

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

GRAFIČKI FAKULTET

IVANA ZUBČIĆ TORBARINA

KVALITETA FLEKSOGRAFSKOG TISKA NA ALUMINIJSKIM PODLOGAMA

DIPLOMSKI RAD

ZAGREB, RUJAN 2016.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

GRAFIČKI FAKULTET

IVANA ZUBČIĆ TORBARINA

KVALITETA FLEKSOGRAFSKOG TISKA NA ALUMINIJSKIM PODLOGAMA

DIPLOMSKI RAD

Mentor:

izv. prof. dr. sc. Igor Zjakić

Student:

Ivana Zubčić Torbarina

ZAGREB, RUJAN 2016.

SAŽETAK

Fleksografski tisak u današnje vrijeme je tehnika tiska koja se svakodnevno razvija, a posebno po pitanju ambalaže. Kalibracija i karakterizacija strojeva i uređaja su od presudne važnosti za standardizaciju proizvodnje s obzirom na sve veće zahtjeve tržišta. Tehnologija upotrebljivanih alata i strojeva došla je do stupnja kad je tehnološki vrlo teško podići kvalitetu tiskovina s do sada upotrebljivanim proizvodnim materijalima, koju komercijalno europsko i svjetsko tržište sve više zahtjeva. Kako ne bi došlo do razilaženja u shvaćanju kvalitete otiska, razvoj materijala povlači za sobom i problem standardizacije parametara koji omogućuju izradu kvalitetnog proizvoda.

Danas se fleksografski tisak koristi za tisak na niz materijala koji nisu papiri, između ostalih i na aluminijske podloge. Fleksografski tisak je zbog svoje svestranosti osim tiskarstva i izdavaštva sastavni dio mnogih proizvodnih industrija (prehrambena, farmaceutska, duhanska, kemijska industrija). U tom smislu industrija ambalaže je najviše utjecala na razvoj fleksotiska, te je stoga i fleksografski tisak u najvećoj mjeri zastupljen kod tiska ambalaže. Razvojem novih tehnologija i materijala svakim danom šire se kvalitativne mogućnosti fleksografskog tiska.

KLJUČNE RIJEČI

Fleksografski tisak, aluminijske podloge, ambalaža, standardizacija, zahtjevi tržišta

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. TEORIJSKI DIO	2
2.1. Fleksografski tisak	2
2.1.1. Povijest fleksografskog tiska	3
2.2. Tisak u tehnici fleksotiska	4
2.2.1. Tiskovna forma	4
2.2.2. Uređaji za bojenje	6
2.2.3. Bojila u fleksotisku	6
2.2.4. Tiskovne podloge u fleksotisku	7
2.2.5. Otiskivanje u tehnici fleksotiska	8
2.2.6. Karakteristike fleksotiska	9
2.2.6.1. Prednosti fleksotiska	9
2.2.6.2. Nedostaci fleksotiska	9
2.2.7. CIE L*a*b*	10
3. EKSPERIMENTALNI DIO	12
3.1. Cilj i plan istraživanja, plan rada	12
3.2. Korišteni strojevi, uređaji i materijali	13
3.3. Metodologija rada	14
4. REZULTATI I RASPRAVA	15
4.1. Rezultati istraživanja	15

4.1.1. Izmjerene vrijednosti originala i reprodukcije.....	16
4.1.1.1. Kefir Light.....	16
4.1.1.2. Freska voćni jogurt jagoda.....	29
4.2. Diskusija rezultata istraživanja.....	41
5. ZAKLJUČCI.....	42
6. LITERATURA.....	43

1. UVOD

Fleksografski tisak je tehnika direktnog rotacijskog tiska koja koristi elastične tiskovne forme s izbočenim tiskovnim elementima, koje se mogu pričvrstiti na cilindre različitih promjera. Fleksografski tisak je tehnika visokog tiska koja već dugo bilježi porast u udjelu u svjetskom tržištu, i to najviše u tisku ambalaže i u tisku novina. [1]

Istraživanje u radu će se raditi u tehnici fleksografskog tiska u firmi Aluflexpack Novi d.o.o. koja tiska na neupojne (alumijske) podloge. Istraživanje će se napraviti tako da će se nakon otiskivanja na neupojne podloge otisci analizirati mjernim metodama usporedbe boja klasičnim mjerenjem razlike boja. Rezultati će biti prikazani kao CIE $L^*a^*b^*$ vrijednost boja koje se mjere i boja koje služe kao referentni uzorak i biti će prikazani grafovima. S obzirom da će se u radu koristiti alumijska podloga, a ne papir, ona se treba prethodno obraditi u tvornici u kojoj se proizvodi (u tvornici se na gornji dio podloge nanese primer, a na donji dio termolak) kako bi se tiskarska boja mogla prihvatiti na nju.

Cilj rada je ustanoviti kako se fleksografska boja otiskuje i prihvaća na alumijske tiskovne podoge. Cilj rada je i ustanoviti da li su klasične zakonitosti ponašanja boje na otisku iste kod fleksografskog tiska kao i kod ostalih tehnika tiska. Također, pokušati će se ustanoviti da li su razlike boje drugačije kod tehnike koja ima konstantan nanos boje u odnosu na tehnike koje to nemaju.

Eksperimentalni dio će se odvijati u skladu sa sljedećim: sukladno postavljenim ciljevima napraviti ćemo tiskovnu formu za fleksografski tisak, te otisnuti nakladu na jednoj vrsti podoge, alumijskoj podlozi. Na otisnutoj alumijskoj podlozi mjeriti ćemo CIE $L^*a^*b^*$ vrijednosti razlike dviju boja - originala i reprodukcije u toku tiska.

2. TEORIJSKI DIO

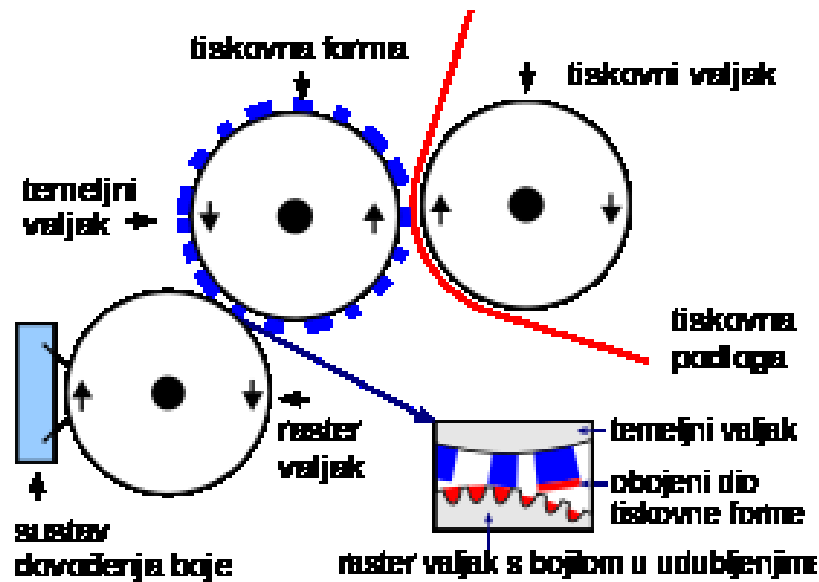
2.1. Fleksografski tisak

Fleksotisak je tehnika direktnog rotacijskog tiska koja koristi elastične tiskovne forme s izbočenim tiskovnim elementima, koje se mogu pričvrstiti na cilindre različitih promjera. Sasvim rijetko ili gušće tekuće bojilo nanosi se na tiskovnu formu valjkom, a s tiskovne forme na gotovo sve ravne tiskovne podloge. [1]

Fleksografski tisak omogućava tisak na veliki broj vrsta materijala, a najčešće se koristi za tisak na različitim vrstama ambalaže (različite vrste plastične ambalaže, etikete, valovita ljepenka, aluminijske podloge, papir i slično). Fleksografski tisak je prisutan u gotovo svim područjima masovne potrošnje kao što su: prehrambena, farmaceutska, duhanska i kemijska industrija.

Fleksografski tisak je metoda izravnog rotacionog tiska koja koristi fleksibilne ploče od gume ili fotopolimernog materijala.

Glavne karakteristike fleksotiska su: mogućnost tiska na relativno grubim podlogama, dobra pokrivenost bojila, velika brzina tiska.



Slika 1. Princip fleksografskog tiska

2.1.1. Povijest fleksografskog tiska

Fleksografski tisak nekada se nazivao anilinski tisak. Naziv anilinski tisak dobiven je od anilinskog bojila koje je u početku bilo jedino bojilo u toj tehnici visokog tiska. U početku je tiskovna forma bila izrađena od gume, a tek kasnije se počeo koristiti sintetski materijal. Da bi se uspješno otisnula veća linijatura rastera, postepeno je korišten sve tvrdi sintetski materijal, te se sve češće tiskalo bojom s disperziranim pigmentima u vezivu umjesto anilinskim bojom. S vremenom se zbog fleksibilne tiskovne forme ta tehnika naziva fleksotisak, umjesto anilinski tisak. Od 1952. godine naziv fleksotisak se koristi umjesto naziva anilinski tisak.

Početak 1980.-ih godina u europskim državama počeli su se razvijati fleksotiskarski strojevi s uređajima koji kod strojeva u tiskarama uklanjaju iz zraka pare od otapala koje su štetne i neugodnog mirisa, a sadrže fleksotiskarske boje. Ti uređaji sprečavaju štetno zagađivanje prirode sa sredstvima koja isparavaju kod sušenja iz tiskarskih bojila. Danas se fleksotisak upravo zbog toga i bira, jer se za tisak može upotrijebiti upijajuća boja na vodenoj bazi, kao i neškodljiva otapala koja se isparavaju iz UV tiskarskih boja.

2.2. Tisak u tehnici fleksotiska

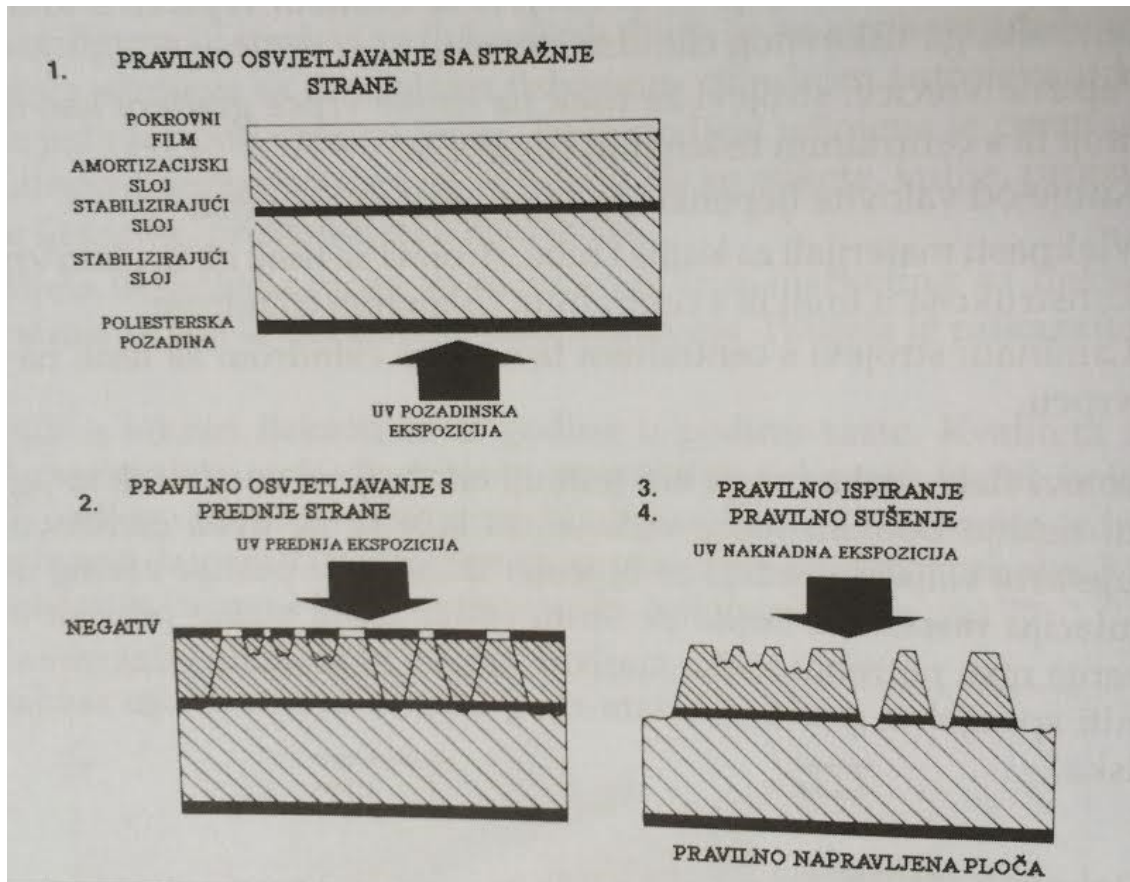
U ovom dijelu rada opisati će se materijali i uređaji koji se koriste prilikom tiska u tehnici fleksografskog tiska.

