijana, na svim podlogama i kod svih tehnika tiska.

Kod sustava skeniranja, svjetlina je povećana na svim podlogama. Kromatičnost je smanjena kod digitalnog tiska AM rasterom, dok je kod ofsetnog tiska AM i FM rasterom povećana na svim podlogama. Promjena tona je prema području cijana kod digitalnog tiska AM rasterom na svim podlogama, dok je kod ofsetnog tiska AM i FM rasterom promjena tona prema području magente, na svim podlogama.

Ukupna promjena ljubičastoplave boje  $\Delta E_{94}^*$  i  $\Delta E_{00}$  kod promatranih uzoraka, nalazi se kod velikog broja uzoraka izvan područja prihvatljivosti, neovisno o promatranim parametrima. Najveća odstupanja su na bijelom premazanom i nepremazanom papiru, dok su manja na žutom nepremazanom papiru. Odstupanja razlike boja vrijednosti  $\Delta E_{00}$  su manja od vrijednosti  $\Delta E_{94}^*$  pretežno kod uzoraka gdje je manja promjena tona boje, a veće vrijednosti  $\Delta E_{00}$  u odnosu na  $\Delta E_{94}^*$  su kod uzoraka gdje je prisutna veća promjena tona boje uzoraka u odnosu na standard.

Promjene tonova boja na uzorcima do kojih je došlo u tisku, vidljive su iz slika krivulja reprodukcije boja uzoraka snimljenih istim tehnološkim sustavom, na istoj podlozi, različitim tehnikama tiska. Na krivuljama reprodukcije su unesene vrijednosti gustoće obojenja standarda i pojedinih uzoraka, izmjerene na stepenastom klinu pojedinih boja. Iz krivulja se vidi odstupanje u pojedinim područjima reprodukcije, a na temelju razlike maksimalne i minimalne gustoće obojenja može se odrediti koja tehnika tiska omogućava dobivanje najvećeg kontrasta boja.

Iz krivulja reprodukcije skeniranih uzoraka otisnutih na bijelom premazanom papiru, vidljivo je da se maksimalni kontrast postiže ofsetnim tiskom FM rasterom, pri čemu su svjetli tonovi reproducirani sa smanjenim, a tamni tonovi sa povećanim kontrastom, kod svih vizualno predodžbenih sustava. Koeficijent smjera  $k$  je približan idealnom pravcu reprodukcije pod kutem od  $45^\circ$ . Koeficijenti smjera  $k$ , kod ofsetnog tiska AM rasterom i digitalnog tiska AM rasterom, manji su u odnosu na ofsetni tisak FM rasterom, ali pokazuju linearniju reprodukciju, što je vidljivo iz koeficijenta determinacije  $R^2$  kod svih boja podjednako.

Kod bijelog nepremazanog papira koeficijenti smjera  $k$  su manji, ali su povećani koeficijenti determinacije  $R^2$  što čini krivulju reprodukcije linearnijom, ali smanjenog kontrasta. I u ovom slučaju, ofsetni tisak FM rasterom daje veći kontrast u odnosu na ofsetni tisak AM rasterom i digitalni tisak AM rasterom, naročito kod svjetlo sjena i kolorističkog sustava vizualne predodžbe, pri čemu su razlike u tehnikama tiska zamjetnije kod reprodukcije tamnih tonova, nego kod svjetlih tonova.

Kod žutog nepremazanog papira zamjetno je smanjenje kontrasta, kod svih tehnika tiska. Svjetli tonovi su u žutoj boji reproducirani sa znatno većim vrijednostima nego kod ostalih boja, što je uzrokovano utjecajem podloge, dok su tamni tonovi reproducirani sa znatno manjim vrijednostima kod svih boja podjednako. Gotovo linearna reprodukcija smanjenog kontrasta, dobivena je ofsetnim tiskom AM rasterom.

Kod uzoraka snimljenih klasičnim fotoaparatom otisnutih na bijelom premazanom papiru najveći kontrast postiže se ofsetnim tiskom FM rasterom, čiji koeficijenti smjera pojedinih boja imaju znatno veće vrijednosti nego kod ofsetnog tiska AM rasterom i digitalnog tiska FM rasterom. Najveći kontrast dobiven je kod svjetlo sjena sustava. Sve tri tehnike tiska podudaraju se u reprodukciji srednjih tonova, dok su veće razlike u reprodukciji svjetlih i tamnih tonova kod ofsetnog tiska FM rasterom.

Kod bijelog nepremazanog papira, najbolja reprodukcija postiže se ofsetnim tiskom FM rasterom. Smanjeni kontrast postiže se ofsetnim tiskom AM rasterom, a najmanji digitalnim tiskom AM rasterom. Male su razlike kod reprodukcije svjetlih i srednjih tonova, a značajnije kod reprodukcije tamnih tonova, naročito kod svjetlo sjena sustava. Najbolju reprodukciju tamnih tonova omogućava ofsetni tisak FM rasterom, nešto lošija je sa AM rasterom, a najlošija digitalnim tiskom AM rasterom. Koeficijenti determinacije  $R^2$  imaju približne vrijednosti što znači da sve tehnike tiska reproduciraju boje približno isto.

Kod žutog nepremazanog papira boje su kod svih tehnika tiska reproducirane gotovo linearno, što je vidljivo iz koeficijenta determinacije  $R^2$ , ali sa znatno smanjenim kontrastom, vidljivo iz koeficijenta smjera  $k$ . Najveća odstupanja su kod reprodukcije svjetlih tonova žute boje kod svih tehnika tiska, zbog utjecaja podloge. Razlike tehnika tiska znatnije su kod reprodukcije tamnih tonova, posebno kod digitalnog tiska AM rasterom. Najbolja reprodukcija tamnih tonova postiže se digitalnim tiskom AM rasterom.

Kod uzoraka snimljenih digitalnim fotoaparatom otisnutih na bijelom premazanom papiru, dobivena je gotovo linearna reprodukcija kod svih tehnika tiska sa manjim kontrastom, nego kod uzoraka snimljenih klasičnim fotoaparatom i skeniranih.

Kod uzoraka snimljenih digitalnim aparatom otisnutih na bijelom nepremazanom papiru, nema većih promjena u odnosu na bijeli premazani papir kod ofsetnog tiska AM i FM rasterom. Kod digitalnog tiska AM rasterom, došlo je do smanjenja kontrasta.

Na žutom nepremazanom papiru, digitalni tisak AM rasterom reproducirao je gotovo isti kontrast kao i na bijelom nepremazanom papiru, dok je kod ofsetnog tiska AM i FM rasterom došlo do smanjenja kontrasta u odnosu na bijeli nepremazani papir.

Vizualna ocjena promatrača, za uzorke tonskog sustava vizualne predodžbe, u području prihvatljivosti je ocjenila uzorke snimljene klasičnim fotoaparatom i skenirane, otisnute digitalnim tiskom AM rasterom na svim vrstama papira i ofsetnim tiskom AM rasterom na bijelom premazanom i nepremazanom papiru. Ukupne razlike boja prihvaćenih uzoraka su u području prihvatljivosti za magentu, žutu i zelenu boju, dok su kod ostalih boja na granici ili neprihvatljiva. Pošto tonski sustav karakterizira dominantan ton boje (u ovom slučaju je original smeđih tonova), instrumentalno mjerenje se podudara sa vizualnom ocjenom promatrača. Isto tako je utjecaj žute podloge, zbog dominantnog tona originala, prihvatljiv. Neprihvatljivo odstupanje u crvenoj boji uzrokovano je povećanjem svjetline, a može se objasniti položajem crvene boje u prostoru boja. Naime, crvena boja se nalazi između magente i žute, što primarno ne narušava dominantan ton boje, pa nije utjecalo na vizualni doživljaj boje. Krivulje reprodukcije boja uzoraka pokazuju približno linearnu reprodukciju, što je bitno za ovaj sustav prethodno objašnjen.

Vizualna ocjena promatrača, za uzorke svjetlo sjena sustava vizualne predodžbe, u području prihvatljivosti je ocjenila uzorke snimljene klasičnim fotoaparatom i skenirane otisnute na bijelom premazanom i nepremazanom papiru digitalnim tiskom AM rasterom i snimljene klasičnim fotoaparatom, otisnute na bijelom premazanom i nepremazanom papiru ofsetnim tiskom AM i FM rasterom. Ukupna razlika boja uzoraka nalazi se u području prihvatljivosti. Promjena tona boje je minimalna na vizualno ocjenjenim uzorcima. Krivulje reprodukcije vizualno prihvaćenih uzoraka, pokazuju maksimalan kontrast dobiven ofsetnim tiskom FM rasterom, uz smanjenje tonских vrijednosti u svjetlim područjima slike i povećanje tonских vrijednosti u tamnim područjima slike.

Vizualna ocjena promatrača za uzorke kolorističkog sustava vizualne predodžbe, u području prihvatljivosti je ocjenila uzorke snimljene klasičnim fotoaparatom i direktno skenirane, otisnute na bijelom premazanom i bijelom nepremazanom papiru digitalnim tiskom i na bijelom premazanom i nepremazanom ofsetnim tiskom FM rasterom. Ukupna razlika boja uzoraka nalazi se u području prihvatljivosti i komplementarni parovi boja u dijagramu opsega boja nalaze se suprotno jedna u odnosu na drugu. Krivulje reprodukcije uzoraka otisnutih di-



gitalnim tiskom AM rasterom pokazuju linearnu reprodukciju, dok kod ofsetnog tiska FM rasterom dolazi do smanjenja u području svjetlih tonova i povećanja u području tamnih tonova.

## 6. ZAKLJUČCI

Cilj reproduksijskog procesa je dobivanje objektivne reprodukcije, tj reprodukcije što je moguće više vjerne originalu. Objektivnost reprodukcije ovisi o uređajima i tehnološkim sustavima, koji se koriste u reproduksijskom procesu.

Vizualna procjena uzoraka u odnosu na standard, kod definiranih uvjeta promatranja, može se prihvatiti kao metoda odabira, premda se ocjene promatrača uzoraka u nekim slučajevima ne podudaraju potpuno sa rezultatima instrumentalnog mjerenja. Razlike vizualnog ocjenjivanja i instrumentalnog mjerenja se javljaju zbog neprilagođenosti instrumenata stvarnom ljudskom doživljaju boja. Razlika boja uzoraka  $\Delta E_{94}^*$  i  $\Delta E_{00}$  ne može potpuno prikazati uzrok odstupanja uzoraka u odnosu na standard, jer međusoban odnos karakteristika boja ne prikazuje potpuno uzrok odstupanja. Ukupna razlika boja uzoraka, prema  $\Delta E_{94}^*$ , uzrokovana je najviše promjenom svjetline, dok je prema  $\Delta E_{00}$ , odstupanja uzrokovala promjena tona. Ljudsko oko osjetljivije je na kraće valne dužine spektra kao što su ljubičastoplava, cijan i zelena boja, nego na veće valne dužine kao što su crvena, magenta i žuta boja. Također utjecaj svjetline  $i$ , u odnosu na nju površinske zastupljenosti pojedinih boja, doprinosu ljudskom viđenju i procjeni objektivnosti boja reprodukcije u odnosu na original. Procjena odstupanja kontrasta pojedinih boja, prikazanih reproduksijskom krivuljom, bliža je ljudskom viđenju i instrumentalno određenim vrijednostima.

U radu je dokazano, da je primaran faktor kod odstupanja reprodukcije u odnosu na original, podloga. Boja podloge utječe najviše na promjenu boja i smanjenje kontrasta reprodukcije u odnosu na original. Drugi faktor predstavljaju tehnološki sustavi, koji se koriste za snimanje originala. Pokazalo se, da su najveća odstupanja kod primjene digitalnog fotoaparata koji je pokazao najveće smanjenje opsega reproduciranih boja u odnosu na standard, najmanji kontrast reprodukcije u odnosu na standard i najveće promjene u svjetlini. Bolja reprodukcija dobivena je korištenjem klasičnog fotoaparata i skeniranjem originala. To se može objasniti svjetloosjetljivim slojevima filma, od kojih svaki reagira na pojedini dio spektra i bolje može bilježiti boje originala, dok se skeniranje, kao tehnološki sustav snimanja originala, pokazao najboljim zbog toga što skeniranje predstavlja zatvoreni sustav - vanjsko svjetlo nema utjecaja na registiranje boja. Nedostatak tehnološkog sustava skeniranja je taj, što je određen formatom koji se može skenirati.

Tehnološki sustav tiska ima najveći utjecaj na objektivnost reprodukcije od istraživanih parametara, pri čemu su njegove različitosti uočljivije kod reproduciranja kontrasta nego kod reprodukcije boja originala. Digitalni tisak, svojom tehnološkom osnovom, pokazao se najboljim rješenjem tiska. Zajedničko digitalnom tisku i ofsetnom tisku je način rastriranja amplitudno moduliranim rasterom, koje je pokazalo linearniju reprodukciju od ofsetnog tiska rastriranja

frekventno moduliranim rasterom. Kod frekventno moduliranog rastera, moguće je postići veći kontrast, ali uz istovremeno smanjenje gustoća obojenja u svjetlim i povećanje gustoća obojenja u tamnim područjima reprodukcije.

Na temelju rezultata istraživanja, moguće je predložiti modele reprodukcijskog procesa za originale vizualno predodžbenih sustava:

**Tonski vizualno predodžbeni sustav** - Kao tehnološki sustav snimanja, predlaže se korištenje klasičnog fotoaparata zbog dobre mogućnosti registriranja boja, ili direktno skeniranje (ako to veličina originala omogućava). Za podlogu se predlaže bijeli nepremazani papir ili nepremazani papir do 10% vrijednosti boje dominantnog tona originala, koji će omogućiti harmoniju (jedan od estetskih zakon) kompozicije reprodukcije. Za tisak na bijelom papiru poželjno je koristiti ofsetni tisak amplitudno moduliranog rastera, dok se za tisak na obojenoj podlozi može koristiti digitalni tisak amplitudno moduliranog rastera. Kod ovog vizualno predodžbenog sustava, kao početni uvjet je potrebno dobiti informacije o svim višetonskim područjima slike posebno u svjetlim i tamnim područjima.

**Vizualno predodžbeni sustav svjetla i sjene** - Kao tehnološki sustav snimanja, predlaže se korištenje klasičnog fotoaparata ili skenera iz istih, prethodno navedenih razloga. Kao podloga, predlaže se bijeli premazani ili nepremazani papir. Obojena podloga bi utjecala na pomak neke od boja originala, pošto je u ovom vizualno predodžbenom sustavu bitna zastupljenost cijelog spektra boja. Za tisak su mogući svi tehnološki sustavi, a bolja rješenja predstavljaju digitalni tisak amplitudno moduliranim rasterom i ofsetni tisak frekventno moduliranim rasterom, zbog mogućnosti postizanja većeg kontrasta u tisku. Optimalni početni uvjeti su dobivanje minimalne tonske vrijednosti u svjetlim područjima i maksimalne vrijednosti u tamnim područjima, povećanjem kontrasta u obradi slike. Time bi se dodatno naglasile pojmovno razdjeljene cjeline svjetla i sjene. Povećanjem zasićenja boja, omogućilo bi se povećanje opsega boja i kromatičnosti.

**Koloristički vizualno predodžbeni sustav** - Kao tehnološki sustav snimanja, predlaže se korištenje klasičnog fotoaparata ili skenera zbog mogućnosti dobivanja većeg opsega boja. Kao podloga, predlaže se bijeli premazani papir na kome je moguće dobiti veće područje gustoće obojenja. Za tisak se predlaže tehnika digitalnog tiska amplitudno moduliranim rasterom i ofsetna tehnika frekventno moduliranim rasterom. Početni uvjeti bi trebali težiti povećanju kontrasta i zasićenja boja, zbog dobivanja ispravnog prostornog odnosa i komplementarnosti boja na reprodukciji.