2.2.1. Tiskovna forma

Tiskovna forma koja se koristila sve do ranih sedamdesetih godina prošlog stoljeća bila je takozvana gumena forma. Ta forma se izrađivala utiskivanjem vrućeg kalupa u prirodni ili umjetni kaučuk, a ohlađena bi se hladila i mehanički dotjerivala do zahtijevanih dimenzija. Sličan proces izrade gumene tiskovne forme zadržao se i danas, samo je razlika u tome što se forma danas često izrađuje kompjuterski kontroliranim laserskim graviranjem.

Tiskovne forme za fleksotisak izrađene od fotopolimera pojavljuju se ranih sedamdesetih godina. Bilo je to revolucionarno otkriće. Kombinacija tanke fotopolimerne tiskovne forme i aniloks valjka u sustavu za bojenje stvorila je nove mogućnosti, odnosno omogućila kvalitetnije otiskivanje mnogih proizvoda u fleksotisku. [1]

Fotopolimerne tiskovne forme izrađuju se osvjetljavanjem materijala te zatim njegovim razvijanjem. Načelo takvog rada prikazano je na slici 2.



Slika 2. Struktura i proces izrade fleksografske tiskovne forme od fotopolimera

Danas gumene tiskovne podloge zauzimaju samo oko 15% tržišta, a ostalih 85% izrađuje se od fotopolimera. Gumene tiskovne podloge danas se najčešće izrađuju graviranjem, a najviše tiskovnih formi proizvodi se na fotopolimernim pločama s pomoću CTP sustava.

2.2.2. Uređaji za bojenje

U tehnici fleksotiska koriste se bojila niske viskoznosti, a ono na određeni način određuje građu i funkcioniranje uređaja za bojenje. Bojilo je smješteno u rezervoarima pokraj stroja odakle se pumpa u kadu iz koje ga valjci za bojenje preuzimaju i transportiraju do tiskovne forme. Bojilo cirkulira između rezervoara i kade. S obzirom da bojilo hlapi, u rezervoaru se mjeri njegova viskoznost, te se ukoliko je potrebno bojilu dodaju komponente koje su ishlapile. Uvođenjem aniloksa cilindra u sustav za bojenje, a posebno varijante s komornim rakelom, omogućilo je korištenje bojila sa nešto većom viskoznošću. Veća viskoznost omogućava veću gustoću obojenja na otisku i smanjenje pozitivne greške na otiscima. Uređaji za bojenje su u stalnom razvitku i često se pojavljuju konstrukcijske promjene.

2.2.3. Bojila u fleksotisku

U početku se u tehnici fleksotiska koristilo anilinsko bojilo. Bojilo je bilo dobiveno iz destilacije kamenog ugljena.

Razvojem bojila za fleksotisk dobivena su tri tipa bojila:

- bojila bazirana na organskim otapalima
- bojila bazirana na vodi
- UV bojila

Bojila na bazi organskih otapala koriste se na neupojnim polimernim i aluminijskim folijama. Sušenje otisaka se odvija isparavanjem otapala i izlaganjem visokoj temperaturi.

Bojila na bazi vode se koriste na upojnim podlogama, kao što su papiri i kartoni, a sušenje bojila nešto duže traje.

UV bojila se koriste na materijalima kao što su aluminijske folije, laminati, PVC i slično. Izlaganjem otisaka UV svjetlu, sušenje je praktički trenutačno.

Bojilima se mogu dodati razni dodaci kako bi se poboljšala svojstva, npr. povećava se fleksibilnost bojila, povećava se otpornost prema struganju, i slično.

Danas su zahtjevi za navedena bojila takvi da se traži velika izdašnost bojila, niska viskoznost, visoki sjaj otiska, maksimalna stabilnost u tisku, brzo sušenje na podlozi, visoki sadržaj krute tvari, dobra topljivost.

2.2.4. Tiskovne podloge u fleksotisku

Jedno od najvažnijih obilježja fleksotiska je njegova mogućnost da tiska na vrlo različite materijale, odnosno tiskovne podloge. Koriste se hrapave i glatke tiskovne podloge, premazane ili nepremazane, papir, karton ili ljepenka, metal, laminati i plastika. Materijal koji se najviše troši kao tiskovna podloga u fleksotisku je valovita ljepenka, koja se vrlo lako reciklira.

Glavna područja korištenja tiskovnih podloga za tisak ambalaže u tehnici fleksotiska su:

- kutije od valovite ljepenke
- etikete
- omotni materijali
- papirnate vrećice
- vrećice za trgovine (plastične ili papirnate)
- plastične boce, plastični poklopci
- tube
- blister ambalaža
- metalne konzerve i kutije
- fleksibilna ambalaža, folije

Tiskovne podloge koje se najviše koriste u fleksotisku su filmovi sintetskih materijala, tiskovne podloge na bazi celuloze ili drvenjače, te limene tiskovne podloge.

Najpoznatije tiskovne podloge u fleksotisku jesu papir, karton i ljepenka. Prednost tiskovnih podloga je što mogu biti poželjno upojne, što skraćuje vrijeme sušenja otisaka. Tiskovne podloge od sintetskih materijala najčešće se moraju prethodno predtretirati prije tiska da bi kvalitetnije prihvatile bojilo.

2.2.5. Otiskivanje u tehnici fleksotiska

Fleksotisak je tehnika tiska koja je u stalnom laganom porastu. Potreban je stalan razvoj da bi se zadovoljili zahtjevi za tisak novih proizvoda. Pritom treba postići uvijek veću brzinu procesa tiska, od pripreme stroja do završnih radnji, podići kvalitetu tiska te smanjiti cijenu proizvoda. Ulaskom elektronike unaprijeđena je proizvodnja u fleksotisku, te je omogućeno stvaranje stalno novih i boljih programa (danas je moguće povezati cijeli lanac od kupca/prodavača do gotovog proizvoda).

Radi lakšeg, bržeg, boljega, jeftinijeg, društveno i ekološki prihvatljivijeg fleksografskog tiska razvilo se nekoliko tehnički različitih konfiguracija fleksografskih strojeva.

Prva konfiguracija je s centralnim tiskovnim cilindrom, tj. stroj sa satelitskom konstrukcijom. U stroju su oko centralnog tiskovnog cilindra poslagani temeljni cilindri s uređajima za bojenje.

Druga konfiguracija su strojevi građeni u obliku tornja, najčešće se nazivaju “steack” strojevi. Tiskovne jedinice su poslagane neovisno jedna ispod druge, u jednom ili dva okomita reda.

Treća konfiguracija su strojevi s tiskovnim jedinicama poslaganim u niz (in line) horizontalno jedna iza druge.

2.2.6. Karakteristike fleksotiska

Fleksografski tisak je jednostavna tehnika tiska. Neke od prednosti fleksografskog tiska u odnosu na druge tehnike su veći nanos bojila i dobra pokrivenost bojila, visoki sjaj otiska, mogućnost tiska različitim vrstama bojila, mogućnost tiska na različite vrste materijala, velika brzina tiska. Nedostaci fleksografskog tiska su visoke cijene tiskovne forme, posebno onih izrađenih CtP načinom, te visoka cijena rasterskih valjaka.

2.2.6.1. Prednosti fleksotiska

- dobar tisak na grubim površinama
- ravnomjeran tisak velikih površina bez praznina
- mali gubici materijala u proizvodnji
- visok nivo konzistencije boje na otisku
- dostupne su nove boje na vodenoj bazi
- tiskanje na širokoj paleti podloga, uključujući lagane podloge slabe čvrstoće
- konstantan razvoj tehnologije, produktivnosti i kvalitete

2.2.6.2. Nedostaci fleksotiska

- potreban je stalan nadzor pritiska pri tisku
- sklonost stvaranju dubliranja oko rubova crteža
- veličina rastera ne može biti fina kao kod offsetnog i dubokog tiska
- prirast rasterskih točkica je veći nego kod offsetnog i dubokog tiska
- priprema tiskovne forme je dugotrajan proces
- tiskovne forme plitkog reljefa lako se mogu začepiti prašinom i nečistoćama
- nepraktično podešavanje boje na stroju

2.2.7. CIE L*a*b*

CIE L*a*b* (CIELAB) je prostor boje koji je standardiziran od strane Međunarodne komisije za osvjetljenje (Commission Internationale de l'Eclairage). Ona opisuje sve boje koje su vidljive ljudskom oku, a stvorena je da služi kao neovisan model koji će se koristiti kao referenca. [4]

Godine 1931. CIE komisija standardizirala je izvore svjetla definirajući osvjetljenje preko spektralne raspodjele i izvore kao fizičke stvaraoce emisije. CIE komisija je 1963. godine preporučila novo standardno osvjetljenje D65, koje predstavlja prosječnu dnevnu svjetlost u vidljivom spektru i UV području do 300 nm. CIE komisija je uvela standardnog promatrača kao matematički način prezentiranja prosječnog doživljaja boje ljudske populacije.

CIE komisija je odredila tri fiksna primarna podražaja, R, G i B, koji su monokromatski podražaji s $\lambda_R=700$ nm, $\lambda_G=546,1$ nm i $\lambda_B=435,8$ nm, te je provela istraživanja s ciljem utvrđivanja koliki je udio tri primarna podražaja svakom promatraču potreban da se dobiju sve boje spektra. Sve veličine predstavljaju mjerenje odnosa i predmet su spektrofotometrijskih mjerenja, pa su izražene ili postocima (%) ili kao faktori (0,0 – 1,0).

Faktor refleksije ili faktor transmisije u intervalu valnih duljina mjeri se spektrofotometrom, a najčešće 10 ili 20 nm, duž cijelog spektra. Spektrofotometrijska krivulja je najvažniji podatak kolorimetrije. Krivulja određuje boju na taj način da dvije boje s jednakom podražajnom funkcijom, pod jednakim uvjetima promatranja, normalni promatrač doživljava kao jednake. Takve dvije boje nazivaju se bezuvjetno jednakima. Normalni promatrač te dvije boje doživljava kao jednake, a imaju različitu podražajnu funkciju i nazivaju se metamerima ili uvjetno jednakima.

Kolorimetrija ima dva važna zadatka: brojčano izražavanje razlike dviju boja i izrada normi i dopuštenih odstupanja.

CIE prostori boja su prostori koji se zasnivaju na izjednačenju boja, uključuju osnovne norme i postupke mjerenja boja i neovisni su o prostoru boja uređaja pa tako preciznije opisuju boju.

CIE $L^*a^*b^*$ prostor boja je trodimenzionalni prostor boja koji razdvaja os svjetline, L^* (lightness), te kromatske osi na a^* (crveno - zelena) i b^* (žuto - plava).

Kolorimetrijska razlika je prostorna razlika između dvije točke koje opisuju boje u prostoru boja i označava se kao ΔE . Kolorimetrijska razlika $\Delta E^*=1$ je određena kao tek zamjetljiva razlika, i predstavlja prag pri kojem izvježbani promatrač može uočiti razliku između dvije boje. Pri uspoređivanju originala i reprodukcije razlikujemo opaženu i prihvatljivu kolorimetrijsku razliku. Opažanje ovisi o: veličini slike, kontrastu, karakteristikama površini, okruženju, osvjetljenosti.