## LITERATURA

1. Romano, R.M.; Romano, F.J.: The GATF Encyclopedia of Graphic Communication, GATF Press, Sewickley, (1998)
2. Banks, W.H.: Advances in printing science and technology, Vol. 22., Pentech Press, London, (1994)
3. Plettenberg, H.: Moderne Reproduktion, Grundlagen und Techniken professioneller Bildverarbeitung mit dem Computer, Verlag Beruf und Schule, Itzehoe, (1996)
4. Mortimer, A.: Colour reproduction in the printing industry, Pira International, Leatherhead, (1991)
5. Adams, R.M.; Weisberg, J.B.: The GATF Practical Guide to Color Management, 2<sup>nd</sup> ed. GATF, Sewickley, (2000)
6. Field, G.: Color and its reproduction 2<sup>nd</sup> ed., GATF Press, Sewickeley (PA), (1999)
7. Hunt, R.W.G.: The Reproduction of Colour in Photography, Printing and Television, Fountain Press, London, (1987), 177.
8. Arnheim, R.: Vizualno mišljenje, Univerzitet umetnosti, Beograd, (1985)
9. Gombrich, E.H.: Art & Illusion - A Study in the Psychology of Pictorial Representation, Phaidon Press Limited, London, (1995) 55-78.
10. Wölfflin, H.: Temeljni pojmovi povijesti umjetnosti - Problem razvoja stila u novijoj umjetnosti, Kontura i Institut za povijest umjetnosti, Zagreb, (1998), 31-43.
11. Enciklopedija likovnih umjetnosti, Jugoslavenski leksikografski zavod, Zagreb, svezak IV, (1966) 487.
12. Enciklopedija likovnih umjetnosti, Jugoslavenski leksikografski zavod, Zagreb, svezak IV, (1966) 201.
13. Jurković, M.; Brozović, M.; Jurković, V.: Doprinosi čitljivosti strukture vizualne forme, Informatologia, **31**, (1998), 68-72
14. Arnheim, R.: Umetnost i vizualno opažanje, Univerzitet umetnosti, Beograd, (1981)
15. Butina, M.: Slikarsko mišljenje, Cankarjeva založba, Ljubljana, (1984)
16. Richer, K.: Computergrafik und Farbmetrik, VDE-Verlag, Düsseldorf, 1996.
17. Peić, M.: Pristup likovnom djelu, Školska knjiga, Zagreb, (1968) 124-128.
18. Enciklopedija likovnih umjetnosti, Jugoslavenski leksikografski zavod, Zagreb, svezak I, (1966) 636.
19. Gombrich, E.H.: Reflections on the History of Art, Phaidon - Oxford, (1987) 115-159.

20. Brozović, M.: Transformacija tonske slike u sliku sa dominacijom svjetla i sjene, *Acta Graphica*, **9** (1997), 137-145
21. Tanhofer, N.: O boji na filmu i srodnim medijima, Novi Liber, Zagreb, (2000) 66-67.
22. Opća enciklopedija, Jugoslavenski leksikografski zavod, svezak I, Zagreb, (1977), 584-585
23. Argan, G.C.: Studije o modernoj umetnosti, Nolit, Beograd, (1982)
24. Gombrich, E.H.: *Topics of our Time - Twentieth-century issues in learning and in art*, Phaidon Press Limited, London, (1992) 163-188.
25. Jurković, M.: Komunikologijsko oblikovanje programa vizualnih komunikacija na Grafičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, Magistarski rad, Sveučilište u Zagrebu, Varaždin, (1997)
26. Langford, M.: *Advances Photography*, Focal Press, Oxford, (1998)
27. Mikota, M.: *Kreacija fotografijom*, V.D.T. Publishing, Zagreb, (2000) 139-142.
28. Green, P.: *Understanding Digital Color*, 2<sup>nd</sup> ed. GATF, Pittsburg, (1999)
29. Milburn, D.L.; Carroll, J.L.: *Digital Photography*, GATF, Pittsburg, (1997), 1-6.
30. Davies, A.; Fennessy, P.: *Digital Imaging for Photographers*, Focal Press, Oxford, (1998)
31. Hamber, A.; Green, P.: *Digital Photography*, Pira, (1999)
32. Homann, J.P.: *Digitales Colormanagement, Farbe in der Publishing-Praxis*, Springer, Berlin, (1998)
33. Erickson, B.; Romano, F.: *Professional Digital Photography*, Prentice-Hall International, (1999)
34. ICC Profile Format Specification, Int. Color Consortium, Ver. 3.4., Reston (VA), (1997)
35. Kang, H.R.: *Digital Color Halftoning*, SPIE Optical Engineering Press, Bellingham, (1999)
36. Field, G.: *Color Scanning and Imaging Systems*, GATF, Pittsburg, USA, (1990)
37. Thompson, B.: *Printing Materials: Science and Technology*, Pira International, Leatherhead, (1998)
38. ISO 8254-1: Paper and board - Measurement of specular gloss - Part 1: 75° gloss (1999)
39. Fink, P.: *PostScript Screening*, Adobe Accurate Screens, (1992) 43-61.
40. Adobe Systems: *PostScript Language Reference Manual*, 2<sup>nd</sup> ed., Addison-Wesley, Reading (MA), (1990)
41. DIN 16547: *Rasterwinkelungen bei der Farben-Rasterproduktion* (1983)

42. Eschbach, R: Recent Progress in Digital Half-toning II, Society for Imaging Science and Technology, Springfield, (1999)
43. Kipphan, H.: Handbook of Printing Media, Springer, Berlin, (2001) 509-511
44. Ibid. 511-512.
45. ISO 12640: Graphic technology - Prepress digital data exchange - CMYK standard colour image data (CMYK/SCID), (1997)
46. ISO 12642: Graphic technology - Prepress digital data exchange - Input data for characterization of four colour process printing, (1996)
47. ISO 12647-2: Graphic technology - Process control for the manufacture of half-tone colour separations, proof and production prints - Part 2: Offset processes (1996).
48. Farbe und Qualität (Colour & Quality), Heidelberg Druckmaschinen AG, Heidelberg, (1995/1999)
49. ISO 12647-1: Graphic technology - Process control for the manufacture of half-tone colour separations, proof and production prints - Part 1: Parameters and measurement methods (1996)
50. Pauckner, L.; Wild, D.: Auswirkung von Lichtfang, Farbschichtdicke und Oberflächenreflexion auf die Tonwertwiedergabe beim Rasterdruck, FOGRA-Forschungsbericht 4.022, München, (1980)
51. Itten, J.: Kunst der Farbe, Otto Mayer Verlag, Ravensburg, (1970), 37-73.
52. Despot, N.: Svjetlo i sjena, Tehnička knjiga, Zagreb, (1966), 109-110.
53. Kipphan, H.: Color Measurement Methods and Systems in Printing Technology and Graphic Arts, SPIE - The International Society for Optical Engineering, Vol. 1912, Bellingham, (1993)
54. Schmitt, U.: Ugra/FOGRA Media Wedge - Instructions for use, FOGRA, München, (1999)
55. Standardisierung des mehrfarbigen Zeitungsdruckes, BVD/FOGRA, Wiesbaden, München, (2000)
56. Bolanča, S.: Suvremeni ofsetni tisak, Školska knjiga, Zagreb, (1991), 23-61.
57. Hunt, R.W.G.: Measuring Colour, John Wiley & Sons, New York, (1989)
58. Grum, F.; Bartleson, C.J.: Colour measurement, Academic Press, New York, (1980), 362-365.
59. Ibid. 356-362.
60. Ibid. 339-356.
61. Fairchild, M.: Color Appearance Models, Addison-Wesley, Reading (MA), (1997)
62. Knešaurek, N.: Optimiranje razlika reproduciranih boja, Doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, (1998) 29.

63. Judd, D.B.; Wyszecki, G.: Color in Business Science and Industry, Wiley, New York, (1975)
64. Wyszecki, G.; Stiles, W.S.: Color Science: Concepts and Methods, Qualitative Data nad Formulae, J. Wiley and Sons, New York, (1982) 166-169.
65. Richter, M.: Einführung in die Farbmeterik, Walter De Gruyter, Berlin, (1985)
66. McDonald, R.; Smith, K.J.: CIE<sub>94</sub> - A New Colour-Difference formula, J. Soc. Dyers Col. Vol 111, (1995), 376-379
67. Billmeyer and Saltzmons: Principles of Color Technology, Roy S. Berns, John Wiley & Sons. Inc, New York, (2000)
68. CIE Industrial Colour Difference Evaluation, CIE Publication 116, Vienna, (1995)
69. Luo, M.R.; Cui, G.; Rigg, B.: The Development of the CIE 2000 Colour-Difference Formula: CIEDE2000, Color Res. Appl, **26** (2002), 340-350.
70. Schläpfer, K.: Farbmeterik in der Reproduktionstechnik und im Mehrfarbendruck, UGRA, St. Gallen, (1993), 68.
71. Pavlič, I.: Statistička teorija i primjena, Tehnička knjiga, Zagreb, (1988), 151-152.
72. Walenski, W.: Der Rollenoffsetdruck, Fachschriften-Verlag, Fellbach, (1995)
73. Stevenson, D.: Handbook of printing processes, GATF, Pittsburg, (1994)
74. Teschner, H.: Offsetdrucktechnik, 10, Auflage, Fachschriften-Verlag, Fellbach, (1997)
75. Bolanča, S.: Glavne tehnike tiska, Acta Graphica, Zagreb, (1997)
76. Adams, R.M.; Romano, F.: Computer to Plate, 2<sup>nd</sup> Edition, GATF, Pittsburg, (2001)
77. Geimenhardt, J.: CTP-Belichter und Platten Technologie, Fachhefte-Bulletin Technique, **4**, (2001)
78. Drennan, B.: Indigo E-Print, Adams-Harmon Graphics Press, Chicago, (1998)
79. ISO 12647-5: Graphic technology - Process control for the manufacture of half-tone colour separations, proof and production prints - Part 5: Screen printing (2000)
80. ISO 12647-7: Graphic technology - Process control for the manufacture of half-tone colour separations, proof and production prints - Part 7: Digital Printing (under preparation)
81. ISO 3664: Viewing conditions - for graphic technology and photography (1999)
82. ISO 13655: Graphic technology - Spectral measurement and colometric computation for graphic arts images (1996)
83. ISO 13656: Graphic technology and photography - Application of reflection densitometry and colorimetry to process control in graphic arts measurements (1999)

## POPIS TABLICA

<b>Tablica 1.</b>	Sistematizacija uzoraka tonskog sustava vizualne predodžbe .....	50
<b>Tablica 2.</b>	Rezultati vizualne procjene promatrača uzoraka tonskog sustava vizualne predodžbe .....	51
<b>Tablica 3.</b>	Uzorci tonskog sustava vizualne predodžbe sa pripadajućim veličinama $\Delta E_{94}^*$ i $\Delta E_{00}$ razlike boja .....	52
<b>Tablica 4.</b>	Vrijednost koeficijenta determinacije $R^2$ za linearne regresijske jednadžbe i koeficijenti smjera k za krivulje reprodukcije boja .....	70
<b>Tablica 5.</b>	Vrijednost koeficijenta determinacije $R^2$ za linearne regresijske jednadžbe i koeficijenti smjera k za krivulje reprodukcije boja .....	71
<b>Tablica 6.</b>	Vrijednost koeficijenta determinacije $R^2$ za linearne regresijske jednadžbe i koeficijenti smjera k za krivulje reprodukcije boja .....	72
<b>Tablica 7.</b>	Vrijednost koeficijenta determinacije $R^2$ za linearne regresijske jednadžbe i koeficijenti smjera k za krivulje reprodukcije boja .....	73
<b>Tablica 8.</b>	Vrijednost koeficijenta determinacije $R^2$ za linearne regresijske jednadžbe i koeficijenti smjera k za krivulje reprodukcije boja .....	74
<b>Tablica 9.</b>	Vrijednost koeficijenta determinacije $R^2$ za linearne regresijske jednadžbe i koeficijenti smjera k za krivulje reprodukcije boja .....	75
<b>Tablica 10.</b>	Vrijednost koeficijenta determinacije $R^2$ za linearne regresijske jednadžbe i koeficijenti smjera k za krivulje reprodukcije boja .....	76
<b>Tablica 11.</b>	Vrijednost koeficijenta determinacije $R^2$ za linearne regresijske jednadžbe i koeficijenti smjera k za krivulje reprodukcije boja .....	77
<b>Tablica 12.</b>	Vrijednost koeficijenta determinacije $R^2$ za linearne regresijske jednadžbe i koeficijenti smjera k za krivulje reprodukcije boja .....	78
<b>Tablica 13.</b>	Sistematizacija uzoraka sustava svjetla i sjene vizualne predodžbe .....	79
<b>Tablica 14.</b>	Rezultati vizualne procjene promatrača sustava svjetla i sjene vizualne predodžbe .....	80
<b>Tablica 15.</b>	Uzorci sustava svjetla i sjene vizualne predodžbe sa pripadajućim veličinama $\Delta E_{94}^*$ i $\Delta E_{00}$ razlike boja .....	81
<b>Tablica 16.</b>	Vrijednost koeficijenta determinacije $R^2$ za linearne regresijske jednadžbe i koeficijenti smjera k za krivulje reprodukcije boja .....	99
<b>Tablica 17.</b>	Vrijednost koeficijenta determinacije $R^2$ za linearne regresijske jednadžbe i koeficijenti smjera k za krivulje reprodukcije boja .....	100
<b>Tablica 18.</b>	Vrijednost koeficijenta determinacije $R^2$ za linearne regresijske jednadžbe i koeficijenti smjera k za krivulje reprodukcije boja .....	101
<b>Tablica 19.</b>	Vrijednost koeficijenta determinacije $R^2$ za linearne regresijske jednadžbe i koeficijenti smjera k za krivulje reprodukcije boja .....	102
<b>Tablica 20.</b>	Vrijednost koeficijenta determinacije $R^2$ za linearne regresijske jednadžbe i koeficijenti smjera k za krivulje reprodukcije boja .....	103
<b>Tablica 21.</b>	Vrijednost koeficijenta determinacije $R^2$ za linearne regresijske jednadžbe i koeficijenti smjera k za krivulje reprodukcije boja .....	104
<b>Tablica 22.</b>	Vrijednost koeficijenta determinacije $R^2$ za linearne regresijske jednadžbe i koeficijenti smjera k za krivulje reprodukcije boja .....	105
<b>Tablica 23.</b>	Vrijednost koeficijenta determinacije $R^2$ za linearne regresijske jednadžbe i koeficijenti smjera k za krivulje reprodukcije boja .....	106
<b>Tablica 24.</b>	Vrijednost koeficijenta determinacije $R^2$ za linearne regresijske jednadžbe i koeficijenti smjera k za krivulje reprodukcije boja .....	107
<b>Tablica 25.</b>	Sistematizacija uzoraka kolorističkog sustava vizualne predodžbe .....	108



<b>Tablica 26.</b> Rezultati vizualne procjene promatrača uzoraka kolorističkog sustava vizualne predodžbe .....	109
<b>Tablica 27.</b> Uzorci kolorističkog sustava vizualne predodžbe sa pripadajućim veličinama $\Delta E_{94}^*$ i $\Delta E_{00}$ razlike boja .....	110
<b>Tablica 28.</b> Vrijednost koeficijenata determinacije $R^2$ za linearne regresijske jednadžbe i koeficijenti smjera k za krivulje reprodukcije boja .....	128
<b>Tablica 29.</b> Vrijednost koeficijenata determinacije $R^2$ za linearne regresijske jednadžbe i koeficijenti smjera k za krivulje reprodukcije boja .....	129
<b>Tablica 30.</b> Vrijednost koeficijenata determinacije $R^2$ za linearne regresijske jednadžbe i koeficijenti smjera k za krivulje reprodukcije boja .....	130
<b>Tablica 31.</b> Vrijednost koeficijenata determinacije $R^2$ za linearne regresijske jednadžbe i koeficijenti smjera k za krivulje reprodukcije boja .....	131
<b>Tablica 32.</b> Vrijednost koeficijenata determinacije $R^2$ za linearne regresijske jednadžbe i koeficijenti smjera k za krivulje reprodukcije boja .....	132
<b>Tablica 33.</b> Vrijednost koeficijenata determinacije $R^2$ za linearne regresijske jednadžbe i koeficijenti smjera k za krivulje reprodukcije boja .....	133
<b>Tablica 34.</b> Vrijednost koeficijenata determinacije $R^2$ za linearne regresijske jednadžbe i koeficijenti smjera k za krivulje reprodukcije boja .....	134
<b>Tablica 35.</b> Vrijednost koeficijenata determinacije $R^2$ za linearne regresijske jednadžbe i koeficijenti smjera k za krivulje reprodukcije boja .....	135
<b>Tablica 36.</b> Vrijednost koeficijenata determinacije $R^2$ za linearne regresijske jednadžbe i koeficijenti smjera k za krivulje reprodukcije boja .....	136

## POPIS SLIKA

<b>Slika 1.</b>	Primjer tonskog sustava vizualne predodžbe .....	7
<b>Slika 2.</b>	Primjer vizualno predodžbenog sustava svjetla i sjene .....	8
<b>Slika 3.</b>	Primjer kolorističkog sustava vizualne predodžbe .....	10
<b>Slika 4.</b>	Presjek dijapozitiv filma .....	13
<b>Slika 5. a)</b>	Refleksno ponašanje hrapave površine .....	18
<b>Slika 5. b)</b>	Mjerenje glatkosti sa označenim mjernim kutevima na uređaju za mjerenje glatkosti .....	18
<b>Slika 6.</b>	Usporedba amplitudno moduliranog i frekventno moduliranog rastera kod reprodukcije kontinuiranih tonova .....	20
<b>Slika 7.</b>	Konvencionalno rastiranje gdje se na 15° pojavljuje moire između žute i cijana, žute i magente .....	21
<b>Slika 8.</b>	Rasterska točka od 14x14=196 piksela sa područjem pokrivenosti od 52 piksela (otprilike 26,5%), stavljena na kut od 0° .....	22
<b>Slika 9.</b>	Usporedba analognog rastriranja sa pravilnim i nepravilnim tangentnim digitalnim rastriranjem .....	23
<b>Slika 10.</b>	Metode za kontrolu crne separirane boje sa nadopunom kromatskog sastava .....	25
<b>Slika 11.</b>	Krivulja reprodukcije tonova .....	28
<b>Slika 12.</b>	Dijelovi kontrolnog stripa .....	30
<b>Slika 13.</b>	GEVAERT Macbeth kontrolni strip .....	31
<b>Slika 14.</b>	Shematski prikaz CIELAB sustava boja .....	34
<b>Slika 15.</b>	Shematski prikaz ofsetnog stroja .....	37
<b>Slika 16.</b>	Shematski prikaz stroja digitalnog tiska .....	42
<b>Slika 17.</b>	Opseg boja uzoraka tonskog sustava prikazan u CIE LAB sustavu u ovisnosti o $a^*$ i $b^*$ koordinatama otisnutih na bijelom premazanom papiru digitalnim tiskom AM rasterom .....	53
<b>Slika 18.</b>	Opseg boja uzoraka tonskog sustava prikazan u CIE LAB sustavu u ovisnosti o $a^*$ i $b^*$ koordinatama otisnutih na bijelom nepremazanom papiru digitalnim tiskom AM rasterom .....	53
<b>Slika 19.</b>	Opseg boja uzoraka tonskog sustava prikazan u CIE LAB sustavu u ovisnosti o $a^*$ i $b^*$ koordinatama otisnutih na žutom nepremazanom papiru digitalnim tiskom AM rasterom .....	54
<b>Slika 20.</b>	Opseg boja uzoraka tonskog sustava prikazan u CIE LAB sustavu u ovisnosti o $a^*$ i $b^*$ koordinatama otisnutih na bijelom premazanom papiru ofsetnim tiskom AM rasterom .....	54
<b>Slika 21.</b>	Opseg boja uzoraka tonskog sustava prikazan u CIE LAB sustavu u ovisnosti o $a^*$ i $b^*$ koordinatama otisnutih na bijelom nepremazanom papiru ofsetnim tiskom AM rasterom .....	55
<b>Slika 22.</b>	Opseg boja uzoraka tonskog sustava prikazan u CIE LAB sustavu u ovisnosti o $a^*$ i $b^*$ koordinatama otisnutih na žutom nepremazanom papiru ofsetnim tiskom AM rasterom .....	55
<b>Slika 23.</b>	Opseg boja uzoraka tonskog sustava prikazan u CIE LAB sustavu u ovisnosti o $a^*$ i $b^*$ koordinatama otisnutih na bijelom premazanom papiru ofsetnim tiskom FM rasterom .....	56
<b>Slika 24.</b>	Opseg boja uzoraka tonskog sustava prikazan u CIE LAB sustavu u ovisnosti o $a^*$ i $b^*$ koordinatama otisnutih na bijelom nepremazanom papiru ofsetnim tiskom FM rasterom .....	56
<b>Slika 25.</b>	Opseg boja uzoraka tonskog sustava prikazan u CIE LAB sustavu u ovisnosti o $a^*$ i $b^*$ koordinatama otisnutih na žutom nepremazanom papiru ofsetnim tiskom FM rasterom .....	57
<b>Slika 26.</b>	Histogramski prikaz razlika vrijednosti $\Delta L^*$ , $\Delta C^*$ , $\Delta H^*$ uzoraka tonskog sustava u odnosu na standard za cijan boju na bijelom premazanom papiru .....	58
<b>Slika 27.</b>	Histogramski prikaz razlika vrijednosti $\Delta L^*$ , $\Delta C^*$ , $\Delta H^*$ uzoraka tonskog sustava u odnosu na standard za cijan boju na bijelom nepremazanom papiru .....	58
<b>Slika 28.</b>	Histogramski prikaz razlika vrijednosti $\Delta L^*$ , $\Delta C^*$ , $\Delta H^*$ uzoraka tonskog sustava u odnosu na standard za cijan boju na žutom nepremazanom papiru .....	58
<b>Slika 29.</b>	Histogramski prikaz ukupne promjene boje $\Delta E_{94}^*$ i $\Delta E_{00}$ uzoraka tonskog sustava u odnosu na standard za cijan boju na bijelom premazanom papiru .....	59



<b>Slika 55.</b>	Histogramski prikaz ukupne promjene boje $\Delta E_{94}^*$ i $\Delta E_{00}$ uzoraka tonskog sustava u odnosu na standard za crvenu boju na žutom nepremazanom papiru .....	67
<b>Slika 56.</b>	Histogramski prikaz razlika vrijednosti $\Delta L^*$ , $\Delta C^*$ , $\Delta H^*$ uzoraka tonskog sustava u odnosu na standard za ljubičastoplavu boju na bijelom premazanom papiru .....	68
<b>Slika 57.</b>	Histogramski prikaz razlika vrijednosti $\Delta L^*$ , $\Delta C^*$ , $\Delta H^*$ uzoraka tonskog sustava u odnosu na standard za ljubičastoplavu boju na bijelom nepremazanom papiru .....	68
<b>Slika 58.</b>	Histogramski prikaz razlika vrijednosti $\Delta L^*$ , $\Delta C^*$ , $\Delta H^*$ uzoraka tonskog sustava u odnosu na standard za ljubičastoplavu boju na žutom nepremazanom papiru .....	68
<b>Slika 59.</b>	Histogramski prikaz ukupne promjene boje $\Delta E_{94}^*$ i $\Delta E_{00}$ uzoraka tonskog sustava u odnosu na standard za ljubičastoplavu boju na bijelom premazanom papiru .....	69
<b>Slika 60.</b>	Histogramski prikaz ukupne promjene boje $\Delta E_{94}^*$ i $\Delta E_{00}$ uzoraka tonskog sustava u odnosu na standard za ljubičastoplavu boju na bijelom nepremazanom papiru .....	69
<b>Slika 61.</b>	Histogramski prikaz ukupne promjene boje $\Delta E_{94}^*$ i $\Delta E_{00}$ uzoraka tonskog sustava u odnosu na standard za ljubičastoplavu boju na žutom nepremazanom papiru .....	69
<b>Slika 62.</b>	Krivulja reprodukcije boja skeniranih uzoraka tonskog sustava, otisnutih na bijelom premazanom papiru digitalnim tiskom AM rasterom, ofsetnim tiskom AM rasterom i ofsetnim tiskom FM rasterom .....	70
<b>Slika 63.</b>	Krivulja reprodukcije boja skeniranih uzoraka tonskog sustava, otisnutih na bijelom nepremazanom papiru digitalnim tiskom AM rasterom, ofsetnim tiskom AM rasterom i ofsetnim tiskom FM rasterom .....	71
<b>Slika 64.</b>	Krivulja reprodukcije boja skeniranih uzoraka tonskog sustava, otisnutih na žutom nepremazanom papiru digitalnim tiskom AM rasterom, ofsetnim tiskom AM rasterom i ofsetnim tiskom FM rasterom .....	72
<b>Slika 65.</b>	Krivulja reprodukcije boja uzoraka tonskog sustava snimljenih fotoaparatom, otisnutih na bijelom premazanom papiru digitalnim tiskom AM rasterom, ofsetnim tiskom AM rasterom i ofsetnim tiskom FM rasterom .....	73
<b>Slika 66.</b>	Krivulja reprodukcije boja uzoraka tonskog sustava snimljenih fotoaparatom, otisnutih na bijelom nepremazanom papiru digitalnim tiskom AM rasterom, ofsetnim tiskom AM rasterom i ofsetnim tiskom FM rasterom .....	74
<b>Slika 67.</b>	Krivulja reprodukcije boja uzoraka tonskog sustava snimljenih fotoaparatom, otisnutih na žutom nepremazanom papiru digitalnim tiskom AM rasterom, ofsetnim tiskom AM rasterom i ofsetnim tiskom FM rasterom .....	75
<b>Slika 68.</b>	Krivulja reprodukcije boja uzoraka tonskog sustava snimljenih digitalnim aparatom, otisnutih na bijelom premazanom papiru digitalnim tiskom AM rasterom, ofsetnim tiskom AM rasterom i ofsetnim tiskom FM rasterom .....	76
<b>Slika 69.</b>	Krivulja reprodukcije boja uzoraka tonskog sustava snimljenih digitalnim aparatom, otisnutih na bijelom nepremazanom papiru digitalnim tiskom AM rasterom, ofsetnim tiskom AM rasterom i ofsetnim tiskom FM rasterom .....	77
<b>Slika 70.</b>	Krivulja reprodukcije boja uzoraka tonskog sustava snimljenih digitalnim aparatom, otisnutih na žutom nepremazanom papiru digitalnim tiskom AM rasterom, ofsetnim tiskom AM rasterom i ofsetnim tiskom FM rasterom .....	78
<b>Slika 71.</b>	Opseg boja uzoraka sustava svjetla i sjene prikazan u CIE LAB sustavu u ovisnosti o $a^*$ i $b^*$ koordinatama otisnutih na bijelom premazanom papiru digitalnim tiskom AM rasterom .....	82
<b>Slika 72.</b>	Opseg boja uzoraka sustava svjetla i sjene prikazan u CIE LAB sustavu u ovisnosti o $a^*$ i $b^*$ koordinatama otisnutih na bijelom nepremazanom papiru digitalnim tiskom AM rasterom .....	82
<b>Slika 73.</b>	Opseg boja uzoraka sustava svjetla i sjene prikazan u CIE LAB sustavu u ovisnosti o $a^*$ i $b^*$ koordinatama otisnutih na žutom nepremazanom papiru digitalnim tiskom AM rasterom .....	83
<b>Slika 74.</b>	Opseg boja uzoraka sustava svjetla i sjene prikazan u CIE LAB sustavu u ovisnosti o $a^*$ i $b^*$ koordinatama otisnutih na bijelom premazanom papiru ofsetnim tiskom AM rasterom .....	83
<b>Slika 75.</b>	Opseg boja uzoraka sustava svjetla i sjene prikazan u CIE LAB sustavu u ovisnosti o $a^*$ i $b^*$ koordinatama otisnutih na bijelom nepremazanom papiru ofsetnim tiskom AM rasterom .....	84

<b>Slika 76.</b>	Opseg boja uzoraka sustava svjetla i sjene prikazan u CIE LAB sustavu u ovisnosti o $a^*$ i $b^*$ koordinatama otisnutih na žutom nepremazanom papiru ofsetnim tiskom AM rasterom .....	84
<b>Slika 77.</b>	Opseg boja uzoraka sustava svjetla i sjene prikazan u CIE LAB sustavu u ovisnosti o $a^*$ i $b^*$ koordinatama otisnutih na bijelom premazanom papiru ofsetnim tiskom FM rasterom .....	85
<b>Slika 78.</b>	Opseg boja uzoraka sustava svjetla i sjene prikazan u CIE LAB sustavu u ovisnosti o $a^*$ i $b^*$ koordinatama otisnutih na bijelom nepremazanom papiru ofsetnim tiskom FM rasterom .....	85
<b>Slika 79.</b>	Opseg boja uzoraka sustava svjetla i sjene prikazan u CIE LAB sustavu u ovisnosti o $a^*$ i $b^*$ koordinatama otisnutih na žutom nepremazanom papiru ofsetnim tiskom FM rasterom .....	86
<b>Slika 80.</b>	Histogramski prikaz razlika vrijednosti $\Delta L^*$ , $\Delta C^*$ , $\Delta H^*$ uzoraka sustava svjetla i sjene u odnosu na standard za cijan boju na bijelom premazanom papiru .....	87
<b>Slika 81.</b>	Histogramski prikaz razlika vrijednosti $\Delta L^*$ , $\Delta C^*$ , $\Delta H^*$ uzoraka sustava svjetla i sjene u odnosu na standard za cijan boju na bijelom nepremazanom papiru .....	87
<b>Slika 82.</b>	Histogramski prikaz razlika vrijednosti $\Delta L^*$ , $\Delta C^*$ , $\Delta H^*$ uzoraka sustava svjetla i sjene u odnosu na standard za cijan boju na žutom nepremazanom papiru .....	87
<b>Slika 83.</b>	Histogramski prikaz ukupne promjene boje $\Delta E_{94}^*$ i $\Delta E_{00}$ uzoraka sustava svjetla i sjene u odnosu na standard za cijan boju na bijelom premazanom papiru .....	88
<b>Slika 84.</b>	Histogramski prikaz ukupne promjene boje $\Delta E_{94}^*$ i $\Delta E_{00}$ uzoraka sustava svjetla i sjene u odnosu na standard za cijan boju na bijelom nepremazanom papiru .....	88
<b>Slika 85.</b>	Histogramski prikaz ukupne promjene boje $\Delta E_{94}^*$ i $\Delta E_{00}$ uzoraka sustava svjetla i sjene u odnosu na standard za cijan boju na žutom nepremazanom papiru .....	88
<b>Slika 86.</b>	Histogramski prikaz razlika vrijednosti $\Delta L^*$ , $\Delta C^*$ , $\Delta H^*$ uzoraka sustava svjetla i sjene u odnosu na standard za magenta boju na bijelom premazanom papiru .....	89
<b>Slika 87.</b>	Histogramski prikaz razlika vrijednosti $\Delta L^*$ , $\Delta C^*$ , $\Delta H^*$ uzoraka sustava svjetla i sjene u odnosu na standard za magenta boju na bijelom nepremazanom papiru .....	89
<b>Slika 88.</b>	Histogramski prikaz razlika vrijednosti $\Delta L^*$ , $\Delta C^*$ , $\Delta H^*$ uzoraka sustava svjetla i sjene u odnosu na standard za magenta boju na žutom nepremazanom papiru .....	89
<b>Slika 89.</b>	Histogramski prikaz ukupne promjene boje $\Delta E_{94}^*$ i $\Delta E_{00}$ uzoraka sustava svjetla i sjene u odnosu na standard za magenta boju na bijelom premazanom papiru .....	90
<b>Slika 90.</b>	Histogramski prikaz ukupne promjene boje $\Delta E_{94}^*$ i $\Delta E_{00}$ uzoraka sustava svjetla i sjene u odnosu na standard za magenta boju na bijelom nepremazanom papiru .....	90
<b>Slika 91.</b>	Histogramski prikaz ukupne promjene boje $\Delta E_{94}^*$ i $\Delta E_{00}$ uzoraka sustava svjetla i sjene u odnosu na standard za magenta boju na žutom nepremazanom papiru .....	90
<b>Slika 92.</b>	Histogramski prikaz razlika vrijednosti $\Delta L^*$ , $\Delta C^*$ , $\Delta H^*$ uzoraka sustava svjetla i sjene u odnosu na standard za žutu boju na bijelom premazanom papiru .....	91
<b>Slika 93.</b>	Histogramski prikaz razlika vrijednosti $\Delta L^*$ , $\Delta C^*$ , $\Delta H^*$ uzoraka sustava svjetla i sjene u odnosu na standard za žutu boju na bijelom nepremazanom papiru .....	91
<b>Slika 94.</b>	Histogramski prikaz razlika vrijednosti $\Delta L^*$ , $\Delta C^*$ , $\Delta H^*$ uzoraka sustava svjetla i sjene u odnosu na standard za žutu boju na žutom nepremazanom papiru .....	91
<b>Slika 95.</b>	Histogramski prikaz ukupne promjene boje $\Delta E_{94}^*$ i $\Delta E_{00}$ uzoraka sustava svjetla i sjene u odnosu na standard za žutu boju na bijelom premazanom papiru .....	92
<b>Slika 96.</b>	Histogramski prikaz ukupne promjene boje $\Delta E_{94}^*$ i $\Delta E_{00}$ uzoraka sustava svjetla i sjene u odnosu na standard za žutu boju na bijelom nepremazanom papiru .....	92
<b>Slika 97.</b>	Histogramski prikaz ukupne promjene boje $\Delta E_{94}^*$ i $\Delta E_{00}$ uzoraka sustava svjetla i sjene u odnosu na standard za žutu boju na žutom nepremazanom papiru .....	92
<b>Slika 98.</b>	Histogramski prikaz razlika vrijednosti $\Delta L^*$ , $\Delta C^*$ , $\Delta H^*$ uzoraka sustava svjetla i sjene u odnosu na standard za zelenu boju na bijelom premazanom papiru .....	93
<b>Slika 99.</b>	Histogramski prikaz razlika vrijednosti $\Delta L^*$ , $\Delta C^*$ , $\Delta H^*$ uzoraka sustava svjetla i sjene u odnosu na standard za zelenu boju na bijelom nepremazanom papiru .....	93
<b>Slika 100.</b>	Histogramski prikaz razlika vrijednosti $\Delta L^*$ , $\Delta C^*$ , $\Delta H^*$ uzoraka sustava svjetla i sjene u odnosu na standard za zelenu boju na žutom nepremazanom papiru .....	93