Tablica 1. Vrijednosti i tolerancije ΔE razlike boja

vrijednost ΔE	tolerancija
<1	smatra se da prosječno ljudsko oko ne vidi razliku
1 – 2	vrlo mala razlika
2 – 3.5	umjerena razlika
3.5 – 5	razlika
>5	velika razlika

3. EKSPERIMENTALNI DIO

3.1. Cilj i plan istraživanja, plan rada

Cilj ovog rada je ustanoviti kako se fleksotiskarska boja otiskuje i prihvaća na aluminijske tiskovne podloge.

Istraživanje u radu će se raditi u tehnici fleksografskog tiska u firmi Aluflexpack Novi d.o.o. koja tiska na aluminijske podloge. Nakon otiskivanja na aluminijske podloge otisci će se analizirati mjernim metodama usporedbe boja klasičnim mjerenjem razlike boje. Rezultati će biti prikazani kao CIE L*a*b* vrijednost boja koje se mjere i boja koje služe kao referentni uzorak, te će biti prikazani grafovima.

Eksperimentalni dio se odvija u nekoliko faza, koje su bile podređene ostvarivanju glavnog cilja - kvaliteta fleksografskog tiska na aluminijskim podlogama (aluminijski poklopci za tvrtku Vindija d.d.). [6]



Slika 3. Aluminijski poklopci

3.2. Korišteni strojevi, uređaji i materijali

Tijekom provođenja zadataka i ciljeva ovog rada korišteni su sljedeći strojevi, uređaji i materijali:

- Apple Macintosh Mac Pro (za dizajn i grafičku pripremu tiskovne forme)
- osvjetljivač za filmove CDI Spark 4835 (ESKO ARTWORK)
- uređaj za izradu klišeja
- aluminijska podloga
- brzorezaći stroj
- bojila za fleksografski tisak – UV bojila tvrtke SIEGWERK (Process Cyan C UV 259 i Process Magenta C UV 259 (C je oznaka za coated – boje koje se koriste u tisku na aluminijske podloge))
- stroj BHS Intro (9 jedinica)
- spektrofotometar GretagMacbeth SpectroEye
- niz univerzalnih aparata, materijala i uređaja



Slika 4. Stroj BHS Intro

3.3. Metodologija rada

Istraživanje u radu će se raditi u tehnici fleksografskog tiska u firmi Aluflexpack Novi d.o.o. koja tiska na neupojne (alumijske) podloge. Istraživanje će se napraviti tako da će se nakon otiskivanja na neupojne podloge otisci analizirati mjernim metodama usporedbe boja klasičnim mjerenjem razlike boja. Rezultati će biti prikazani kao CIE L*a*b* vrijednost boja koje se mjere i boja koje služe kao referentni uzorak i biti će prikazani grafovima. S obzirom da će se u radu koristiti alumijska podloga, a ne papir, ona se treba prethodno obraditi u tvornici (u tvornici se na gornji dio podloge nanese primer, a na donji dio termolak) kako bi se tiskarska boja mogla prihvatiti na nju.

4. REZULTATI I RASPRAVA

4.1. Rezultati istraživanja

Rezultati istraživanja provedenog u eksperimentalnom dijelu ovog rada bazirani su na CIE $L^*a^*b^*$ prostoru boja.

CIE $L^*a^*b^*$ je trodimenzionalni prostor boja baziran na percepciji boje standardnog promatrača. Numeričke vrijednosti u CIE $L^*a^*b^*$ sustavu opisuju sve boje koje svako zdravo ljudsko oko može razlikovati. Boje su opisane pomoću tri komponente: svjetlina **L** (luminance) koja je akromatska komponenta i dvije kromatske komponente, **a** (crvena i zelena) i **b** (plava i žuta). Svjetlina se mjeri od 1 do 100 po vertikalno osi, gdje je 1 vrijednost za crnu, a 100 za bijelu. [6]

Mjerenja potrebna za ovaj rad izvršena su na spektrofotometru GretagMacbeth SpectroEye, CIE $L^*a^*b^*$ vrijednosti razlike dviju boja - originala i reprodukcije. Izmjerene su vrijednosti originala (referentni uzorak) i reprodukcije dvije boje koje su korištene u tisku na aluminijskoj podlozi, te su vrijednosti prikazane u tablicama i na slikama. Dvije boje koje su se mjerile tijekom tiska naklade su cyan i magenta, a tiskane su dvije različite naklade, poklopci za Kefir light i poklopci za Freska voćni jogurt jagoda, oba tvrtke Vindija d.d..



Slika 5. Spektrofotometar

4.1.1. Izmjerene vrijednosti originala i reprodukcije

4.1.1.1. Kefir Light

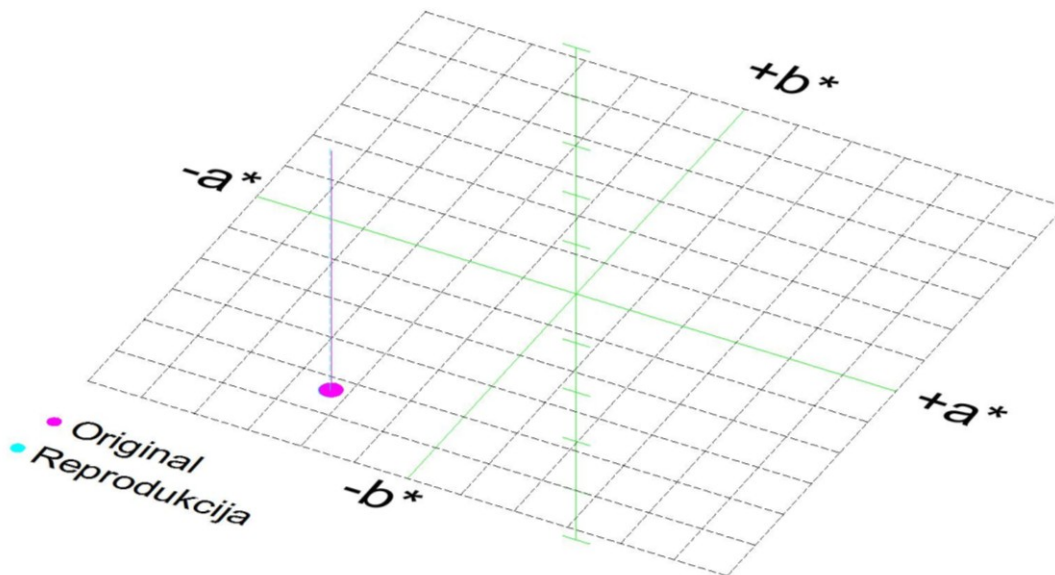
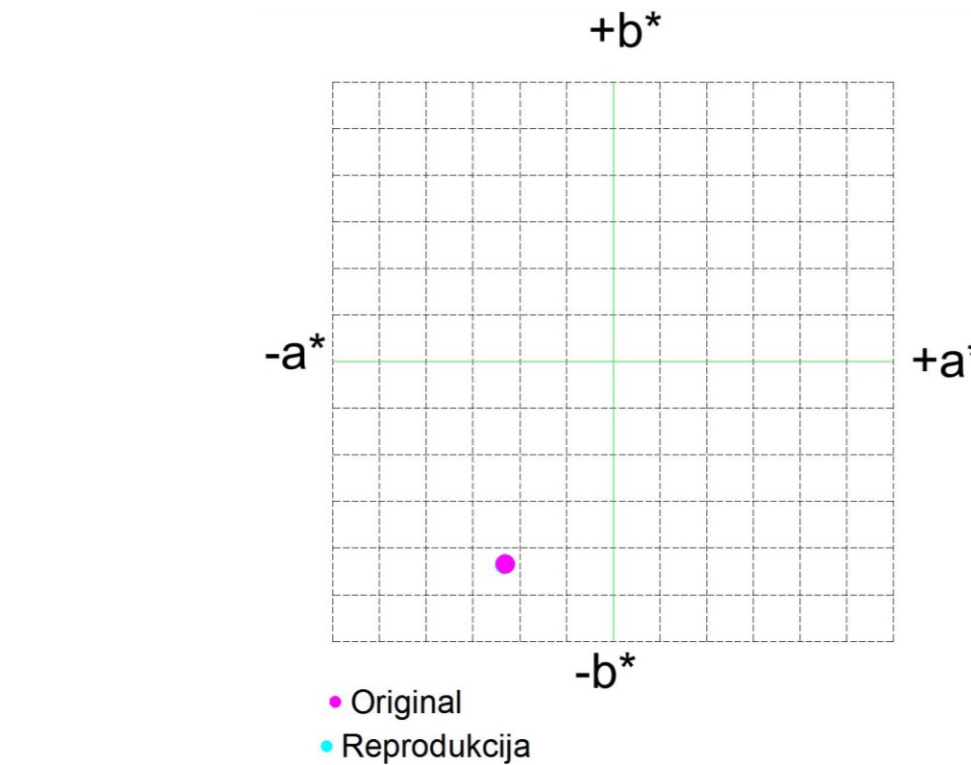
Tablica 2. CIE L*a*b* vrijednosti boje - Process Cyan C UV 259

	ORIGINAL	1.mjerenje	2.mjerenje	3.mjerenje
L*	48,54	48,98	49,18	48,90
a*	-20,31	-20,57	-20,57	-20,71
b*	-43,13	-43,25	-43,21	-43,51
ΔE_{2000}	2	0,5	0,7	0,4

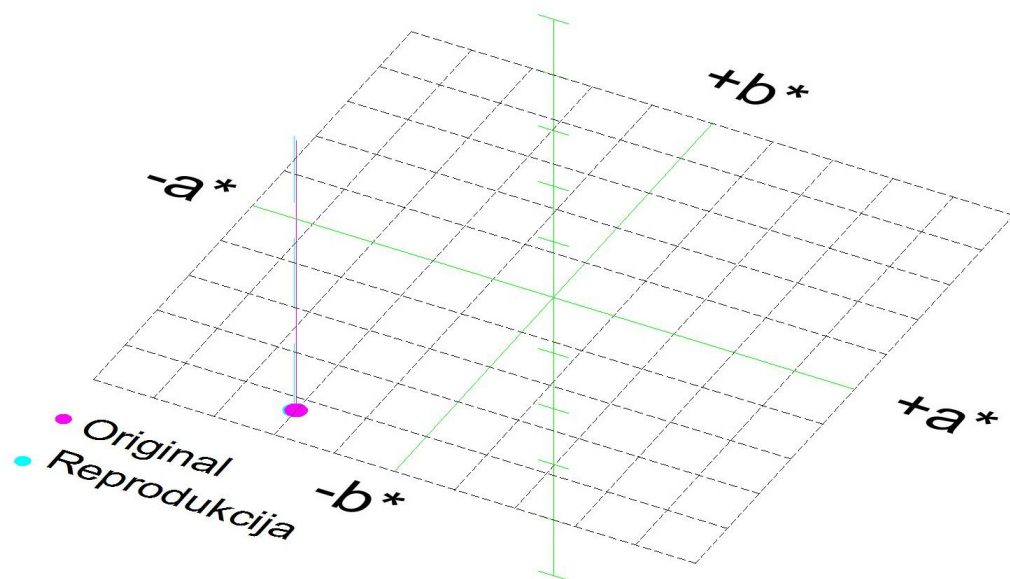
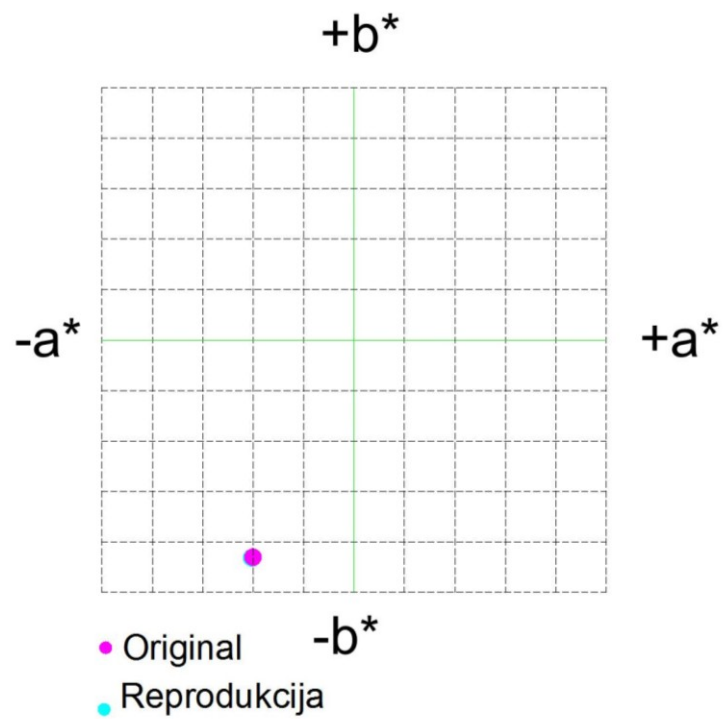
U tablici su prikazane vrijednosti boje Process Cyan C UV 259 originala i reprodukcije. Tijekom tiska jedne naklade uzeli smo tri uzorka koja smo mjerili. Dobivena mjerenja pokazuju da je vrijednost ΔE_{2000} od 0,4 do 0,7, što je vrlo mala razlika u vrijednosti otisnute boje reprodukcije i originala.