<b>Slika 101.</b>	Histogramski prikaz ukupne promjene boje $\Delta E_{94}^*$ i $\Delta E_{00}$ uzoraka sustava svjetla i sjene u odnosu na standard za zelenu boju na bijelom premazanom papiru .....	94
<b>Slika 102.</b>	Histogramski prikaz ukupne promjene boje $\Delta E_{94}^*$ i $\Delta E_{00}$ uzoraka sustava svjetla i sjene u odnosu na standard za zelenu boju na bijelom nepremazanom papiru .....	94
<b>Slika 103.</b>	Histogramski prikaz ukupne promjene boje $\Delta E_{94}^*$ i $\Delta E_{00}$ uzoraka sustava svjetla i sjene u odnosu na standard za zelenu boju na žutom nepremazanom papiru .....	94
<b>Slika 104.</b>	Histogramski prikaz razlika vrijednosti $\Delta L^*$ , $\Delta C^*$ , $\Delta H^*$ uzoraka sustava svjetla i sjene u odnosu na standard za crvenu boju na bijelom premazanom papiru .....	95
<b>Slika 105.</b>	Histogramski prikaz razlika vrijednosti $\Delta L^*$ , $\Delta C^*$ , $\Delta H^*$ uzoraka sustava svjetla i sjene u odnosu na standard za crvenu boju na bijelom nepremazanom papiru .....	95
<b>Slika 106.</b>	Histogramski prikaz razlika vrijednosti $\Delta L^*$ , $\Delta C^*$ , $\Delta H^*$ uzoraka sustava svjetla i sjene u odnosu na standard za crvenu boju na žutom nepremazanom papiru .....	95
<b>Slika 107.</b>	Histogramski prikaz ukupne promjene boje $\Delta E_{94}^*$ i $\Delta E_{00}$ uzoraka sustava svjetla i sjene u odnosu na standard za crvenu boju na bijelom premazanom papiru .....	96
<b>Slika 108.</b>	Histogramski prikaz ukupne promjene boje $\Delta E_{94}^*$ i $\Delta E_{00}$ uzoraka sustava svjetla i sjene u odnosu na standard za crvenu boju na bijelom nepremazanom papiru .....	96
<b>Slika 109.</b>	Histogramski prikaz ukupne promjene boje $\Delta E_{94}^*$ i $\Delta E_{00}$ uzoraka sustava svjetla i sjene u odnosu na standard za crvenu boju na žutom nepremazanom papiru .....	96
<b>Slika 110.</b>	Histogramski prikaz razlika vrijednosti $\Delta L^*$ , $\Delta C^*$ , $\Delta H^*$ uzoraka sustava svjetla i sjene u odnosu na standard za ljubičastoplavu boju na bijelom premazanom papiru .....	97
<b>Slika 111.</b>	Histogramski prikaz razlika vrijednosti $\Delta L^*$ , $\Delta C^*$ , $\Delta H^*$ uzoraka sustava svjetla i sjene u odnosu na standard za ljubičastoplavu boju na bijelom nepremazanom papiru .....	97
<b>Slika 112.</b>	Histogramski prikaz razlika vrijednosti $\Delta L^*$ , $\Delta C^*$ , $\Delta H^*$ uzoraka sustava svjetla i sjene u odnosu na standard za ljubičastoplavu boju na žutom nepremazanom papiru .....	97
<b>Slika 113.</b>	Histogramski prikaz ukupne promjene boje $\Delta E_{94}^*$ i $\Delta E_{00}$ uzoraka sustava svjetla i sjene u odnosu na standard za ljubičastoplavu boju na bijelom premazanom papiru .....	98
<b>Slika 114.</b>	Histogramski prikaz ukupne promjene boje $\Delta E_{94}^*$ i $\Delta E_{00}$ uzoraka sustava svjetla i sjene u odnosu na standard za ljubičastoplavu boju na bijelom nepremazanom papiru .....	98
<b>Slika 115.</b>	Histogramski prikaz ukupne promjene boje $\Delta E_{94}^*$ i $\Delta E_{00}$ uzoraka sustava svjetla i sjene u odnosu na standard za ljubičastoplavu boju na žutom nepremazanom papiru .....	98
<b>Slika 116.</b>	Krivulja reprodukcije boja skeniranih uzoraka sustava svjetla i sjene, otisnutih na bijelom premazanom papiru digitalnim tiskom AM rasterom, ofsetnim tiskom AM rasterom i ofsetnim tiskom FM rasterom .....	99
<b>Slika 117.</b>	Krivulja reprodukcije boja skeniranih uzoraka sustava svjetla i sjene, otisnutih na bijelom nepremazanom papiru digitalnim tiskom AM rasterom, ofsetnim tiskom AM rasterom i ofsetnim tiskom FM rasterom .....	100
<b>Slika 118.</b>	Krivulja reprodukcije boja skeniranih uzoraka sustava svjetla i sjene, otisnutih na žutom nepremazanom papiru digitalnim tiskom AM rasterom, ofsetnim tiskom AM rasterom i ofsetnim tiskom FM rasterom .....	101
<b>Slika 119.</b>	Krivulja reprodukcije boja uzoraka sustava svjetla i sjene snimljenih fotoaparatom, otisnutih na bijelom premazanom papiru digitalnim tiskom AM rasterom, ofsetnim tiskom AM rasterom i ofsetnim tiskom FM rasterom .....	102
<b>Slika 120.</b>	Krivulja reprodukcije boja uzoraka sustava svjetla i sjene snimljenih fotoaparatom, otisnutih na bijelom nepremazanom papiru digitalnim tiskom AM rasterom, ofsetnim tiskom AM rasterom i ofsetnim tiskom FM rasterom .....	103
<b>Slika 121.</b>	Krivulja reprodukcije boja uzoraka sustava svjetla i sjene snimljenih fotoaparatom, otisnutih na žutom nepremazanom papiru digitalnim tiskom AM rasterom, ofsetnim tiskom AM rasterom i ofsetnim tiskom FM rasterom .....	104
<b>Slika 122.</b>	Krivulja reprodukcije boja uzoraka sustava svjetla i sjene snimljenih digitalnim aparatom, otisnutih na bijelom premazanom papiru digitalnim tiskom AM rasterom, ofsetnim tiskom AM rasterom i ofsetnim tiskom FM rasterom .....	105

<b>Slika 123.</b> Krivulja reprodukcije boja uzoraka sustava svjetla i sjene snimljenih digitalnim aparatom, otisnutih na bijelom nepremazanom papiru digitalnim tiskom AM rasterom, ofsetnim tiskom AM rasterom i ofsetnim tiskom FM rasterom .....	106
<b>Slika 124.</b> Krivulja reprodukcije boja uzoraka sustava svjetla i sjene snimljenih digitalnim aparatom, otisnutih na žutom nepremazanom papiru digitalnim tiskom AM rasterom, ofsetnim tiskom AM rasterom i ofsetnim tiskom FM rasterom .....	107
<b>Slika 125.</b> Opseg boja uzoraka kolorističkog sustava prikazan u CIE LAB sustavu u ovisnosti o $a^*$ i $b^*$ koordinatama otisnutih na bijelom premazanom papiru digitalnim tiskom AM rasterom .....	111
<b>Slika 126.</b> Opseg boja uzoraka kolorističkog sustava prikazan u CIE LAB sustavu u ovisnosti o $a^*$ i $b^*$ koordinatama otisnutih na bijelom nepremazanom papiru digitalnim tiskom AM rasterom ....	111
<b>Slika 127.</b> Opseg boja uzoraka kolorističkog sustava prikazan u CIE LAB sustavu u ovisnosti o $a^*$ i $b^*$ koordinatama otisnutih na žutom nepremazanom papiru digitalnim tiskom AM rasterom .....	112
<b>Slika 128.</b> Opseg boja uzoraka kolorističkog sustava prikazan u CIE LAB sustavu u ovisnosti o $a^*$ i $b^*$ koordinatama otisnutih na bijelom premazanom papiru ofsetnim tiskom AM rasterom .....	112
<b>Slika 129.</b> Opseg boja uzoraka kolorističkog sustava prikazan u CIE LAB sustavu u ovisnosti o $a^*$ i $b^*$ koordinatama otisnutih na bijelom nepremazanom papiru ofsetnim tiskom AM rasterom .....	113
<b>Slika 130.</b> Opseg boja uzoraka kolorističkog sustava prikazan u CIE LAB sustavu u ovisnosti o $a^*$ i $b^*$ koordinatama otisnutih na žutom nepremazanom papiru ofsetnim tiskom AM rasterom .....	113
<b>Slika 131.</b> Opseg boja uzoraka kolorističkog sustava prikazan u CIE LAB sustavu u ovisnosti o $a^*$ i $b^*$ koordinatama otisnutih na bijelom premazanom papiru ofsetnim tiskom FM rasterom .....	114
<b>Slika 132.</b> Opseg boja uzoraka kolorističkog sustava prikazan u CIE LAB sustavu u ovisnosti o $a^*$ i $b^*$ koordinatama otisnutih na bijelom nepremazanom papiru ofsetnim tiskom FM rasterom .....	114
<b>Slika 133.</b> Opseg boja uzoraka kolorističkog sustava prikazan u CIE LAB sustavu u ovisnosti o $a^*$ i $b^*$ koordinatama otisnutih na žutom nepremazanom papiru ofsetnim tiskom FM rasterom .....	115
<b>Slika 134.</b> Histogramski prikaz razlika vrijednosti $\Delta L^*$ , $\Delta C^*$ , $\Delta H^*$ uzoraka kolorističkog sustava u odnosu na standard za cijan boju na bijelom premazanom papiru .....	116
<b>Slika 135.</b> Histogramski prikaz razlika vrijednosti $\Delta L^*$ , $\Delta C^*$ , $\Delta H^*$ uzoraka kolorističkog sustava u odnosu na standard za cijan boju na bijelom nepremazanom papiru .....	116
<b>Slika 136.</b> Histogramski prikaz razlika vrijednosti $\Delta L^*$ , $\Delta C^*$ , $\Delta H^*$ uzoraka kolorističkog sustava u odnosu na standard za cijan boju na žutom nepremazanom papiru .....	116
<b>Slika 137.</b> Histogramski prikaz ukupne promjene boje $\Delta E_{94}^*$ i $\Delta E_{00}$ uzoraka kolorističkog sustava u odnosu na standard za cijan boju na bijelom premazanom papiru .....	117
<b>Slika 138.</b> Histogramski prikaz ukupne promjene boje $\Delta E_{94}^*$ i $\Delta E_{00}$ uzoraka kolorističkog sustava u odnosu na standard za cijan boju na bijelom nepremazanom papiru .....	117
<b>Slika 139.</b> Histogramski prikaz ukupne promjene boje $\Delta E_{94}^*$ i $\Delta E_{00}$ uzoraka kolorističkog sustava u odnosu na standard za cijan boju na žutom nepremazanom papiru .....	117
<b>Slika 140.</b> Histogramski prikaz razlika vrijednosti $\Delta L^*$ , $\Delta C^*$ , $\Delta H^*$ uzoraka kolorističkog sustava u odnosu na standard za magenta boju na bijelom premazanom papiru .....	118
<b>Slika 141.</b> Histogramski prikaz razlika vrijednosti $\Delta L^*$ , $\Delta C^*$ , $\Delta H^*$ uzoraka kolorističkog sustava u odnosu na standard za magenta boju na bijelom nepremazanom papiru .....	118
<b>Slika 142.</b> Histogramski prikaz razlika vrijednosti $\Delta L^*$ , $\Delta C^*$ , $\Delta H^*$ uzoraka kolorističkog sustava u odnosu na standard za magenta boju na žutom nepremazanom papiru .....	118
<b>Slika 143.</b> Histogramski prikaz ukupne promjene boje $\Delta E_{94}^*$ i $\Delta E_{00}$ uzoraka kolorističkog sustava u odnosu na standard za magenta boju na bijelom premazanom papiru .....	119
<b>Slika 144.</b> Histogramski prikaz ukupne promjene boje $\Delta E_{94}^*$ i $\Delta E_{00}$ uzoraka kolorističkog sustava u odnosu na standard za magenta boju na bijelom nepremazanom papiru .....	119
<b>Slika 145.</b> Histogramski prikaz ukupne promjene boje $\Delta E_{94}^*$ i $\Delta E_{00}$ uzoraka kolorističkog sustava u odnosu na standard za magenta boju na žutom nepremazanom papiru .....	119
<b>Slika 146.</b> Histogramski prikaz razlika vrijednosti $\Delta L^*$ , $\Delta C^*$ , $\Delta H^*$ uzoraka kolorističkog sustava u odnosu na standard za žutu boju na bijelom premazanom papiru .....	120

<b>Slika 147.</b>	Histogramski prikaz razlika vrijednosti $\Delta L^*$ , $\Delta C^*$ , $\Delta H^*$ uzoraka kolorističkog sustava u odnosu na standard za žutu boju na bijelom nepremazanom papiru .....	120
<b>Slika 148.</b>	Histogramski prikaz razlika vrijednosti $\Delta L^*$ , $\Delta C^*$ , $\Delta H^*$ uzoraka kolorističkog sustava u odnosu na standard za žutu boju na žutom nepremazanom papiru .....	120
<b>Slika 149.</b>	Histogramski prikaz ukupne promjene boje $\Delta E_{94}^*$ i $\Delta E_{00}$ uzoraka kolorističkog sustava u odnosu na standard za žutu boju na bijelom premazanom papiru .....	121
<b>Slika 150.</b>	Histogramski prikaz ukupne promjene boje $\Delta E_{94}^*$ i $\Delta E_{00}$ uzoraka kolorističkog sustava u odnosu na standard za žutu boju na bijelom nepremazanom papiru .....	121
<b>Slika 151.</b>	Histogramski prikaz ukupne promjene boje $\Delta E_{94}^*$ i $\Delta E_{00}$ uzoraka kolorističkog sustava u odnosu na standard za žutu boju na žutom nepremazanom papiru .....	121
<b>Slika 152.</b>	Histogramski prikaz razlika vrijednosti $\Delta L^*$ , $\Delta C^*$ , $\Delta H^*$ uzoraka kolorističkog sustava u odnosu na standard za zelenu boju na bijelom premazanom papiru .....	122
<b>Slika 153.</b>	Histogramski prikaz razlika vrijednosti $\Delta L^*$ , $\Delta C^*$ , $\Delta H^*$ uzoraka kolorističkog sustava u odnosu na standard za zelenu boju na bijelom nepremazanom papiru .....	122
<b>Slika 154.</b>	Histogramski prikaz razlika vrijednosti $\Delta L^*$ , $\Delta C^*$ , $\Delta H^*$ uzoraka kolorističkog sustava u odnosu na standard za zelenu boju na žutom nepremazanom papiru .....	122
<b>Slika 155.</b>	Histogramski prikaz ukupne promjene boje $\Delta E_{94}^*$ i $\Delta E_{00}$ uzoraka kolorističkog sustava u odnosu na standard za zelenu boju na bijelom premazanom papiru .....	123
<b>Slika 156.</b>	Histogramski prikaz ukupne promjene boje $\Delta E_{94}^*$ i $\Delta E_{00}$ uzoraka kolorističkog sustava u odnosu na standard za zelenu boju na bijelom nepremazanom papiru .....	123
<b>Slika 157.</b>	Histogramski prikaz ukupne promjene boje $\Delta E_{94}^*$ i $\Delta E_{00}$ uzoraka kolorističkog sustava u odnosu na standard za zelenu boju na žutom nepremazanom papiru .....	123
<b>Slika 158.</b>	Histogramski prikaz razlika vrijednosti $\Delta L^*$ , $\Delta C^*$ , $\Delta H^*$ uzoraka kolorističkog sustava u odnosu na standard za crvenu boju na bijelom premazanom papiru .....	124
<b>Slika 159.</b>	Histogramski prikaz razlika vrijednosti $\Delta L^*$ , $\Delta C^*$ , $\Delta H^*$ uzoraka kolorističkog sustava u odnosu na standard za crvenu boju na bijelom nepremazanom papiru .....	124
<b>Slika 160.</b>	Histogramski prikaz razlika vrijednosti $\Delta L^*$ , $\Delta C^*$ , $\Delta H^*$ uzoraka kolorističkog sustava u odnosu na standard za crvenu boju na žutom nepremazanom papiru .....	124
<b>Slika 161.</b>	Histogramski prikaz ukupne promjene boje $\Delta E_{94}^*$ i $\Delta E_{00}$ uzoraka kolorističkog sustava u odnosu na standard za crvenu boju na bijelom premazanom papiru .....	125
<b>Slika 162.</b>	Histogramski prikaz ukupne promjene boje $\Delta E_{94}^*$ i $\Delta E_{00}$ uzoraka kolorističkog sustava u odnosu na standard za crvenu boju na bijelom nepremazanom papiru .....	125
<b>Slika 163.</b>	Histogramski prikaz ukupne promjene boje $\Delta E_{94}^*$ i $\Delta E_{00}$ uzoraka kolorističkog sustava u odnosu na standard za crvenu boju na žutom nepremazanom papiru .....	125
<b>Slika 164.</b>	Histogramski prikaz razlika vrijednosti $\Delta L^*$ , $\Delta C^*$ , $\Delta H^*$ uzoraka kolorističkog sustava u odnosu na standard za ljubičastoplavu boju na bijelom premazanom papiru .....	126
<b>Slika 165.</b>	Histogramski prikaz razlika vrijednosti $\Delta L^*$ , $\Delta C^*$ , $\Delta H^*$ uzoraka kolorističkog sustava u odnosu na standard za ljubičastoplavu boju na bijelom nepremazanom papiru .....	126
<b>Slika 166.</b>	Histogramski prikaz razlika vrijednosti $\Delta L^*$ , $\Delta C^*$ , $\Delta H^*$ uzoraka kolorističkog sustava u odnosu na standard za ljubičastoplavu boju na žutom nepremazanom papiru .....	126
<b>Slika 167.</b>	Histogramski prikaz ukupne promjene boje $\Delta E_{94}^*$ i $\Delta E_{00}$ uzoraka kolorističkog sustava u odnosu na standard za ljubičastoplavu boju na bijelom premazanom papiru .....	127
<b>Slika 168.</b>	Histogramski prikaz ukupne promjene boje $\Delta E_{94}^*$ i $\Delta E_{00}$ uzoraka kolorističkog sustava u odnosu na standard za ljubičastoplavu boju na bijelom nepremazanom papiru .....	127
<b>Slika 169.</b>	Histogramski prikaz ukupne promjene boje $\Delta E_{94}^*$ i $\Delta E_{00}$ uzoraka kolorističkog sustava u odnosu na standard za ljubičastoplavu boju na žutom nepremazanom papiru .....	127
<b>Slika 170.</b>	Krivulja reprodukcije boja skeniranih uzoraka kolorističkog sustava, otisnutih na bijelom premazanom papiru digitalnim tiskom AM rasterom, ofsetnim tiskom AM rasterom i ofsetnim tiskom FM rasterom .....	128



<b>Slika 171.</b> Krivulja reprodukcije boja skeniranih uzoraka kolorističkog sustava, otisnutih na bijelom nepremazanom papiru digitalnim tiskom AM rasterom, ofsetnim tiskom AM rasterom i ofsetnim tiskom FM rasterom .....	129
<b>Slika 172.</b> Krivulja reprodukcije boja skeniranih uzoraka kolorističkog sustava, otisnutih na žutom nepremazanom papiru digitalnim tiskom AM rasterom, ofsetnim tiskom AM rasterom i ofsetnim tiskom FM rasterom .....	130
<b>Slika 173.</b> Krivulja reprodukcije boja uzoraka kolorističkog sustava snimljenih fotoaparatom, otisnutih na bijelom premazanom papiru digitalnim tiskom AM rasterom, ofsetnim tiskom AM rasterom i ofsetnim tiskom FM rasterom .....	131
<b>Slika 174.</b> Krivulja reprodukcije boja uzoraka kolorističkog sustava snimljenih fotoaparatom, otisnutih na bijelom nepremazanom papiru digitalnim tiskom AM rasterom, ofsetnim tiskom AM rasterom i ofsetnim tiskom FM rasterom .....	132
<b>Slika 175.</b> Krivulja reprodukcije boja uzoraka kolorističkog sustava snimljenih fotoaparatom, otisnutih na žutom nepremazanom papiru digitalnim tiskom AM rasterom, ofsetnim tiskom AM rasterom i ofsetnim tiskom FM rasterom .....	133
<b>Slika 176.</b> Krivulja reprodukcije boja uzoraka kolorističkog sustava snimljenih digitalnim aparatom, otisnutih na bijelom premazanom papiru digitalnim tiskom AM rasterom, ofsetnim tiskom AM rasterom i ofsetnim tiskom FM rasterom .....	134
<b>Slika 177.</b> Krivulja reprodukcije boja uzoraka kolorističkog sustava snimljenih digitalnim aparatom, otisnutih na bijelom nepremazanom papiru digitalnim tiskom AM rasterom, ofsetnim tiskom AM rasterom i ofsetnim tiskom FM rasterom .....	135
<b>Slika 178.</b> Krivulja reprodukcije boja uzoraka kolorističkog sustava snimljenih digitalnim aparatom, otisnutih na žutom nepremazanom papiru digitalnim tiskom AM rasterom, ofsetnim tiskom AM rasterom i ofsetnim tiskom FM rasterom .....	136

## Prilog 1

### Podloga

	L*	a*	b*	C*	h
Sappy	97.00	1.15	-3.50	3.68	288.18
Havanna bijela	95.31	0.89	0.48	1.01	28.34
Havanna žuta	95.71	-0.93	8.46	8.51	96.27
EuroArt Gloss	95.67	2.05	-4.43	4.88	294.83
EuroArt Matt	94.35	2.45	-3.57	4.33	304.46
Velours	94.44	-2.14	15.33	15.47	97.94

### GEVAERT Macbeth kontrolni strip

	L*	a*	b*	C*	h
cijan	52.80	-26.73	-42.83	50.49	238.03
magenta	45.10	72.70	8.42	73.19	6.60
žuta	90.95	-12.87	79.53	80.56	99.19
zelena	44.12	-71.22	6.55	71.52	174.76
crvena	45.29	68.19	40.61	79.37	30.78
ljubičastoplava	16.44	30.74	-36.18	47.47	310.35

### Uzorak 1.

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	55.80	-22.32	-35.84	42.22	238.09	1.00	-8.26	0.05	2.72	3.94
magenta	51.12	67.64	9.80	68.34	8.24	6.02	-4.84	1.64	6.17	6.13
žuta	87.06	-9.35	68.14	68.78	97.81	-3.89	-11.78	-1.38	4.69	3.79
zelena	46.54	-61.54	9.31	62.24	171.40	2.42	-9.28	-3.35	3.65	3.77
crvena	47.33	62.94	35.80	72.41	29.63	2.04	-6.95	-1.14	2.60	2.64
ljubičastoplava	20.88	28.77	-25.90	38.71	318.00	4.44	-8.76	7.65	6.89	7.15

### Uzorak 2.

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	55.79	-22.19	-36.05	42.33	238.39	0.99	-8.15	0.35	2.69	3.98
magenta	51.52	66.25	10.33	67.05	8.86	6.42	-6.13	2.25	6.66	6.64
žuta	88.10	-6.23	71.97	72.24	94.94	-2.85	-8.32	-4.24	3.88	4.09
zelena	49.32	-61.13	5.58	61.38	174.78	5.20	-10.13	0.04	5.73	5.65
crvena	49.59	63.10	37.58	73.44	30.77	4.30	-5.92	0.01	4.49	4.42
ljubičastoplava	21.24	28.56	-27.19	39.43	316.41	4.80	-8.04	6.05	6.49	6.42

### Uzorak 3.

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	48.79	-25.19	-35.96	43.90	234.99	-6.01	-6.58	-3.04	6.57	4.19
magenta	51.72	66.91	10.91	67.79	9.26	6.62	-5.39	2.65	6.86	6.84
žuta	87.27	-8.14	69.96	70.43	96.63	-3.68	-10.13	-2.55	4.44	3.77
zelena	46.19	-61.62	9.74	62.38	171.02	2.07	-9.13	-3.73	3.49	3.66
crvena	48.66	62.34	37.60	72.80	31.10	3.37	-6.56	0.32	3.67	3.61
ljubičastoplava	19.52	30.37	-24.60	39.08	320.99	3.08	-8.39	10.64	7.43	7.96

### Uzorak 4.

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	55.46	-26.00	-35.89	44.32	234.08	0.66	-6.17	-3.95	3.01	2.74
magenta	49.04	70.25	4.90	70.42	3.99	3.99	-2.76	-2.61	4.23	4.14
žuta	88.43	-13.64	72.71	73.98	100.62	-2.52	-6.58	1.43	2.97	2.40
zelena	47.65	-68.62	11.65	69.60	170.36	3.53	-1.92	-4.38	4.14	4.25
crvena	48.40	63.36	40.50	75.20	32.59	3.11	-4.17	1.81	3.34	3.41
ljubičastoplava	21.00	26.45	-40.83	48.65	302.93	4.56	1.17	-7.41	6.30	5.60

### Uzorak 5.

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	57.30	-26.44	-34.87	43.76	232.83	2.50	-6.72	-5.20	4.39	4.40
magenta	50.03	69.16	4.77	69.32	3.94	4.93	-3.86	-2.66	5.17	5.13
žuta	87.15	-13.51	72.65	73.89	100.53	-3.80	-6.67	1.34	4.11	2.99
zelena	48.96	-67.52	12.62	68.69	169.41	4.84	-2.83	-5.33	5.52	5.64
crvena	49.11	62.41	40.03	74.14	32.68	3.82	-5.22	1.90	4.08	4.13
ljubičastoplava	21.32	24.63	-39.90	46.89	301.68	4.88	-0.58	-8.66	7.03	5.91

**Uzorak 6.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	49.74	-26.08	-34.38	43.15	232.81	-3.06	-7.33	-5.21	4.82	3.27
magenta	48.92	68.44	5.12	68.63	4.28	3.82	-4.55	-2.33	4.12	4.07
žuta	89.70	-14.36	72.07	73.48	101.26	-1.25	-7.08	2.07	2.19	2.33
zelena	46.02	-66.73	13.73	68.13	168.37	1.90	-3.39	-6.37	3.70	4.13
crvena	47.98	61.98	41.67	74.68	33.91	2.69	-4.68	3.14	3.22	3.58
ljubičastoplava	21.04	27.97	-40.31	49.06	304.75	4.60	1.58	-5.60	5.67	4.84

**Uzorak 7.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	49.55	-26.42	-35.50	44.25	233.34	-5.25	-6.23	-4.69	6.19	3.39
magenta	48.12	69.93	4.97	70.10	4.06	3.02	-3.08	-2.54	3.33	3.31
žuta	87.05	-14.41	73.42	74.82	101.10	-3.90	-5.74	1.91	4.18	3.11
zelena	42.98	-69.40	10.38	70.17	171.49	-1.14	-1.35	-3.25	1.97	2.18
crvena	44.27	61.54	40.86	73.87	33.58	-1.02	-5.50	2.80	2.03	2.52
ljubičastoplava	19.03	26.88	-41.30	49.27	303.05	2.59	1.80	-7.29	5.02	5.09

**Uzorak 8.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	51.64	-25.55	-36.69	44.71	235.15	-3.16	-5.77	-2.88	3.97	1.54
magenta	49.03	68.19	5.27	68.39	4.42	3.93	-4.79	-2.18	4.22	4.17
žuta	88.23	-14.48	72.78	74.21	101.25	-2.72	-6.36	2.06	3.19	2.68
zelena	45.16	-68.77	10.25	69.53	171.52	1.04	-1.99	-3.22	1.93	2.16
crvena	47.13	60.98	40.85	73.40	33.82	1.84	-5.97	3.04	2.65	3.08
ljubičastoplava	20.27	23.26	-40.74	46.91	299.72	3.83	-0.56	-10.63	7.30	6.64

**Uzorak 9.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	49.55	-26.42	-35.26	44.06	233.16	-3.25	-6.42	-4.87	4.70	3.40
magenta	48.66	67.76	5.78	68.00	4.87	3.56	-5.18	-1.73	3.85	3.79
žuta	88.87	-14.16	73.11	74.47	100.96	-2.08	-6.09	1.77	2.59	2.28
zelena	46.20	-67.62	11.90	68.66	170.02	2.08	-2.86	-4.72	3.16	3.42
crvena	45.49	61.07	41.90	74.06	34.45	0.20	-5.30	3.67	2.05	2.86
ljubičastoplava	19.59	25.91	-40.83	48.35	302.40	3.15	0.88	-7.95	5.62	5.13

**Uzorak 10.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	48.66	-20.46	-34.98	40.52	239.68	-6.14	-9.96	1.64	6.92	5.63
magenta	42.53	68.14	11.75	69.14	9.78	-2.57	-4.04	3.18	3.13	3.11
žuta	89.96	-11.50	63.26	64.29	100.30	-0.99	-16.26	1.11	3.69	3.94
zelena	40.05	-60.80	5.31	61.03	175.01	-4.07	-10.49	0.26	4.77	4.53
crvena	48.94	65.14	30.80	72.05	25.30	3.65	-7.31	-5.47	4.70	5.40
ljubičastoplava	18.46	22.54	-25.81	34.26	311.13	2.02	-13.21	0.77	4.69	5.17

**Uzorak 11.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	48.50	-23.35	-36.17	43.05	237.15	-6.30	-7.43	-0.87	6.72	4.78
magenta	45.44	66.89	10.45	67.70	8.88	0.34	-5.48	2.27	1.71	1.83
žuta	91.94	-14.18	65.49	67.10	102.21	0.99	-13.56	3.02	3.38	3.85
zelena	45.88	-59.66	6.41	60.00	173.86	1.76	-11.52	-0.88	3.28	3.38
crvena	46.58	63.62	32.52	71.45	27.07	1.29	-7.91	-3.70	2.74	3.33
ljubičastoplava	20.48	24.55	-27.39	36.78	311.87	4.04	-10.69	1.51	5.36	5.16

**Uzorak 12.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	49.36	-22.88	-33.50	40.56	235.67	-5.44	-9.92	-2.36	6.37	4.25
magenta	47.93	67.43	12.56	68.59	10.55	2.83	-4.59	3.94	3.56	3.66
žuta	91.07	-10.52	61.86	62.75	99.65	0.12	-17.82	0.46	3.86	4.23
zelena	43.91	-58.72	7.80	59.23	172.43	-0.21	-12.28	-2.31	3.13	3.37
crvena	55.15	65.30	34.66	73.93	27.96	9.86	-5.44	-2.82	10.01	10.12
ljubičastoplava	20.24	23.26	-24.48	33.77	313.53	3.80	-13.71	3.18	6.08	6.72

**Uzorak 13.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	48.68	-19.28	-34.53	39.55	240.82	-6.12	-10.94	2.80	7.15	6.15
magenta	44.08	67.50	9.89	68.22	8.33	-1.02	-4.96	1.73	1.75	1.79
žuta	89.14	-14.56	62.23	63.91	103.16	-1.81	-16.65	3.97	4.41	4.93
zelena	43.33	-59.06	6.30	59.39	173.91	-0.79	-12.12	-0.83	3.01	3.19
crvena	43.74	63.51	30.45	70.43	25.61	-1.55	8.93	-5.16	3.43	4.29
ljubičastoplava	19.27	24.87	-26.14	36.08	313.57	2.83	-11.39	3.22	4.97	5.70

**Uzorak 14.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	48.43	-19.55	-34.10	39.30	240.17	-6.37	-11.18	2.14	7.33	6.22
magenta	47.88	66.21	10.35	67.01	8.88	2.78	-6.17	2.28	3.31	3.31
žuta	88.53	-16.06	61.50	63.56	104.63	-2.42	-17.00	5.44	5.04	5.70
zelena	44.39	-60.93	5.82	61.21	174.54	0.27	-10.31	-0.20	2.46	2.60
crvena	43.95	62.48	30.73	69.29	26.19	-1.34	9.74	-4.58	3.27	4.01
ljubičastoplava	22.09	23.11	-26.90	35.46	310.66	5.65	-12.01	0.31	6.83	5.81