Na slikama od 6. do 8. prikazane su CIE L*a*b* vrijednosti originala i reprodukcije za boju Process Cyan C UV 259 za tri mjerenja tijekom tiska naklade.

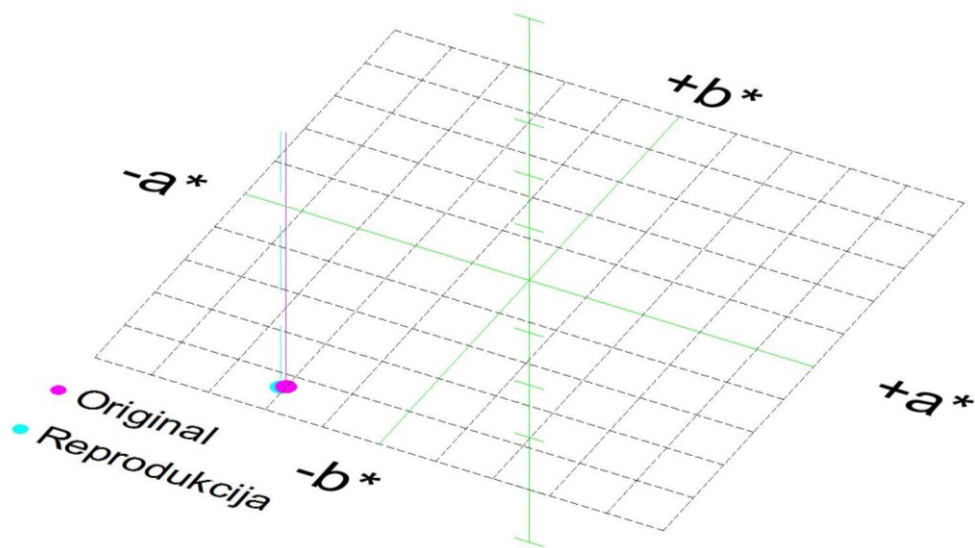
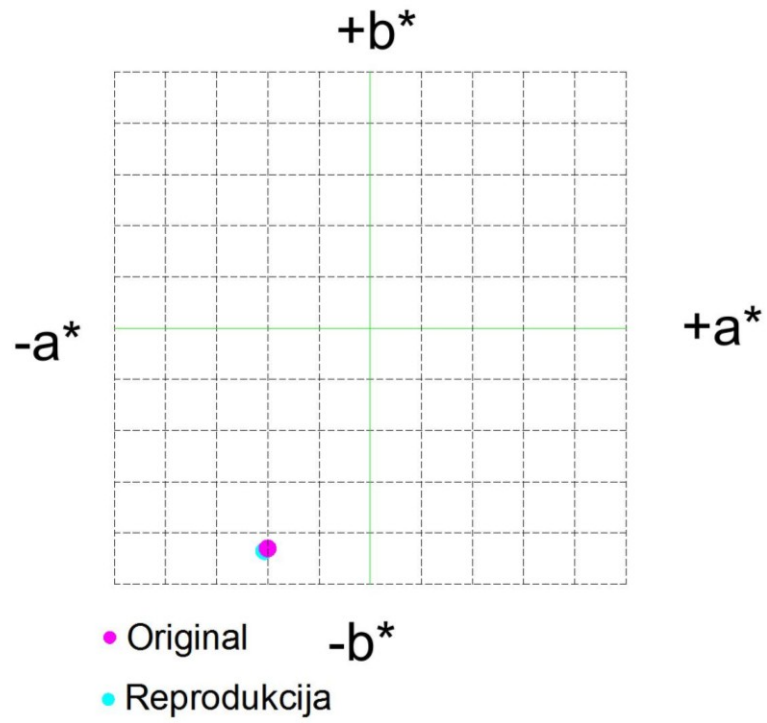
Na slici 9. prikazane su CIE L*a*b* vrijednosti originala i reprodukcije za boju Process Cyan C UV 259 za sva tri mjerenja tijekom tiska naklade.



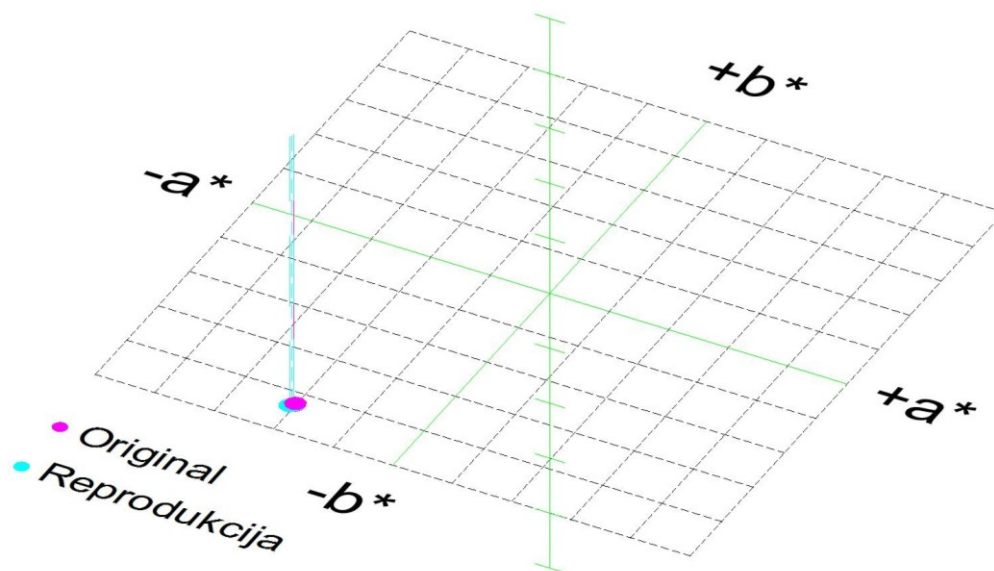
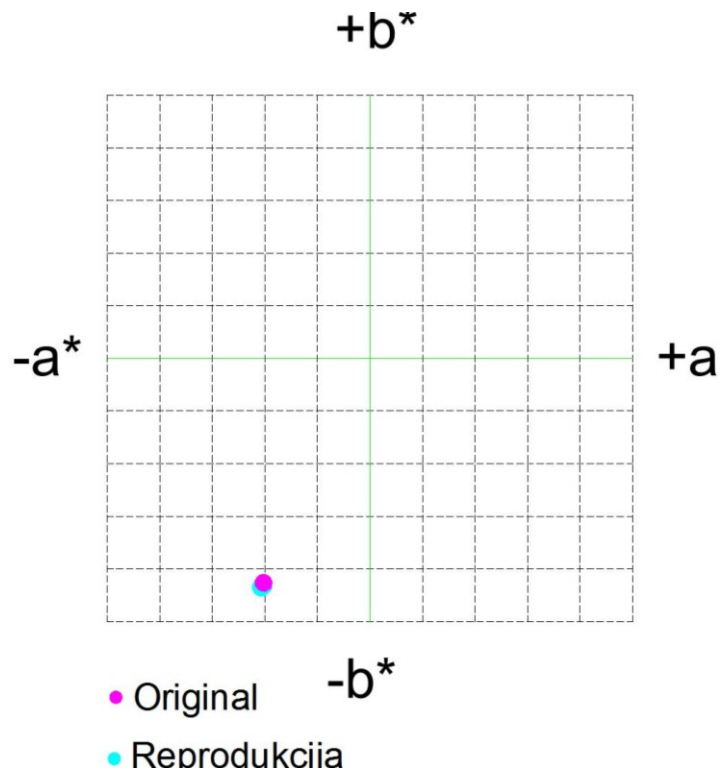
Slika 6. Prikaz CIE L*a*b* vrijednosti originala i reprodukcije za boju Process Cyan C UV 259 - Kefir light - 1.mjerenje



Slika 7. Prikaz CIE L*a*b* vrijednosti originala i reprodukcije za boju Process Cyan C UV 259 - Kefir light - 2. mjerenje



Slika 8. Prikaz CIE L*a*b* vrijednosti originala i reprodukcije za boju Process Cyan C UV 259 - Kefir light - 3. mjerenje



Slika 9. Prikaz CIE L*a*b* vrijednosti originala i reprodukcije za boju Process Cyan C UV 259 - Kefir light - sva tri mjerenja

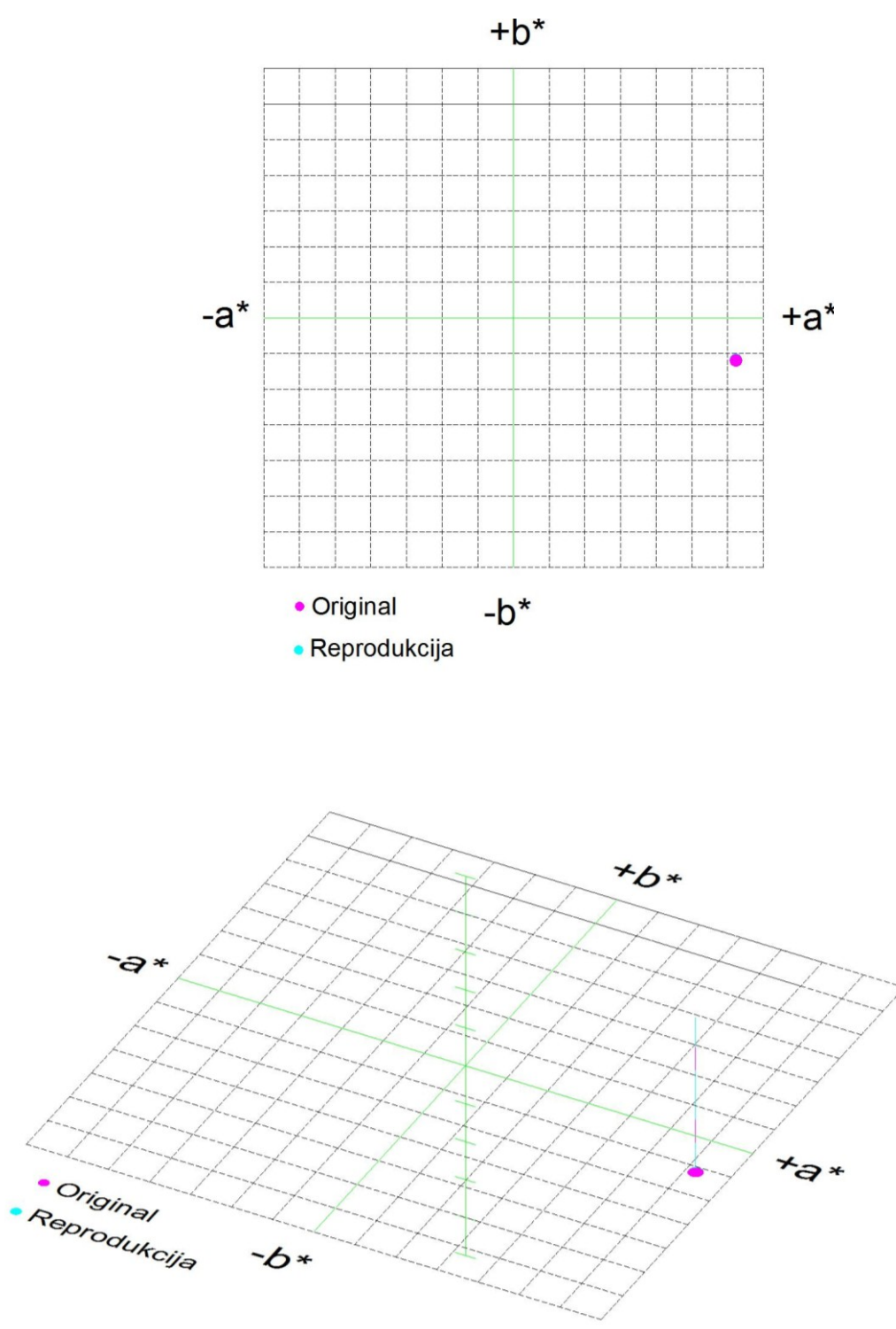
Tablica 3. CIE L*a*b* vrijednosti boje - Process Magenta C UV 259