**Uzorak 15.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	48.75	-18.76	-34.45	39.22	241.43	-4.05	-11.26	3.40	5.66	6.35
magenta	50.76	65.19	12.13	66.31	10.54	5.66	-6.88	3.93	6.17	6.21
žuta	89.61	-15.08	59.89	61.76	104.13	-1.34	-18.80	4.94	4.83	5.67
zelena	42.42	-60.95	5.12	61.16	175.20	-1.70	-10.35	0.45	2.99	3.04
crvena	51.33	62.94	34.63	71.83	28.82	6.04	-7.52	-1.95	6.32	6.36
ljubičastoplava	20.35	23.64	-25.85	35.03	312.44	3.91	-12.44	2.09	5.70	5.89

**Uzorak 16.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	46.85	-19.15	-35.66	40.47	241.76	-7.95	-10.01	3.73	8.78	7.51
magenta	45.67	67.35	10.46	68.16	8.83	0.57	-5.03	2.22	1.68	1.79
žuta	89.13	-14.41	63.44	65.05	102.79	-1.82	-15.51	3.60	4.15	4.56
zelena	45.84	-61.73	8.75	62.35	171.93	1.72	-9.17	-2.81	3.09	3.22
crvena	44.85	60.82	31.92	71.86	32.19	-0.44	-7.50	1.41	1.82	3.25
ljubičastoplava	23.69	25.76	-27.53	37.70	313.09	7.25	-9.77	2.74	8.05	6.80

**Uzorak 17.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	52.04	-18.71	-34.31	39.08	241.40	-2.76	-11.40	3.36	4.84	4.99
magenta	49.67	66.78	10.70	67.63	9.10	4.57	-5.55	2.49	4.90	4.86
žuta	89.12	-12.32	64.69	65.85	100.78	-1.83	-14.71	1.59	3.74	3.78
zelena	45.07	-61.48	7.13	61.89	173.38	0.95	-9.63	-1.36	2.56	2.68
crvena	45.36	61.64	34.38	70.58	29.15	0.07	-8.79	-1.62	2.06	2.29
ljubičastoplava	20.59	23.26	-27.17	35.76	310.56	4.15	-11.71	0.21	5.58	5.04

**Uzorak 18.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	50.21	-22.31	-32.84	39.70	235.81	-2.59	-10.78	-2.22	4.38	3.85
magenta	50.98	64.94	12.31	66.09	10.73	5.88	-7.09	4.13	6.42	6.46
žuta	89.63	-16.18	60.61	62.73	104.94	-1.32	-17.83	5.75	4.84	5.84
zelena	42.89	-62.62	8.03	63.13	172.69	-1.23	-8.38	-2.05	2.54	2.64
crvena	51.06	61.80	34.32	70.69	29.04	5.77	-8.67	-1.73	6.13	6.16
ljubičastoplava	21.52	32.84	-27.53	42.85	320.02	5.08	-4.62	9.67	7.74	7.09

**Uzorak 19.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	58.34	-20.01	-33.23	38.79	238.94	3.54	-11.70	0.91	5.06	6.68
magenta	48.55	66.42	3.75	66.52	3.23	3.45	-6.66	-3.37	4.11	4.13
žuta	85.48	-16.87	58.48	60.86	106.09	-5.47	-19.70	6.90	7.60	7.49
zelena	50.85	-57.10	0.51	57.10	179.48	6.73	-14.42	4.74	7.89	8.03
crvena	48.18	62.69	32.82	70.76	27.63	2.89	-8.60	-3.14	3.74	4.04
ljubičastoplava	26.39	28.14	-29.78	40.97	313.37	9.95	-6.50	3.02	10.32	7.86

**Uzorak 20.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	58.89	-24.63	-34.95	42.75	234.83	1.09	-7.73	-3.21	5.06	5.90
magenta	48.93	67.66	3.27	67.74	2.77	3.83	-5.45	-3.84	4.43	4.45
žuta	90.36	-16.94	58.88	61.27	106.05	-0.59	-19.29	6.86	5.23	6.55
zelena	47.25	-60.11	5.45	60.35	174.82	3.13	-11.16	0.07	4.10	4.11
crvena	48.78	62.72	35.09	71.87	29.22	3.49	-7.50	-1.55	3.92	3.95
ljubičastoplava	25.17	28.60	-32.64	43.40	311.22	8.73	-4.08	0.87	8.84	6.34

**Uzorak 21.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	57.53	-21.96	-32.22	38.99	235.72	2.73	-11.49	-2.31	4.64	5.44
magenta	52.16	62.07	1.35	62.08	1.25	7.06	-11.10	-5.36	7.94	8.03
žuta	88.74	-16.53	61.13	63.32	105.13	-2.21	-17.24	5.94	5.10	5.93
zelena	48.78	-56.12	0.84	56.12	179.14	4.66	-15.39	4.39	6.29	6.50
crvena	54.02	62.07	32.62	70.12	27.72	8.73	-9.25	-3.05	9.07	9.21
ljubičastoplava	17.87	30.37	-31.63	43.85	313.83	1.43	-3.62	3.48	2.74	3.24

**Uzorak 22.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	59.57	-20.50	-32.30	38.25	237.60	4.77	-12.23	-0.43	6.07	7.43
magenta	47.44	63.22	3.26	63.30	2.95	2.34	-9.88	-3.65	3.72	3.82
žuta	87.87	-15.44	66.71	68.47	103.03	-3.08	-12.09	3.84	4.40	4.35
zelena	51.92	-56.82	5.13	57.05	174.84	7.80	-14.47	0.09	8.52	8.55
crvena	51.49	59.48	33.72	68.37	29.55	6.20	-10.10	-1.23	6.67	6.70
ljubičastoplava	23.52	28.76	-30.32	41.70	313.48	7.08	-5.68	3.13	7.53	5.95

**Uzorak 23.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	59.77	-22.26	-31.84	38.85	235.04	4.97	-11.64	-2.99	6.34	7.11
magenta	48.15	64.01	3.94	64.13	3.52	3.05	-9.05	-3.08	3.99	4.03
žuta	86.93	-15.57	67.20	68.98	103.04	-4.02	-11.58	3.85	5.05	4.58
zelena	50.28	-57.42	3.94	57.55	176.07	6.16	-13.96	1.33	7.02	7.04
crvena	51.04	59.06	35.05	68.67	30.69	5.75	-10.69	-0.09	6.21	6.20
ljubičastoplava	23.64	27.04	-29.85	40.27	312.17	7.20	-7.20	1.82	7.63	5.96

**Uzorak 24.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	59.43	-22.76	-29.43	37.20	232.28	-3.37	-13.28	-5.75	6.21	4.40
magenta	52.51	61.33	2.66	61.39	2.48	7.41	-11.80	-4.12	8.14	8.21
žuta	83.93	-21.72	69.32	72.64	107.39	-7.02	-7.92	8.20	8.13	7.56
zelena	88.18	-57.48	7.51	57.97	172.55	4.06	-13.55	-2.19	5.28	5.36
crvena	55.73	58.51	35.45	68.41	31.21	10.44	-10.95	0.43	10.71	10.73
ljubičastoplava	19.49	30.15	-28.96	41.80	316.15	2.75	-5.67	5.80	4.72	5.10

**Uzorak 25.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	56.06	-22.64	-34.14	40.96	236.45	1.26	-9.52	-1.58	3.30	4.06
magenta	49.07	67.35	2.23	67.38	1.89	3.97	-5.80	-4.71	4.76	4.81
žuta	86.83	-14.57	68.50	70.03	102.01	-4.12	-10.53	2.81	4.88	4.08
zelena	47.75	-64.15	7.39	64.57	173.43	3.63	-6.94	-1.31	4.04	3.95
crvena	47.82	59.86	38.28	71.05	32.60	2.53	-8.31	1.82	3.22	3.34
ljubičastoplava	23.03	26.48	-33.26	42.51	308.52	6.59	-4.96	-1.82	6.86	4.64

**Uzorak 26.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	57.28	-22.94	-33.83	40.87	235.86	2.48	-9.61	-2.17	4.04	4.90
magenta	49.32	65.73	3.55	65.82	3.09	4.22	-7.36	-3.51	4.85	4.86
žuta	86.55	-13.48	68.46	69.77	101.14	-4.40	-10.79	1.95	5.06	3.97
zelena	48.56	-63.65	6.68	64.00	174.01	4.44	-7.52	-0.73	4.80	4.69
crvena	49.09	59.64	38.04	70.74	32.53	3.80	-8.63	1.75	4.32	4.37
ljubičastoplava	23.17	25.93	-33.42	42.30	307.80	6.73	-5.17	-2.54	7.09	4.73

**Uzorak 27.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	51.03	-25.05	-30.58	39.53	230.68	-1.77	-10.95	-7.35	5.64	2.57
magenta	50.90	62.19	5.70	62.45	5.24	5.80	-10.73	-1.37	6.35	6.35
žuta	86.82	-14.89	67.78	69.39	102.38	-4.13	-11.16	3.20	5.00	4.31
zelena	48.35	-59.72	5.37	59.96	174.86	4.23	-11.56	0.11	5.04	5.01
crvena	52.47	57.68	36.66	68.34	32.44	7.18	-11.02	1.66	7.61	7.67
ljubičastoplava	21.70	27.92	-29.62	40.70	313.30	5.26	-6.77	2.95	5.94	5.13

**Uzorak 28.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	54.52	-22.94	-36.71	43.29	238.00	1.72	-7.20	-0.03	2.79	2.84
magenta	49.29	68.47	9.47	69.12	7.87	4.19	-4.06	1.27	4.34	4.26
žuta	89.18	-9.81	69.55	70.24	98.03	-1.77	-10.32	-1.16	2.90	2.73
zelena	46.87	-62.53	8.85	63.15	171.94	2.75	-8.36	-2.80	3.65	3.70
crvena	47.38	64.13	36.42	73.75	29.59	2.09	-5.61	-1.18	2.48	2.51
ljubičastoplava	20.14	30.68	-26.07	40.26	319.64	3.70	-7.21	9.29	6.96	7.19

**Uzorak 29.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	55.15	-23.23	-36.75	43.47	237.70	2.35	-7.01	-0.33	3.19	3.11
magenta	49.17	69.01	9.04	69.60	7.46	4.07	-3.58	0.85	4.17	4.09
žuta	87.09	-9.05	71.71	72.27	97.19	-3.86	-8.28	-2.00	4.35	3.41
zelena	47.07	-62.55	9.30	63.23	171.54	2.95	-8.28	-3.20	3.87	3.93
crvena	48.65	65.35	36.49	74.84	29.18	3.36	-4.52	-1.60	3.58	3.60
ljubičastoplava	19.72	27.76	-28.73	39.95	314.01	3.28	-7.52	3.66	4.59	4.79

**Uzorak 30.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	48.36	-24.18	-35.80	43.20	235.96	-4.44	-7.28	-2.06	5.10	4.75
magenta	50.32	66.83	10.41	67.63	8.85	5.22	-5.55	2.25	5.48	5.44
žuta	86.59	-9.01	69.25	69.83	97.41	-4.36	-10.73	-1.78	5.00	3.91
zelena	47.02	-62.20	10.41	63.06	170.50	2.90	-8.45	-4.24	4.08	4.22
crvena	46.17	62.66	37.02	72.78	30.57	0.88	-6.58	-0.20	1.69	1.71
ljubičastoplava	19.44	29.64	-24.02	38.15	320.98	3.00	-9.32	10.62	7.51	8.21

**Uzorak 31.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	54.93	-27.11	-36.42	45.40	233.34	2.13	-5.08	-4.69	3.75	2.25
magenta	49.00	71.60	4.39	71.73	3.51	3.90	-1.45	-3.10	4.18	4.17
žuta	88.50	-14.23	73.18	74.55	101.00	-2.45	-6.01	1.81	2.89	2.43
zelena	47.71	-68.78	12.13	69.84	170.00	3.59	-1.68	-4.75	4.28	4.42
crvena	48.09	63.13	40.68	75.10	32.80	2.80	-4.26	2.02	3.09	3.21
ljubičastoplava	20.77	26.04	-41.16	48.70	302.31	4.33	1.23	-8.03	6.40	5.85

**Uzorak 32.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	56.59	-26.86	-35.43	44.46	232.83	3.79	-6.02	-5.20	5.15	3.75
magenta	48.57	69.51	4.98	69.68	4.10	3.47	-3.50	-2.51	3.76	3.73
žuta	89.26	-13.51	72.44	73.69	100.56	-1.69	-6.87	1.37	2.33	2.12
zelena	47.85	-67.52	11.88	68.55	170.02	3.73	-2.96	-4.72	4.43	4.55
crvena	49.10	62.09	40.17	73.95	32.90	3.81	-5.41	2.12	4.11	4.19
ljubičastoplava	22.10	25.92	-40.17	47.80	302.83	5.66	0.33	-7.52	7.17	5.92

**Uzorak 33.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	50.27	-26.36	-34.68	43.56	232.76	-2.53	-6.92	-5.27	4.46	2.76
magenta	49.33	60.14	5.27	60.37	5.01	4.23	-12.81	-1.60	5.23	5.29
žuta	89.84	-14.34	72.06	73.47	101.25	-1.11	-7.09	2.06	2.11	2.29
zelena	45.84	-66.87	13.18	68.15	168.85	1.72	-3.36	-5.90	3.42	3.82
crvena	48.20	62.02	40.84	74.26	33.36	2.91	-5.11	2.59	3.33	3.55
ljubičastoplava	21.59	27.71	-40.43	49.01	304.42	5.15	1.54	-5.92	6.22	5.23

**Uzorak 34.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	48.69	-26.21	-36.46	44.90	234.29	-4.11	-5.58	-3.74	4.93	4.20
magenta	47.58	70.63	4.90	70.80	3.97	2.48	-2.38	-2.64	2.84	2.84
žuta	88.47	-13.95	73.30	74.61	100.77	-2.48	-5.95	1.58	2.88	2.35
zelena	44.83	-68.84	10.55	69.64	171.28	0.71	-1.87	-3.46	1.87	2.15
crvena	44.65	61.72	41.00	73.09	33.59	-0.64	-5.27	2.82	1.84	2.39
ljubičastoplava	19.35	26.44	-41.14	48.90	302.72	2.91	1.42	-7.62	5.34	5.25

**Uzorak 35.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	52.32	-24.58	-35.34	43.04	235.18	-0.48	-7.44	-2.85	2.83	1.62
magenta	47.56	69.06	4.92	69.23	4.07	2.46	-3.95	-2.53	2.89	2.89
žuta	90.32	-12.91	71.84	73.00	100.18	-0.63	-7.57	0.99	1.81	1.89
zelena	45.69	-67.65	10.19	68.41	171.43	1.57	-3.11	-3.31	2.36	2.53
crvena	46.98	62.10	39.48	73.58	32.44	1.69	-5.78	1.67	2.24	2.39
ljubičastoplava	20.61	26.03	-39.91	47.65	303.11	4.17	0.17	-7.24	5.94	5.11

**Uzorak 36.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	50.11	-25.86	-34.68	43.26	233.29	-2.69	-7.22	-4.74	4.40	2.92
magenta	47.52	68.54	5.72	68.78	4.77	2.42	-4.40	-1.83	2.77	2.74
žuta	89.97	-13.19	72.78	73.96	100.27	-0.98	-6.60	1.08	1.80	1.78
zelena	47.27	-67.31	12.68	68.49	169.33	3.15	-3.02	-5.41	4.15	4.38
crvena	45.54	61.40	41.13	73.90	33.82	0.25	-5.46	3.04	1.85	2.48
ljubičastoplava	19.26	27.04	-39.99	48.27	304.06	2.82	0.79	-6.28	4.64	4.30

**Uzorak 37.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	57.14	-19.16	-35.62	40.44	241.72	4.34	-10.04	3.69	5.72	6.16
magenta	41.50	67.71	11.04	68.60	9.26	-3.60	-4.58	2.65	3.96	3.78
žuta	91.40	-10.75	64.09	64.98	99.52	0.45	-15.58	0.33	3.40	3.66
zelena	39.50	-61.08	5.28	61.31	175.06	-4.62	-10.21	0.31	5.22	4.89
crvena	48.55	65.74	30.39	72.42	24.81	3.26	-6.94	-5.96	4.51	5.37
ljubičastoplava	17.97	22.99	-26.45	35.04	311.00	1.53	-12.43	0.64	4.27	4.74