	ORIGINAL	1.mjerenje	2.mjerenje	3.mjerenje
L*	40,56	40,59	40,72	40,72
a*	62,35	62,31	62,33	62,26
b*	-11,91	-11,79	-11,86	-11,78
ΔE_{2000}	2	0,1	0,1	0,2

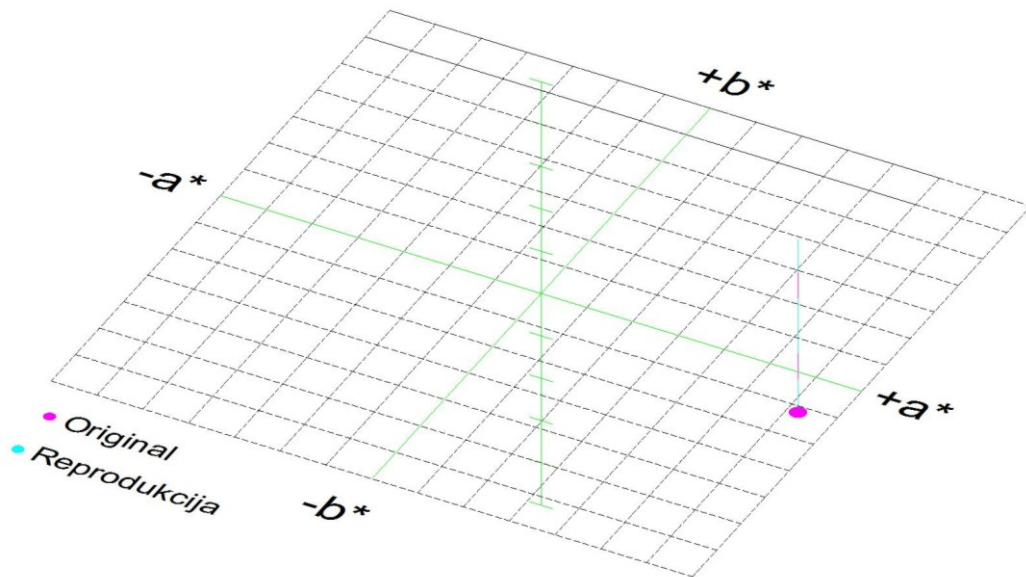
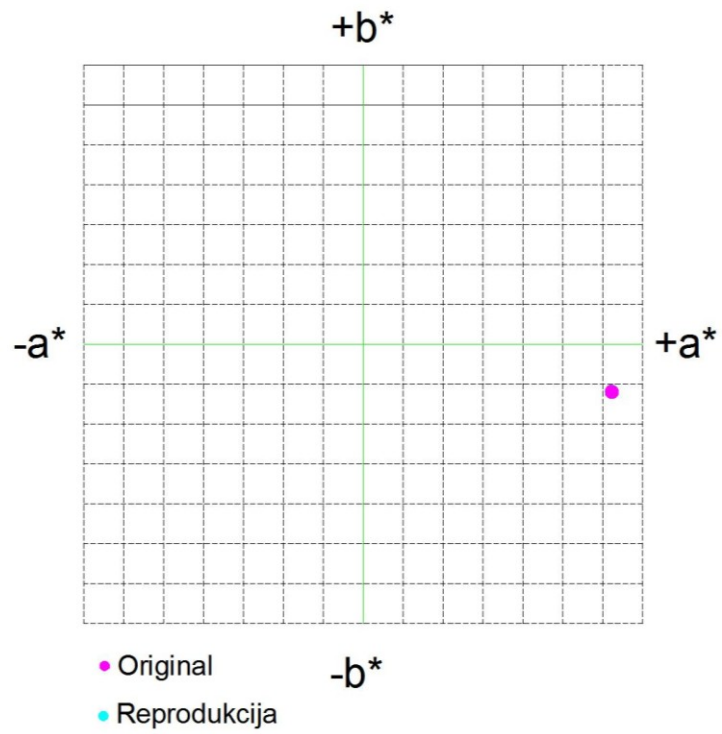
U tablici su prikazane vrijednosti boje Process Magenta C UV 259 originala i reprodukcije. Tijekom tiska jedne naklade uzeli smo tri uzorka koja smo mjerili. Dobivena mjerenja pokazuju da je vrijednost ΔE_{2000} od 0,1 do 0,2, što je vrlo mala razlika u vrijednosti otisnute boje reprodukcije i originala.

Na slikama od 10. do 12. prikazane su CIE L*a*b* vrijednosti originala i reprodukcije za boju Process Magenta C UV 259 za tri mjerenja tijekom tiska naklade.

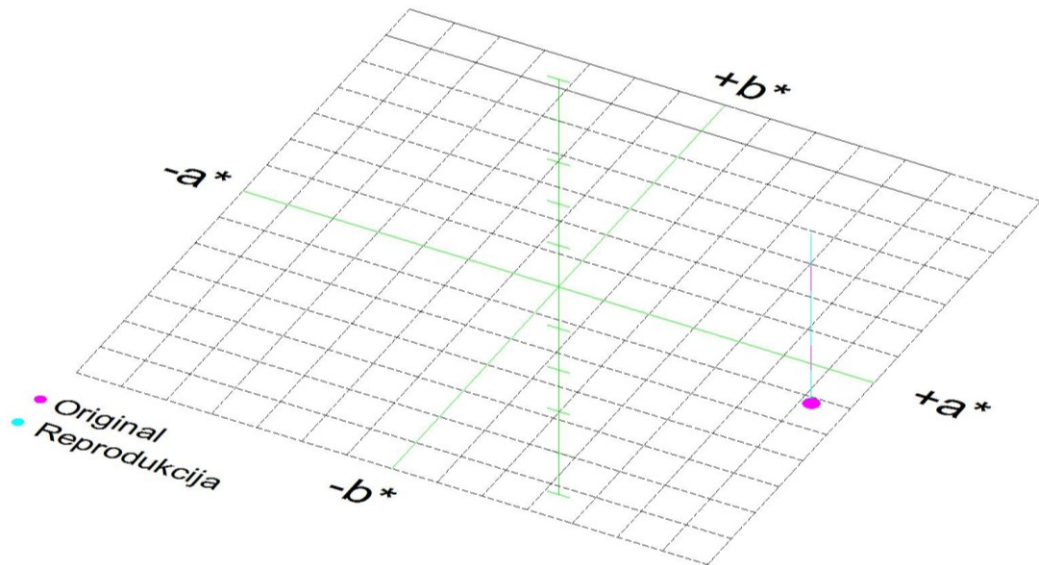
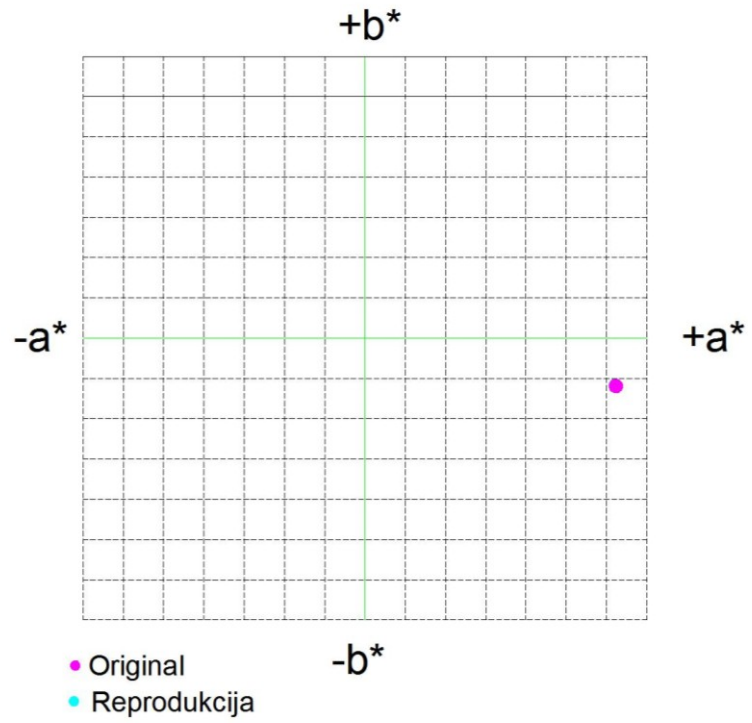
Na slici 13. prikazane su CIE L*a*b* vrijednosti originala i reprodukcije za boju Process Magenta C UV 259 za sva tri mjerenja tijekom tiska naklade.



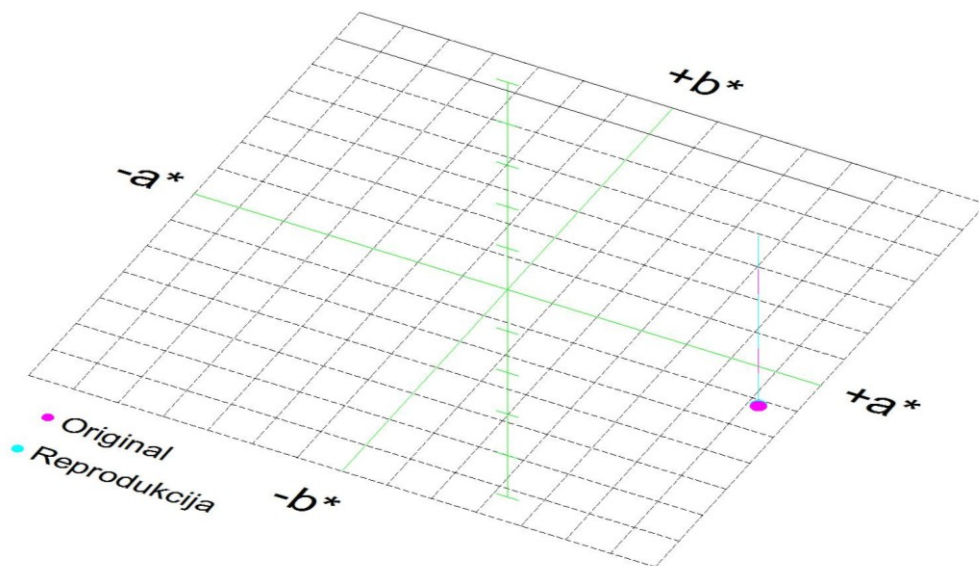
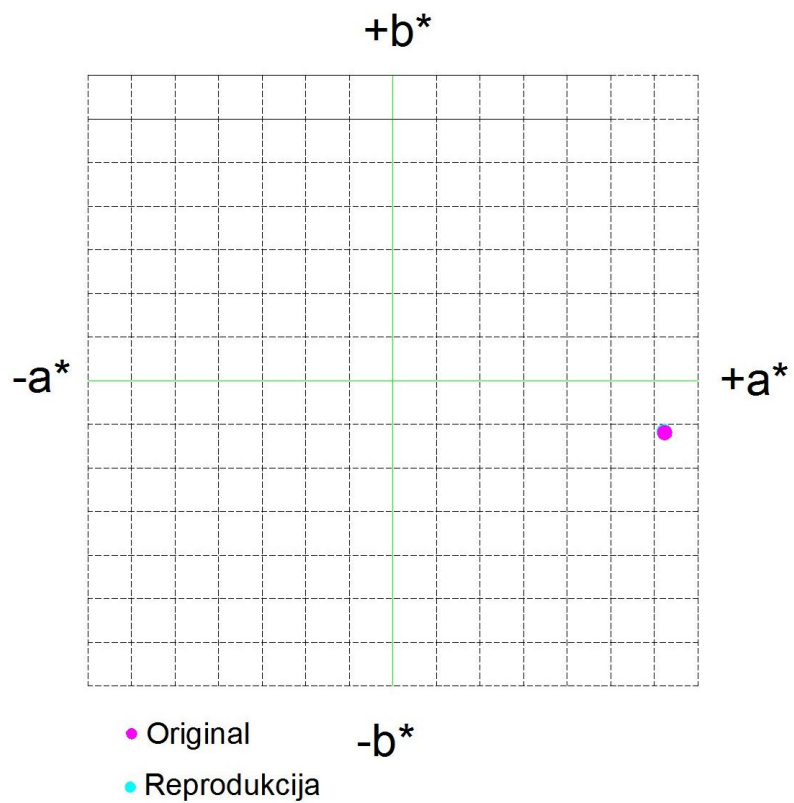
Slika10. Prikaz CIE $L^*a^*b^*$ vrijednosti originala i reprodukcije za boju Process Magenta C UV 259 - Kefir light - 1.mjerenje