**Uzorak 38.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	47.58	-21.04	-36.56	42.18	240.08	-5.22	-8.30	2.05	5.92	6.23
magenta	45.16	68.24	11.09	69.13	9.23	0.06	-4.05	2.62	1.57	1.73
žuta	92.69	-12.83	66.19	67.42	100.97	1.74	-13.14	1.77	3.43	3.46
zelena	43.52	-60.36	7.82	60.86	172.62	-0.60	-10.65	-2.12	2.79	2.98
crvena	46.15	65.03	32.07	72.50	26.25	0.86	-6.86	-4.52	2.69	3.55
ljubičastoplava	21.14	23.40	-26.42	35.29	311.53	4.70	-12.18	1.17	6.14	5.75

**Uzorak 39.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	47.92	-22.00	-32.77	39.47	236.12	-4.88	-11.01	-1.91	6.03	5.75
magenta	48.75	68.31	13.37	69.60	11.07	3.65	-3.58	4.46	4.31	4.41
žuta	91.57	-11.83	60.86	62.00	101.00	0.62	-18.56	1.81	4.14	4.60
zelena	41.87	-59.10	8.72	59.74	171.60	-2.25	-11.78	-3.14	3.89	4.02
crvena	54.48	65.15	35.38	74.13	28.50	9.19	-5.23	-2.27	9.32	9.39
ljubičastoplava	20.76	22.24	-24.59	33.15	312.12	4.32	-14.32	1.77	6.37	6.54

**Uzorak 40.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	47.74	-19.04	-35.51	40.29	241.80	-5.06	-10.19	3.76	6.32	6.88
magenta	43.19	66.88	10.36	67.67	8.80	-1.91	-5.51	2.20	2.53	2.52
žuta	90.06	-15.16	62.22	64.04	103.69	-0.89	-16.52	4.50	4.21	5.01
zelena	42.81	-60.58	5.78	60.85	174.55	-1.31	-10.66	-0.19	2.85	2.94
crvena	43.48	64.39	30.91	71.42	25.64	-1.81	-7.94	-5.13	3.43	4.27
ljubičastoplava	19.18	24.21	-26.19	35.66	312.75	2.74	-11.81	2.40	4.86	5.48

**Uzorak 41.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	48.02	-19.29	-34.38	39.42	240.70	-4.78	-11.06	2.67	6.05	6.61
magenta	47.19	65.71	11.04	66.63	9.53	2.09	-6.55	2.93	2.94	3.01
žuta	88.87	-14.94	61.77	63.55	103.59	-2.08	-17.01	4.40	4.67	5.20
zelena	43.20	-59.68	5.40	59.92	174.83	-0.92	-11.59	0.08	2.90	3.05
crvena	43.24	63.10	31.14	70.36	26.26	-2.05	-9.00	-4.51	3.51	4.15
ljubičastoplava	20.10	22.89	-26.96	35.36	310.33	3.66	-12.11	-0.02	5.32	4.90

**Uzorak 42.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	48.42	-17.55	-33.50	37.82	242.35	-4.38	-12.66	4.32	6.34	7.19
magenta	50.49	65.54	12.29	66.68	10.62	5.39	-6.50	4.01	5.92	5.95
žuta	90.04	-16.18	60.27	62.40	105.02	-0.91	-18.16	5.83	4.82	5.90
zelena	41.48	-59.72	6.11	60.03	174.16	-2.64	-11.48	-0.58	3.80	3.79
crvena	50.82	61.85	32.66	69.94	27.83	5.53	-9.42	-2.94	6.05	6.20
ljubičastoplava	19.27	23.60	-26.16	35.23	312.05	2.83	-12.24	1.70	4.92	5.37

**Uzorak 43.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	47.60	-18.93	-35.05	39.83	241.63	-5.20	-10.65	3.59	6.47	7.04
magenta	45.69	68.11	10.55	68.92	8.80	0.59	-4.26	2.20	4.156	1.67
žuta	89.95	-13.06	63.87	65.19	101.55	-1.00	-15.37	2.36	3.63	4.01
zelena	44.28	-60.59	8.84	61.23	171.70	0.16	-10.29	-3.04	2.85	3.10
crvena	44.88	61.13	32.98	69.46	28.35	-0.41	-9.91	-2.43	2.47	2.83
ljubičastoplava	22.70	25.40	-26.58	36.76	313.70	6.26	-10.71	3.34	7.39	6.74

**Uzorak 44.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	51.58	-18.81	-33.76	38.64	240.87	-1.22	-11.84	2.84	4.15	5.05
magenta	48.68	67.56	11.01	68.45	9.25	3.58	-4.73	2.65	3.95	3.94
žuta	89.55	-12.47	65.14	66.32	100.83	-1.40	-14.24	1.64	3.46	3.61
zelena	42.71	-59.63	7.37	60.08	172.95	-1.41	-11.43	-1.79	3.18	3.32
crvena	44.45	61.53	34.03	70.31	28.94	-0.84	-9.05	-1.83	2.31	2.54
ljubičastoplava	19.50	25.54	-27.42	37.47	312.96	3.06	-10.00	2.61	4.68	5.05

**Uzorak 45.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	49.25	-19.45	-33.18	38.46	239.62	-3.55	-12.02	1.59	5.19	5.75
magenta	50.15	65.72	13.02	67.00	11.20	5.05	-6.18	4.60	5.69	5.76
žuta	89.89	-16.12	61.16	63.24	104.76	-1.06	-17.31	5.57	4.64	5.64
zelena	42.04	-60.89	7.54	61.35	172.94	-2.08	-10.16	-1.80	3.30	3.34
crvena	51.11	63.12	34.16	71.77	28.42	5.82	-7.60	-2.35	6.15	6.22
ljubičastoplava	19.43	25.38	-26.54	36.72	313.72	2.99	-10.75	3.36	4.96	5.59

**Uzorak 46.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	59.81	-19.60	-33.53	38.83	239.69	7.01	-11.65	1.66	7.92	7.87
magenta	48.64	66.61	3.45	66.70	2.96	3.54	-6.48	-3.64	4.22	4.25
žuta	87.08	-16.28	58.21	60.44	105.62	-3.87	-20.12	6.43	6.51	6.94
zelena	50.57	-56.70	0.40	56.70	179.59	6.45	-14.82	4.85	7.71	7.87
crvena	48.15	63.20	32.58	71.10	27.27	2.86	-8.26	-3.50	3.74	4.12
ljubičastoplava	27.02	28.43	-30.15	41.44	313.31	0.58	-6.03	2.96	2.65	3.44

**Uzorak 47.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	57.96	-21.75	-34.90	41.12	238.07	5.16	-9.36	0.03	5.90	5.75
magenta	46.97	65.80	4.11	65.93	3.57	1.87	-7.26	-3.03	2.91	2.98
žuta	84.04	-14.25	59.01	60.70	103.57	-6.91	-19.86	4.38	8.37	7.15
zelena	46.57	-59.98	4.11	60.12	176.08	2.45	-11.40	1.33	3.70	3.78
crvena	48.21	63.87	33.48	72.11	27.66	2.92	-7.25	-3.11	3.61	3.91
ljubičastoplava	19.96	28.79	-31.81	42.90	312.14	3.52	-4.57	4.79	3.95	3.37



**Uzorak 48.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	57.99	-23.47	-31.35	39.16	233.18	5.19	-11.32	-4.85	6.82	5.43
magenta	51.79	63.44	2.30	63.48	2.07	6.69	-9.70	-4.53	7.38	7.43
žuta	81.23	-13.82	59.53	61.11	103.06	-9.72	-19.45	3.87	10.74	8.28
zelena	48.62	-56.91	2.65	56.97	177.33	4.50	-14.55	2.59	5.81	5.91
crvena	54.37	63.44	33.42	71.70	27.78	9.08	-7.66	-3.00	9.33	9.46
ljubičastoplava	17.20	29.70	-31.35	43.18	313.45	0.76	-4.29	3.10	2.39	2.97

**Uzorak 49.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	56.93	-21.60	-33.46	39.82	237.15	4.13	-10.66	-0.87	5.28	5.08
magenta	47.25	64.12	3.42	64.21	3.05	2.15	-8.97	-3.55	3.44	3.54
žuta	83.28	-19.30	66.54	69.28	106.17	-7.67	-11.28	6.98	8.65	7.42
zelena	49.30	-57.29	2.63	57.35	177.37	5.18	-14.17	2.62	6.30	6.38
crvena	47.22	61.10	34.45	70.14	29.41	1.93	-9.22	-1.36	2.86	2.96
ljubičastoplava	24.46	28.16	-31.10	41.95	312.15	8.02	-5.52	1.80	8.28	6.19

**Uzorak 50.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	58.30	-22.92	-32.47	39.74	234.78	5.50	-10.74	-3.25	6.67	5.76
magenta	47.38	63.17	3.94	63.29	3.57	2.28	-9.89	-3.04	3.55	3.64
žuta	84.03	-18.25	66.24	68.71	105.40	-6.92	-11.85	6.21	7.90	6.80
zelena	49.97	-57.42	2.92	57.50	177.09	5.85	-14.02	2.34	6.82	6.87
crvena	50.53	60.42	34.84	69.74	29.97	5.24	-9.62	-0.80	5.66	5.65
ljubičastoplava	21.73	26.97	-30.59	40.78	311.40	5.29	-6.69	1.05	5.74	4.54

**Uzorak 51.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	58.83	-22.92	-30.96	38.52	233.48	6.03	-11.96	-4.54	7.51	6.24
magenta	52.08	61.85	3.06	61.92	2.83	6.98	-11.26	-3.77	7.67	7.72
žuta	83.04	-16.24	66.75	68.69	103.67	-7.91	-11.86	4.48	8.56	6.59
zelena	47.40	-56.90	4.21	57.05	175.77	3.28	-14.46	1.02	4.77	4.90
crvena	52.83	59.25	35.79	69.22	31.13	7.54	-10.14	0.25	7.86	7.87
ljubičastoplava	18.64	27.99	-29.54	40.69	313.45	2.20	-6.78	3.10	3.58	4.01

**Uzorak 52.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	54.35	-23.83	-33.71	41.28	234.74	1.55	-9.20	-3.29	3.72	2.52
magenta	47.66	66.84	2.30	66.88	1.97	2.56	-6.30	-4.63	3.69	3.79
žuta	85.08	-15.36	68.10	69.81	102.71	-5.87	-10.75	3.52	6.51	5.13
zelena	47.52	-63.42	7.21	63.82	173.51	3.40	-7.69	-1.23	3.90	3.83
crvena	47.70	61.72	37.73	72.34	31.44	2.41	-7.03	0.66	2.87	2.86
ljubičastoplava	22.24	28.15	-32.59	43.06	310.81	5.80	-4.41	0.46	5.97	4.32

**Uzorak 53.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	56.20	-22.26	-34.33	40.91	237.04	3.40	-9.57	-0.99	4.52	4.29
magenta	48.97	65.54	3.73	65.64	3.26	3.87	-7.54	-3.35	4.54	4.55
žuta	87.77	-15.29	68.53	70.21	102.57	-3.18	-10.35	3.38	4.18	3.93
zelena	48.70	-63.65	8.06	64.16	172.78	4.58	-7.36	-1.96	4.99	4.91
crvena	48.39	60.78	38.98	72.20	32.67	4.10	-7.16	1.89	4.47	3.67
ljubičastoplava	21.01	26.85	-32.95	42.50	309.17	4.57	-4.97	-1.17	4.89	3.33

**Uzorak 54.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	49.71	-24.20	-31.02	39.34	232.04	-3.09	-11.14	-5.99	5.72	3.72
magenta	50.35	62.95	5.05	63.15	4.58	5.25	-10.03	-2.02	5.83	5.82
žuta	86.83	-16.12	67.03	68.94	99.19	-4.12	-11.62	4.33	5.21	4.83
zelena	47.82	-58.07	5.55	58.33	174.54	3.70	-13.18	-0.20	4.84	4.89
crvena	52.02	59.30	36.76	69.77	31.80	6.73	-9.60	1.02	7.07	7.08
ljubičastoplava	20.48	28.64	-28.92	40.70	314.72	4.04	-6.77	4.36	5.24	5.13

**Uzorak 55.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	55.56	-22.35	-36.31	42.64	238.38	2.76	-7.85	0.35	3.66	3.75
magenta	50.18	68.22	9.63	68.90	8.04	5.08	-4.29	1.43	5.22	5.16
žuta	87.76	-8.50	68.64	69.17	97.06	-3.19	-11.40	-2.14	4.15	3.64
zelena	47.25	-62.03	9.55	62.77	171.24	3.13	-8.76	-3.50	4.12	4.19
crvena	48.12	63.73	36.01	73.20	29.47	2.83	-6.17	-1.31	3.19	3.21
ljubičastoplava	21.11	29.86	-25.82	39.48	319.15	4.67	-8.00	8.80	7.40	7.47

**Uzorak 56.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	56.96	-23.31	-36.77	43.54	237.62	4.16	-6.95	-0.41	4.68	4.47
magenta	51.00	68.42	9.51	69.08	7.92	5.90	-4.11	1.31	6.01	5.96
žuta	89.47	-9.18	70.63	71.23	97.40	-1.48	-9.34	-1.79	2.63	2.66
zelena	48.47	-62.99	8.90	63.62	171.96	4.35	-7.90	-2.78	4.92	4.08
crvena	49.52	64.72	36.32	74.22	29.31	4.23	-5.15	-1.48	4.43	4.43
ljubičastoplava	22.03	28.29	-27.96	39.78	315.34	5.59	-7.70	4.98	6.76	6.23

**Uzorak 57.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	48.96	-24.07	-35.62	43.00	235.95	-3.84	-7.50	-2.08	4.63	4.22
magenta	50.51	67.25	10.15	68.02	8.59	5.41	-5.17	1.98	5.62	5.58
žuta	85.47	-9.11	69.50	70.10	97.47	-5.48	-10.47	-1.72	5.98	4.42
zelena	46.86	-61.85	10.30	62.71	170.55	2.74	-8.82	-4.20	4.00	4.15
crvena	46.25	62.87	37.18	73.05	30.60	0.96	-6.33	-0.18	1.69	1.70
ljubičastoplava	19.88	28.73	-24.25	37.60	319.84	3.44	-9.88	9.48	7.24	7.98

**Uzorak 58.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	54.58	-26.45	-36.39	44.99	233.10	1.78	-5.50	-4.04	3.36	1.94
magenta	48.92	71.22	4.39	71.35	3.53	3.82	-1.83	-3.08	4.11	4.10
žuta	86.76	-14.85	73.36	74.85	101.44	-4.19	-5.72	2.25	4.49	3.37
zelena	46.05	-69.35	12.10	70.40	170.10	1.93	-1.12	-4.64	2.97	3.26
crvena	47.12	62.49	40.94	74.71	33.23	1.83	-4.66	2.45	2.38	2.68
ljubičastoplava	20.11	25.93	-41.60	49.02	301.93	3.67	1.54	-8.42	6.15	5.94

**Uzorak 59.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	56.23	-27.06	-35.25	44.44	232.49	3.43	-6.05	-5.55	5.01	3.45
magenta	49.81	69.86	5.01	70.04	4.10	4.71	-3.15	-2.50	4.91	4.87
žuta	88.17	-14.06	72.74	74.09	100.94	-2.78	-6.48	1.75	3.21	2.60
zelena	47.17	-68.21	12.85	69.41	169.33	3.05	-2.11	-5.41	4.05	4.29
crvena	48.68	61.87	40.46	73.93	33.18	3.39	-5.44	2.41	3.76	3.91
ljubičastoplava	21.94	25.58	-40.27	47.71	302.42	5.50	0.23	-7.93	7.19	6.01

**Uzorak 60.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	49.08	-26.73	-35.10	44.12	232.71	-3.72	-6.37	-5.32	5.18	3.86
magenta	48.63	69.07	5.30	69.27	4.39	3.53	-3.92	-2.22	3.80	3.75
žuta	87.77	-15.09	72.49	74.05	101.76	-3.18	-6.52	2.57	3.67	3.10
zelena	45.28	-67.58	13.32	68.88	168.85	1.16	-2.64	-5.90	3.13	3.60
crvena	47.30	61.45	41.39	74.09	33.96	2.01	-5.28	3.19	2.74	3.19
ljubičastoplava	20.79	27.33	-40.69	49.02	303.89	4.35	1.54	-6.46	5.78	5.14

**Uzorak 61.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	50.87	-25.66	-36.27	44.43	234.72	-1.93	-6.06	-3.31	3.27	2.18
magenta	48.08	70.19	4.91	70.36	4.00	2.98	-2.82	-2.60	3.29	3.28
žuta	88.45	-13.82	73.08	74.37	100.70	-2.50	-6.19	1.52	2.92	2.36
zelena	44.10	-68.29	10.31	69.06	171.41	-0.02	-2.46	-3.33	1.71	2.01
crvena	44.87	62.07	40.49	74.11	33.12	-0.42	-5.26	2.34	1.63	2.06
ljubičastoplava	20.00	25.74	-40.88	48.31	302.19	3.56	0.83	-8.16	5.95	5.56