Slika 11. Prikaz CIE $L^*a^*b^*$ vrijednosti originala i reprodukcije za boju Process Magenta C UV 259 - Kefir light - 2.mjerenje



Slika 12. Prikaz CIE $L^*a^*b^*$ vrijednosti originala i reprodukcije za boju Process Magenta C UV 259 - Kefir light - 3. Mjerenje



Slika 13. Prikaz CIE L*a*b* vrijednosti originala i reprodukcije za boju Process Magenta C UV 259 - Kefir light - sva tri mjerenja



Slika 14. Referentni uzorak Kefir light



Slika 15. Mjereni uzorak Kefir light

4.1.1.2. Freska voćni jogurt jagoda

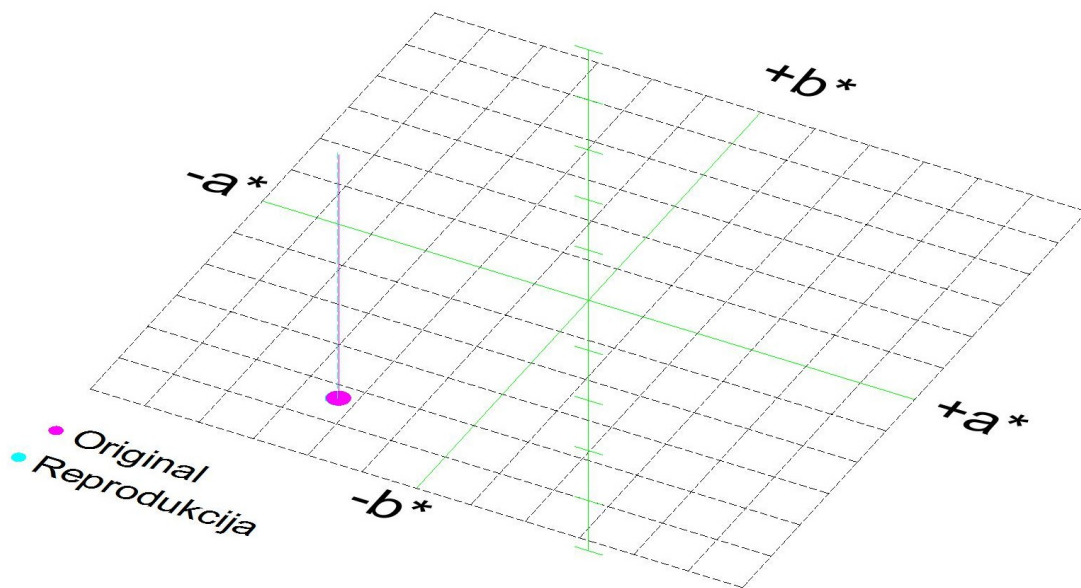
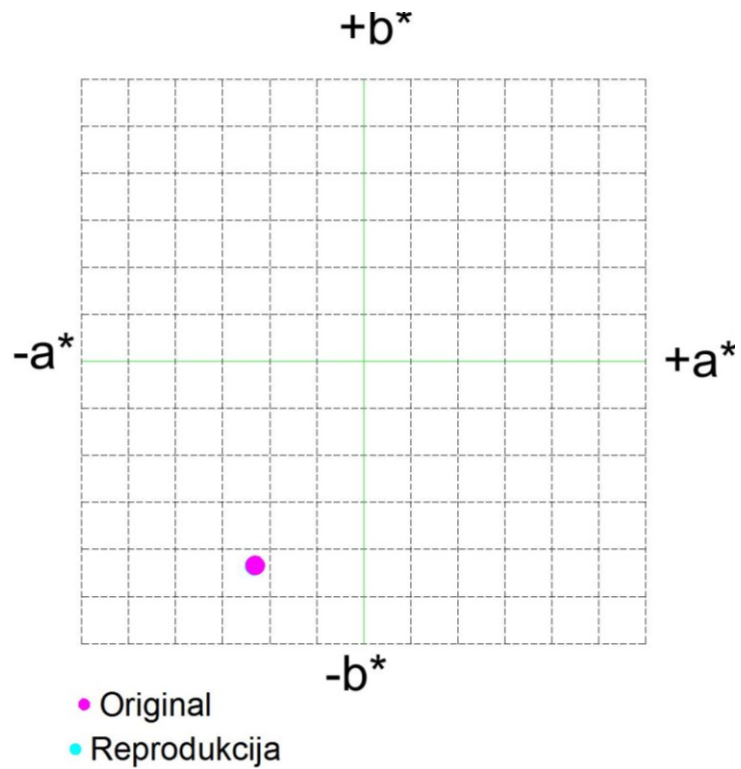
Tablica 4. CIE L*a*b* vrijednosti boje - Process Cyan C UV 259

	ORIGINAL	1.mjerenje	2.mjerenje	3.mjerenje
L	49,82	49,80	49,67	49,67
a*	-23,10	-23,20	-22,98	-22,98
b*	-43,40	-43,44	-42,95	-42,95
ΔE_{2000}	2	0,1	0,2	0,2

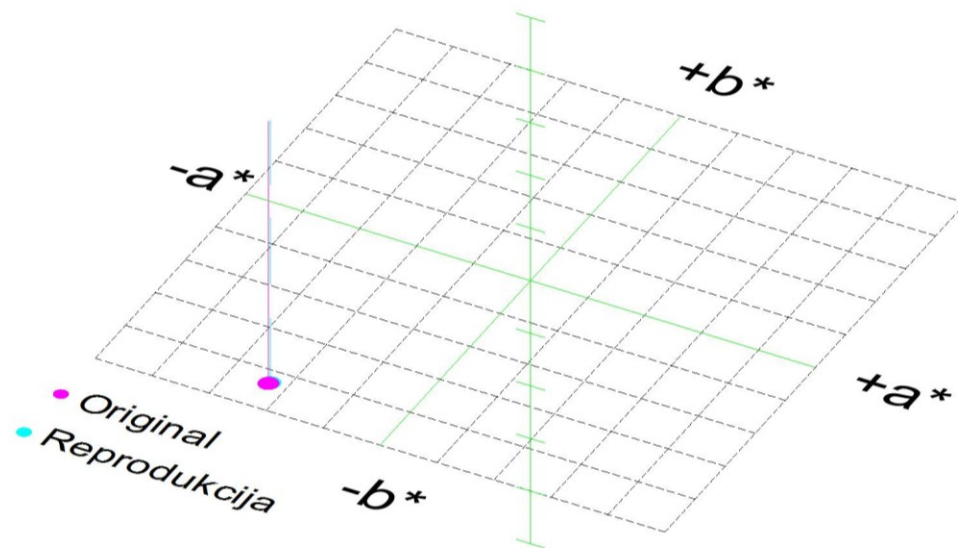
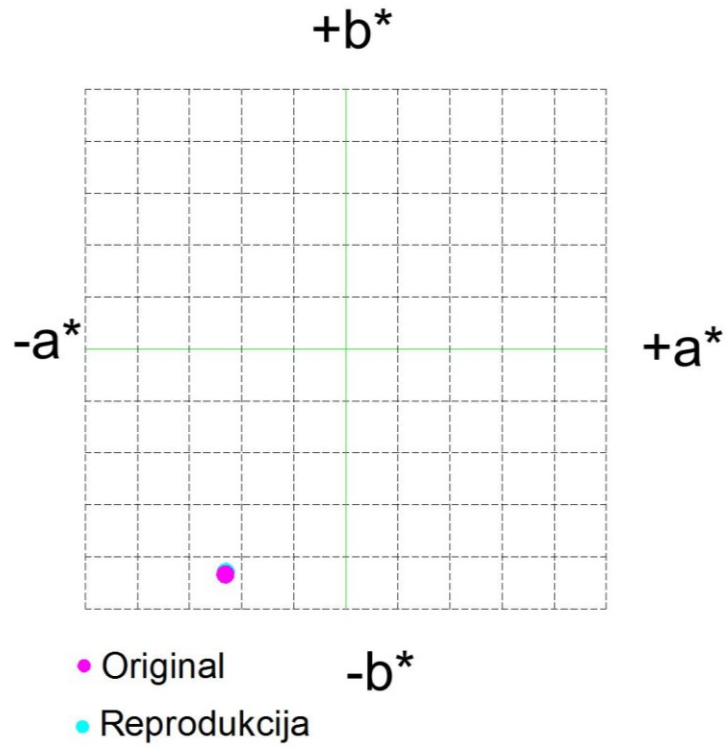
U tablici su prikazane vrijednosti boje Process Cyan C UV 259 originala i reprodukcije. Tijekom tiska jedne naklade uzeli smo tri uzorka koja smo mjerili. Dobivena mjerenja pokazuju da je vrijednost ΔE_{2000} od 0,1 do 0,2, što je vrlo mala razlika u vrijednosti otisnute boje reprodukcije i originala.

Na slikama od 16. do 18. prikazane su CIE L*a*b* vrijednosti originala i reprodukcije za boju Process Cyan C UV 259 za tri mjerenja tijekom tiska naklade.