**Uzorak 62.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	52.20	-25.02	-35.65	43.55	234.94	-0.60	-6.93	-3.10	2.82	1.46
magenta	48.99	68.41	5.28	68.61	4.41	3.89	-4.57	-2.20	4.17	4.12
žuta	90.20	-13.59	71.90	73.17	100.70	-0.75	-7.39	1.51	1.89	2.04
zelena	45.87	-67.44	9.37	68.09	172.09	1.75	-3.43	-2.66	2.32	2.40
crvena	47.50	61.65	39.74	73.35	32.81	2.21	-6.02	2.03	2.73	2.90
ljubičastoplava	21.12	25.41	-39.88	47.29	302.50	4.68	-0.19	-7.85	6.55	5.52

**Uzorak 63.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	50.18	-25.61	-34.94	43.32	233.76	-2.62	-7.17	-4.27	4.19	2.87
magenta	48.70	68.32	5.61	68.55	4.70	3.60	-4.64	-1.91	3.87	3.81
žuta	90.05	-13.60	72.70	73.96	100.60	-0.90	-6.60	1.40	1.80	1.88
zelena	47.86	-66.98	12.39	68.17	169.52	3.74	-3.41	-5.22	4.58	4.74
crvena	46.24	60.82	41.25	73.49	34.15	0.95	-5.88	3.37	2.22	2.86
ljubičastoplava	20.10	26.79	-39.94	48.10	303.85	3.66	0.62	-6.50	5.28	4.65

**Uzorak 64.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	48.66	-20.46	-34.98	40.53	239.67	-4.14	-9.97	1.64	5.22	5.63
magenta	42.53	68.14	11.75	69.15	9.78	-2.57	-4.04	3.18	3.13	3.11
žuta	89.96	-11.50	63.26	64.30	100.30	-0.99	-16.27	1.11	3.69	3.94
zelena	40.05	-60.80	5.31	61.14	175.00	-4.07	-10.49	0.26	4.77	4.53
crvena	48.94	65.14	30.80	72.06	25.31	3.65	-7.31	-5.47	4.70	5.40
ljubičastoplava	18.46	22.54	-25.81	34.27	311.26	2.02	-13.21	0.78	4.69	5.17

**Uzorak 65.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	48.30	-21.36	-36.16	42.00	239.43	-4.50	-8.49	1.40	5.25	5.54
magenta	46.32	67.80	10.57	68.62	8.86	1.22	-4.57	2.25	1.94	2.02
žuta	90.81	-12.45	66.31	67.47	100.64	-0.14	-13.10	1.44	2.91	3.20
zelena	44.84	-60.50	7.31	60.95	173.12	0.72	-10.58	-1.63	2.73	2.90
crvena	46.02	64.63	31.56	71.93	26.03	0.73	-7.44	-4.75	2.81	3.71
ljubičastoplava	21.22	22.82	-26.72	35.14	310.50	4.78	-12.33	0.14	6.19	5.47

**Uzorak 66.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	48.74	-21.29	-33.23	39.47	237.35	-4.06	-11.02	-0.68	5.29	5.31
magenta	48.57	68.05	13.16	69.32	10.95	3.47	-3.86	4.34	4.14	4.25
žuta	89.99	-11.67	61.14	62.25	100.80	-0.96	-18.32	1.62	4.14	4.53
zelena	42.17	-59.30	8.75	59.95	171.60	-1.95	-11.58	-3.14	3.69	3.85
crvena	55.47	65.05	35.12	73.93	28.37	10.18	-5.44	-2.41	10.31	10.38
ljubičastoplava	21.22	21.66	-24.93	33.03	310.99	4.78	-14.45	0.63	6.65	6.32

**Uzorak 67.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	48.32	-18.42	-36.00	40.44	242.91	-4.48	-10.05	4.87	6.10	6.72
magenta	44.29	66.50	10.38	67.31	8.87	-0.81	-5.88	2.26	1.92	2.02
žuta	87.36	-15.82	62.64	64.60	104.17	-3.59	-15.96	4.98	5.47	5.57
zelena	43.08	-60.05	5.58	60.31	174.69	-1.04	-11.21	-0.05	2.85	2.98
crvena	43.44	64.03	30.80	71.05	25.69	-1.85	-8.31	-5.09	3.48	4.29
ljubičastoplava	20.89	23.99	-26.43	35.70	312.23	4.45	-11.78	1.88	5.93	5.78

**Uzorak 68.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	48.15	-18.82	-34.85	39.61	241.63	-4.65	-10.88	3.60	6.07	6.70
magenta	47.53	65.45	10.91	66.35	9.47	2.43	-6.83	2.86	3.21	3.26
žuta	86.54	-15.51	61.80	63.72	104.09	-4.41	-16.85	4.90	6.13	5.92
zelena	43.68	-60.36	4.70	60.54	175.55	-0.44	-10.98	0.80	2.67	2.83
crvena	43.53	62.89	30.98	70.11	26.23	-1.76	-9.26	-4.55	3.39	4.08
ljubičastoplava	21.96	23.24	-27.27	35.83	310.44	5.52	-11.65	0.09	6.65	5.58

**Uzorak 69.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	48.55	-18.11	-33.86	38.40	241.86	-4.25	-12.09	3.82	6.04	6.82
magenta	50.84	65.91	12.58	67.10	10.80	5.74	-6.09	4.20	6.24	6.29
žuta	87.43	-15.93	60.26	62.33	104.80	-3.52	-18.23	5.62	5.86	6.20
zelena	41.90	-60.50	6.14	60.81	174.20	-2.22	-10.71	-0.54	3.38	3.39
crvena	50.37	62.09	32.78	70.21	27.83	5.08	-9.15	-2.94	5.62	5.78
ljubičastoplava	20.14	22.77	-26.28	34.77	310.90	3.70	-12.70	0.55	5.50	5.33

**Uzorak 70.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	47.85	-18.33	-34.98	39.50	242.35	-4.95	-10.99	4.31	6.47	7.13
magenta	46.09	68.04	9.96	68.77	8.33	0.99	-4.42	1.72	1.65	1.70
žuta	89.12	-13.51	64.10	65.51	101.90	-1.83	-15.06	2.71	3.93	4.15
zelena	45.13	-60.16	8.40	60.74	172.05	1.01	-10.78	-2.70	3.04	3.24
crvena	45.11	61.72	32.39	69.70	27.70	-0.18	-9.66	-3.08	2.55	3.05
ljubičastoplava	24.37	26.90	-26.52	37.77	315.41	7.93	-9.70	5.06	9.01	7.86

**Uzorak 71.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	52.60	-19.28	-34.02	39.11	240.46	-0.20	-11.38	2.42	3.75	4.60
magenta	49.70	67.31	10.51	68.13	8.87	4.60	-5.06	2.27	4.87	4.83
žuta	89.09	-12.79	65.14	66.38	101.10	-1.86	-14.18	1.91	3.69	3.74
zelena	45.25	-60.07	7.18	60.50	173.18	1.13	-11.02	-1.56	2.94	3.10
crvena	45.20	61.98	33.60	70.50	28.46	-0.09	-8.86	-2.31	2.21	2.57
ljubičastoplava	22.03	26.03	-27.42	37.81	313.51	5.59	-9.67	3.16	6.64	6.09

**Uzorak 72.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	50.73	-20.45	-33.33	39.10	238.47	-2.07	-11.38	0.43	4.06	4.42
magenta	51.37	65.26	12.87	66.52	11.16	6.27	-6.67	4.55	6.81	6.88
žuta	89.23	-15.70	61.26	63.24	104.37	-1.72	-17.32	5.18	4.74	5.53
zelena	43.13	-61.10	7.71	61.58	172.81	-0.99	-9.94	-1.94	2.72	2.86
crvena	51.62	62.27	34.24	71.06	28.81	6.33	-8.30	-1.97	6.65	6.69
ljubičastoplava	21.49	24.70	-26.80	36.45	312.66	5.05	-11.03	2.31	6.30	5.94

**Uzorak 73.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	58.34	-20.01	-33.23	38.79	238.94	5.54	-11.70	0.91	6.61	6.68
magenta	48.55	66.42	3.75	66.53	3.23	3.45	-6.67	-3.38	4.11	4.13
žuta	85.48	-16.87	58.48	60.87	106.09	-5.47	-19.70	6.90	7.60	7.49
zelena	50.85	-57.10	0.51	57.11	179.49	6.46	-14.42	4.74	7.66	8.03
crvena	48.18	62.69	32.82	70.77	27.63	2.89	-8.60	-3.14	3.74	4.04
ljubičastoplava	26.39	28.14	-29.78	40.98	313.37	9.95	-6.50	3.02	10.32	7.86

**Uzorak 74.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	59.05	-22.50	-35.18	41.76	237.40	6.25	-8.72	-0.63	6.80	6.40
magenta	47.57	65.53	4.40	65.68	3.85	2.47	-7.50	-2.77	3.30	3.34
žuta	86.83	-14.65	58.99	60.79	103.95	-4.12	-19.78	4.75	6.32	6.30
zelena	48.42	-58.22	4.40	58.39	175.68	4.30	-13.13	0.93	5.33	5.36
crvena	48.63	63.57	33.06	71.66	27.48	3.34	-7.71	-3.30	4.03	4.33
ljubičastoplava	23.42	29.70	-31.40	43.23	313.40	6.98	-4.25	3.05	7.33	5.63

**Uzorak 75.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	58.17	-23.15	-31.01	38.70	233.25	5.37	-11.78	-4.77	7.01	5.65
magenta	51.97	63.02	2.14	63.06	1.95	6.87	-10.13	-4.66	7.60	7.65
žuta	83.06	-15.64	59.11	61.15	104.82	-7.89	-19.42	5.63	9.29	7.88
zelena	48.99	-56.48	2.14	56.52	177.83	4.87	-15.00	3.09	6.21	6.34
crvena	55.00	63.02	33.18	71.23	27.77	9.71	-8.15	-3.01	9.97	10.10
ljubičastoplava	18.14	27.03	-28.80	39.50	313.19	1.70	-7.98	2.83	3.48	4.16

**Uzorak 76.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	57.56	-21.93	-33.16	39.76	236.52	4.76	-10.73	-1.51	5.84	5.44
magenta	48.12	63.61	3.81	63.72	3.43	3.02	-9.46	-3.18	4.03	4.09
žuta	85.56	-19.17	65.61	68.35	106.29	-5.39	-12.21	7.10	6.81	6.65
zelena	50.20	-57.80	2.64	57.86	177.38	6.08	-13.66	2.64	7.01	7.05
crvena	47.31	60.61	34.45	69.72	29.62	2.02	-9.65	-1.16	2.97	3.05
ljubičastoplava	25.69	27.80	-30.81	41.50	312.06	9.25	-5.98	1.71	9.50	7.05

**Uzorak 77.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	58.11	-22.52	-32.42	39.47	235.21	5.31	-11.02	-2.82	6.49	5.71
magenta	47.61	62.89	4.17	63.03	3.80	2.51	-10.16	-2.81	3.70	3.78
žuta	84.41	-19.92	65.82	68.77	106.84	-6.54	-11.80	7.65	7.83	7.31
zelena	49.63	-57.80	1.92	57.83	178.09	5.51	-13.69	3.35	6.60	6.68
crvena	50.96	59.80	34.46	69.02	29.96	5.67	-10.35	-0.82	6.12	6.12
ljubičastoplava	22.33	27.43	-30.22	40.81	312.23	5.89	-6.66	1.88	6.36	5.10

**Uzorak 78.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	58.32	-23.09	-31.19	38.80	233.49	5.52	-11.68	-4.55	7.06	5.78
magenta	52.12	62.09	3.24	62.18	2.99	7.02	-11.01	-3.62	7.67	7.72
žuta	83.93	-17.98	66.39	68.78	105.15	-7.02	-11.78	5.96	7.94	6.72
zelena	47.01	-57.62	3.81	57.74	176.21	2.89	-13.77	1.47	4.42	4.55
crvena	52.40	59.63	35.78	69.54	30.97	7.11	-9.83	0.19	7.43	7.43
ljubičastoplava	18.71	28.36	-29.43	40.87	313.94	2.27	-6.61	3.59	3.74	4.19

**Uzorak 79.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	55.82	-23.39	-33.86	41.16	235.37	3.02	-9.33	-2.68	4.42	3.65
magenta	48.64	66.63	2.45	66.68	2.11	3.54	-6.51	-4.50	4.41	4.47
žuta	85.72	-16.18	67.74	69.65	103.43	-5.23	-10.91	4.24	6.05	5.14
zelena	48.29	-63.05	6.10	63.34	174.47	4.17	-8.17	-0.27	4.60	4.50
crvena	48.02	61.28	37.36	71.77	31.37	2.73	-7.59	0.59	3.21	3.18
ljubičastoplava	23.38	27.63	-32.45	42.62	310.41	6.94	-4.86	0.06	7.11	5.07

**Uzorak 80.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	57.14	-22.50	-34.08	40.84	236.57	4.34	-9.65	-1.47	5.31	4.91
magenta	49.11	66.05	3.67	66.15	3.18	4.01	-7.04	-3.43	4.63	4.64
žuta	88.23	-14.67	67.90	69.46	102.19	-2.72	-11.10	3.00	3.87	3.73
zelena	49.00	-63.21	7.18	63.61	173.52	4.88	-7.90	-1.22	5.26	5.16
crvena	49.01	60.46	38.23	71.53	32.31	3.72	-7.83	1.53	4.15	4.18
ljubičastoplava	23.27	26.41	-32.70	42.03	308.92	6.83	-5.44	-1.43	7.10	4.87

**Uzorak 81.**

	L*	a*	b*	C*	h	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*_{94}$	$\Delta E_{00}$
cijan	50.92	-24.57	-31.00	39.56	231.60	-1.88	-10.93	-6.43	5.30	2.70
magenta	51.07	62.52	5.54	62.76	5.06	5.97	-10.42	-1.54	6.49	6.48
žuta	87.05	-17.07	66.66	68.81	104.36	-3.90	-11.75	5.17	5.21	5.17
zelena	48.73	-58.51	5.06	58.73	175.06	4.61	-12.80	0.31	5.52	5.52
crvena	52.84	58.97	36.99	69.61	32.10	7.55	-9.75	1.32	7.87	7.90
ljubičastoplava	21.24	29.13	-28.57	40.80	315.55	4.80	-6.67	5.20	6.07	5.72

## **ŽIVOTOPIS**

mr.sc. **Maja Brozović** dipl.ing.

- Rodena:** 20.05.1965. u Zagrebu, općina Centar, Hrvatska
- Narodnost:** Hrvatica
- Školovanje:** 1972.-1980. Osnovna škola "Vladimir Nazor", Daruvar  
1980.-1984. Škola primjenjene umjetnosti, Zagreb
- Diploma:** VII/1 1992. Grafički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb  
Mentor: mr.sc. Mato Jurković, doc.  
Tema: Boja kao faktor dizajna  
VII/2 1996. Fakultet organizacije i informatike Sveučilišta u Zagrebu, Varaždin  
Mentor: dr.sc. Vilko Žiljak, red.prof.  
Tema: Promjena informacije u procesu transformacije originala u reprodukciju digitalnim tiskom
- Jezici:** Engleski
- Službovanja:** 1992.-1995. sistem inženjer informacijskih sustava iz područja tiskarstva u tvrtki FS, Zagreb  
1995.-2003. stručni suradnik, asistent iz kolegija Vizualno predočavanje na Grafičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu
- Područje rada:** Grafički dizajn, multimedija

### **Projekti u okviru Nacionalnog znanstveno-istraživačkog programa Ministarstva znanosti i tehnologije:**

- 1998.-2000. "Hrvatski mediji na kraju XX. stoljeća"  
Glavni istraživač: dr.sc. Mario Plenković, red.prof.
- 1999.-2001. "Hrvatsko-slovenski mediji na pragu XXI. stoljeća:  
jezik i medijski dijalog"  
Glavni istraživač: dr.sc. Mario Plenković, red.prof.
- 2000.-2001. "Virtualno društvo - stvaranje tematskog virtualnog foruma s ciljem podupiranja mogućnosti suradnje između industrije i istraživanja na području zemalja SEI"  
Glavni istraživač: dr.sc. Juraj Plenković, red.prof.
2002. "Konvergencija hrvatskih medija"  
Glavni istraživač: dr.sc. Mario Plenković, red.prof.