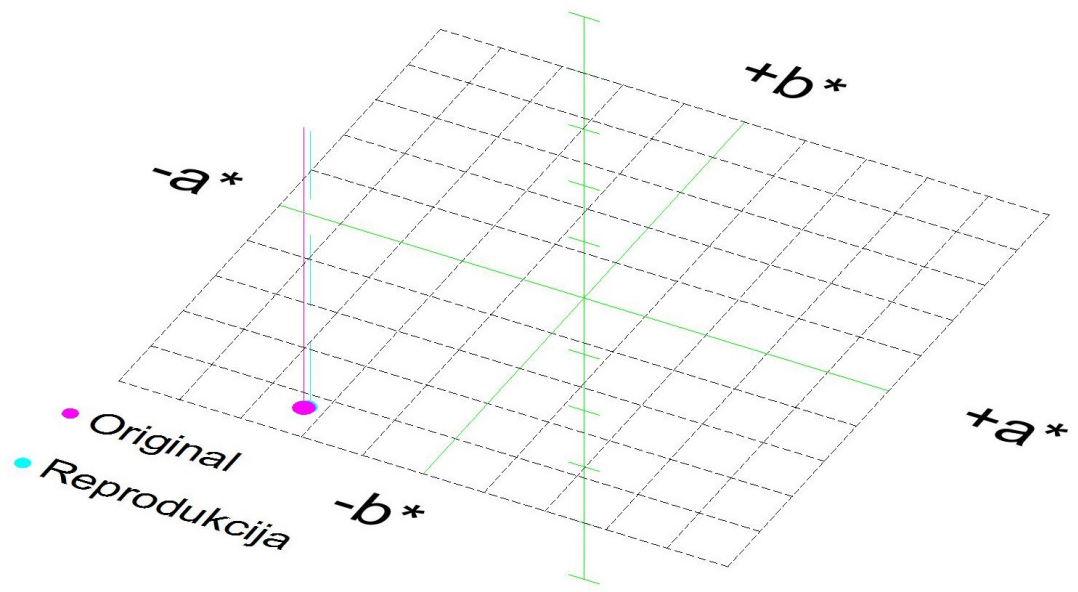
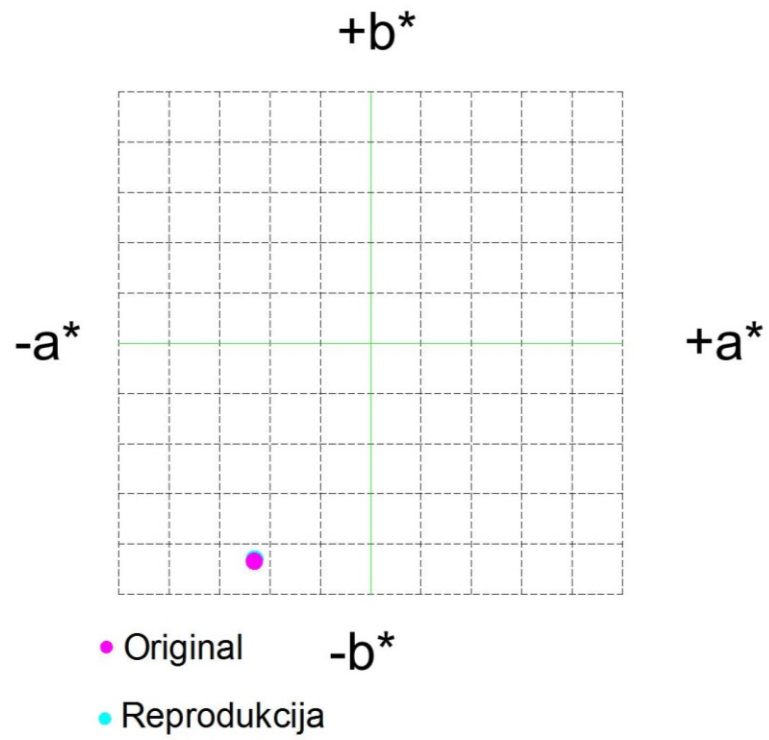
Na slici 19. prikazane su CIE L*a*b* vrijednosti originala i reprodukcije za boju Process Cyan C UV 259 za sva tri mjerenja tijekom tiska naklade.



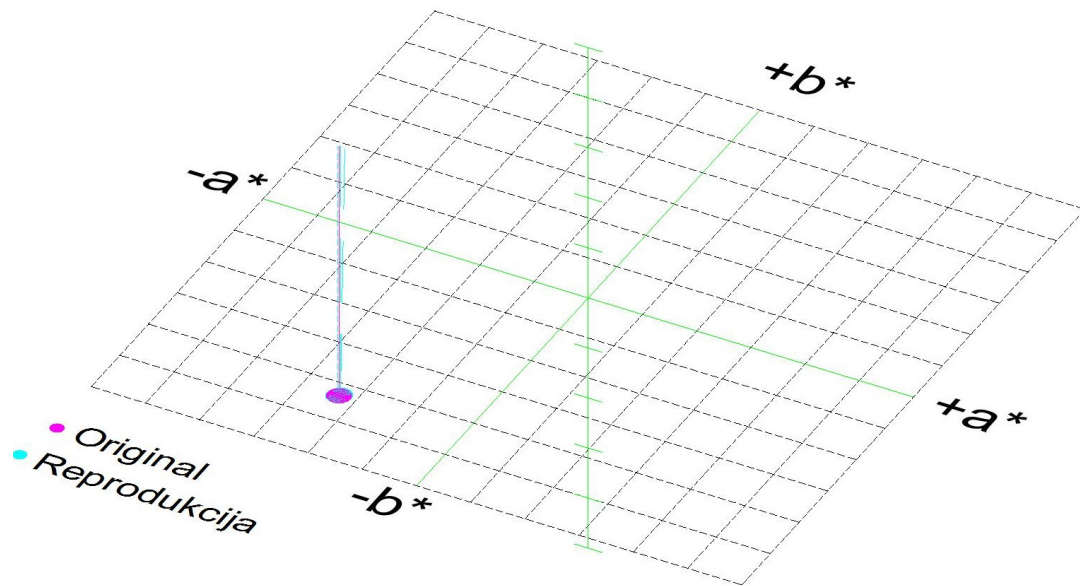
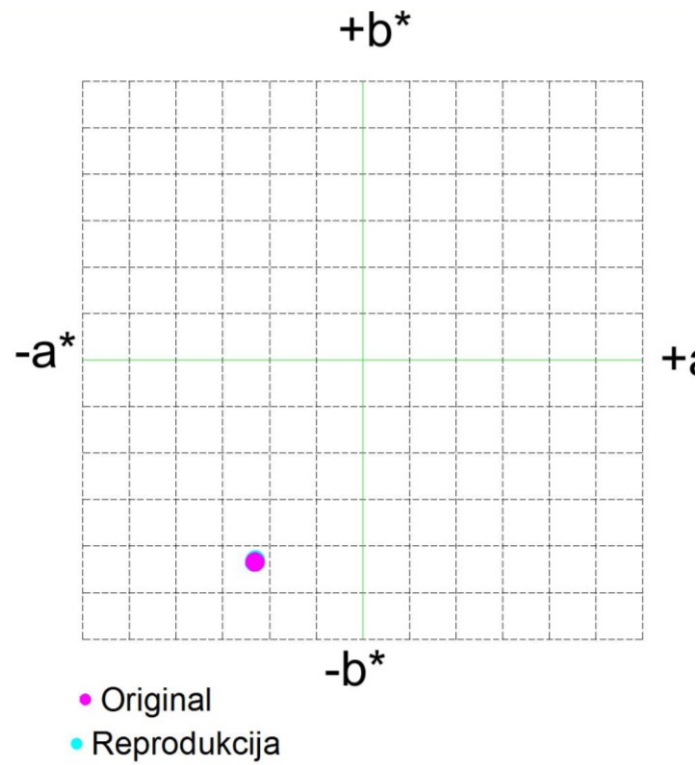
Slika 16. Prikaz CIE $L^*a^*b^*$ vrijednosti originala i reprodukcije za boju Process Cyan C UV 259 - Freska voćni jogurt jagoda - 1.mjerenje



Slika 17. Prikaz CIE $L^*a^*b^*$ vrijednosti originala i reprodukcije za boju Process Cyan C UV 259 - Freska voćni jogurt jagoda - 2.mjerenje



Slika 18. Prikaz CIE L*a*b* vrijednosti originala i reprodukcije za boju Process Cyan C UV 259 - Freska voćni jogurt jagoda - 3.mjerenje



Slika 19. Prikaz CIE $L^*a^*b^*$ vrijednosti originala i reprodukcije za boju Process Cyan C UV 259 - Freska voćni jogurt jagoda - sva tri mjerenja

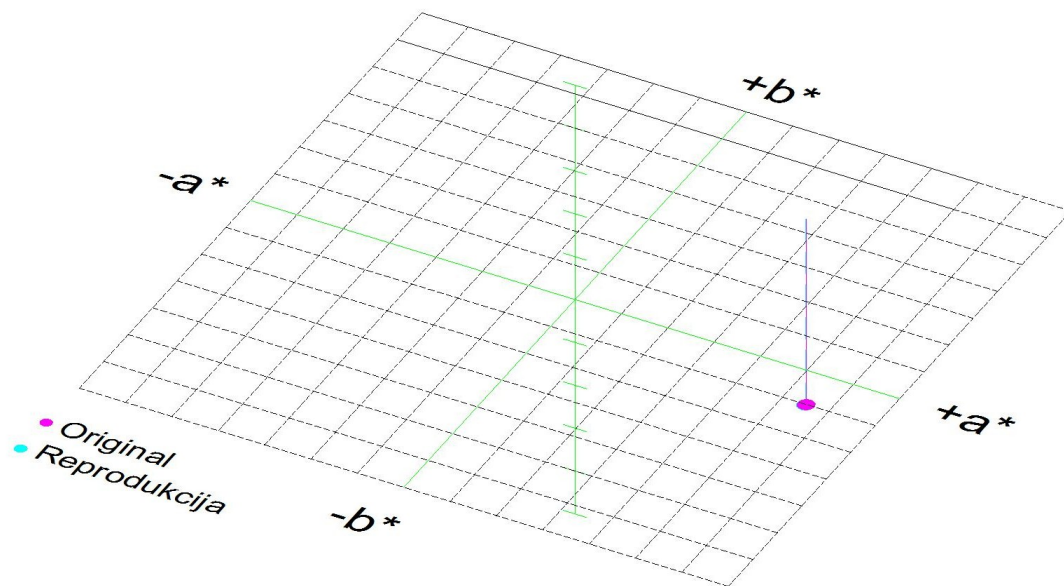
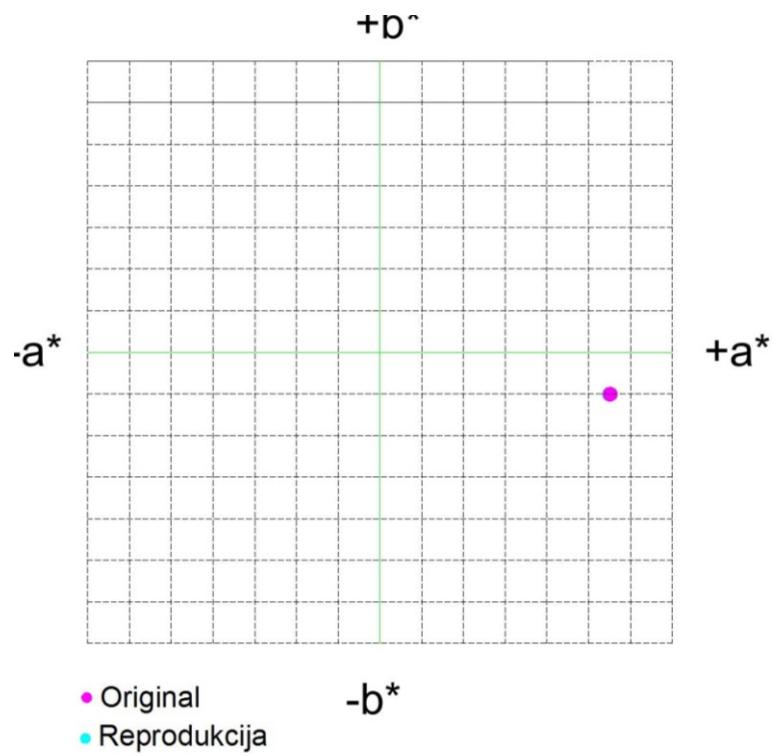
Tablica 5. CIE L*a*b* vrijednosti boje - Process Magenta C UV 259

	ORIGINAL	1.mjerenje	2.mjerenje	3.mjerenje
L*	43,19	43,20	43,09	44,85
a*	55,15	54,98	54,70	51,80
b*	-10,08	-10,10	-10,04	-9,71
ΔE_{2000}	2	0,1	0,2	1,8

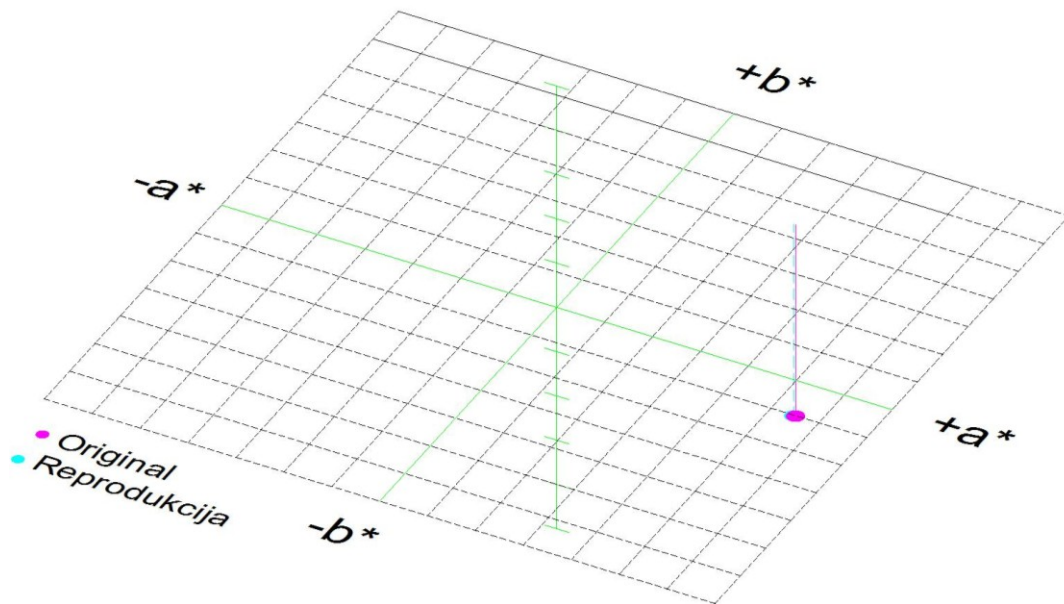
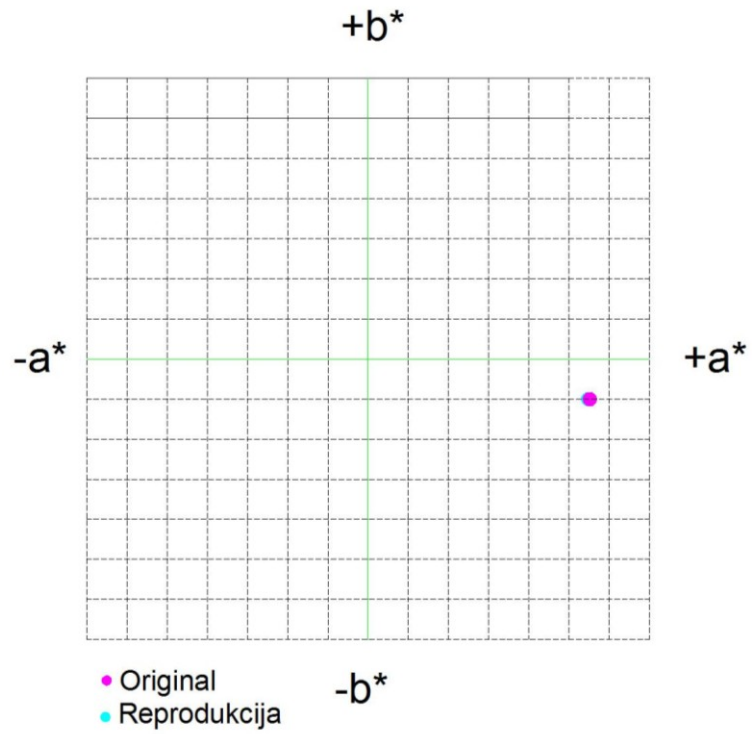
U tablici su prikazane vrijednosti boje Process Magenta C UV 259 originala i reprodukcije. Tijekom tiska jedne naklade uzeli smo tri uzorka koja smo mjerili. Dobivena mjerenja pokazuju da je vrijednost ΔE_{2000} od 0,1 do 1,8, što je vrlo mala razlika u vrijednosti otisnute boje reprodukcije i originala.

Na slikama od 20. do 22. prikazane su CIE L*a*b* vrijednosti originala i reprodukcije za boju Process Magenta C UV 259 za tri mjerenja tijekom tiska naklade.

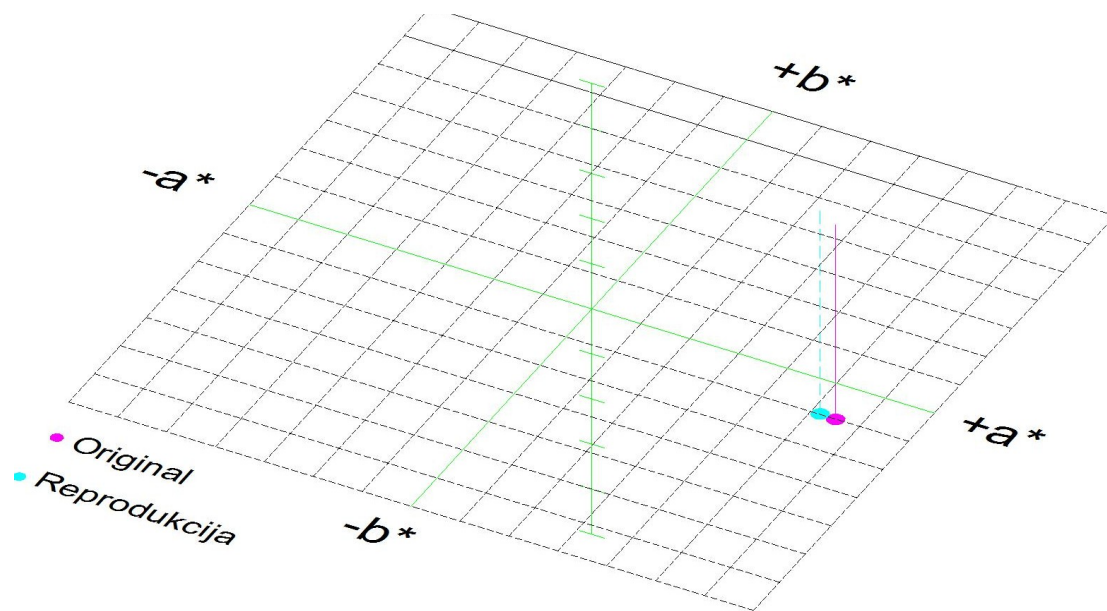
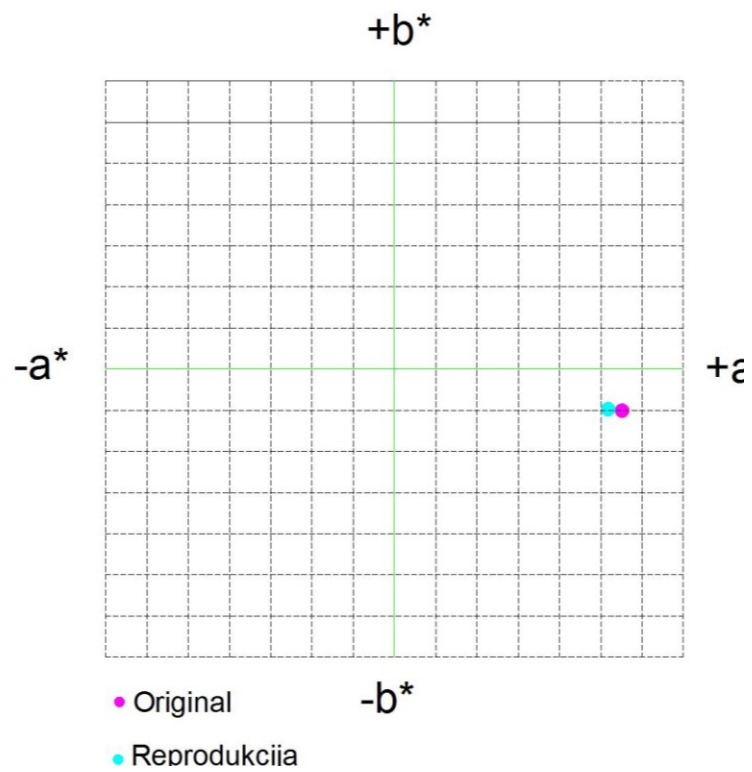
Na slici 23. prikazane su CIE L*a*b* vrijednosti originala i reprodukcije za boju Process Magenta C UV 259 za sva tri mjerenja tijekom tiska naklade.



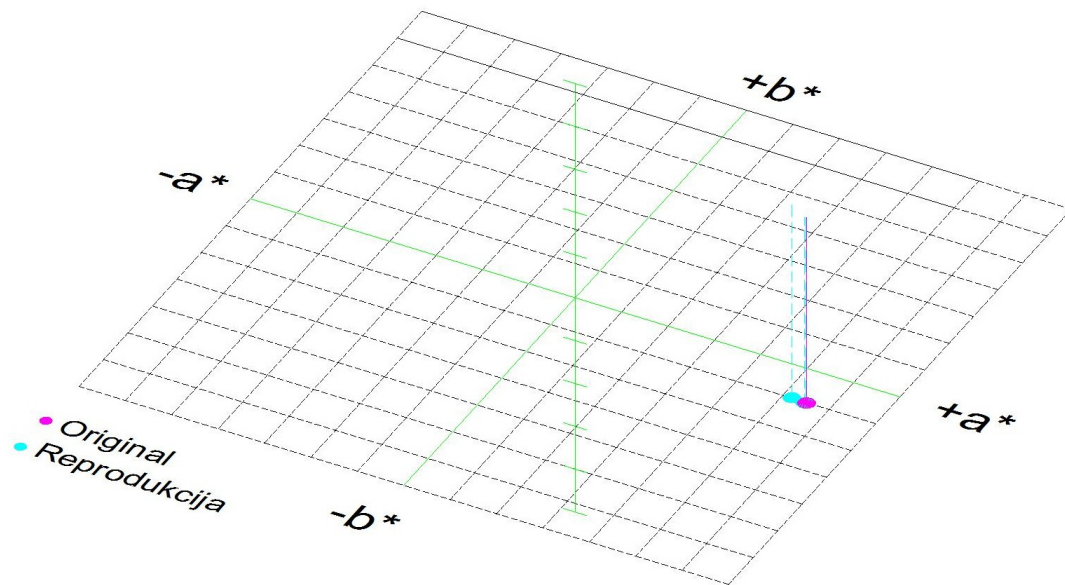
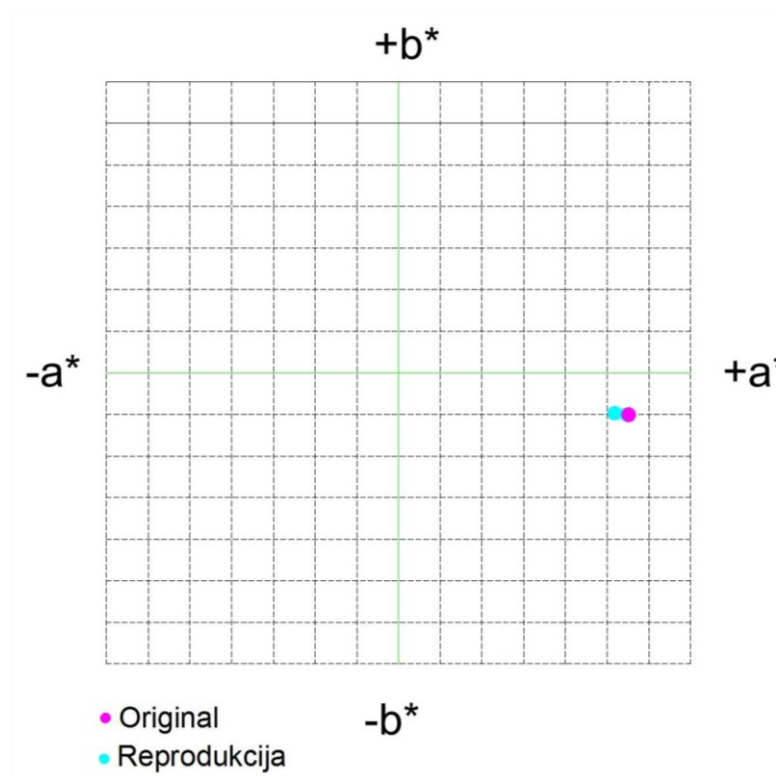
Slika 20. Prikaz CIE $L^*a^*b^*$ vrijednosti originala i reprodukcije za boju Process Magenta C UV 259 - Freska voćni jogurt jagoda - 1.mjerenje



Slika 21. Prikaz CIE $L^*a^*b^*$ vrijednosti originala i reprodukcije za boju Process Magenta C UV 259 - Freska voćni jogurt jagoda - 2.mjerenje



Slika 22. Prikaz CIE $L^*a^*b^*$ vrijednosti originala i reprodukcije za boju Process Magenta C UV 259 - Freska voćni jogurt jagoda - 3.mjerenje



Slika 23. Prikaz CIE L*a*b* vrijednosti originala i reprodukcije za boju Process Magenta C UV 259 - Freska voćni jogurt jagoda - sva tri mjerjenja



Slika 24. Referentni uzorak Freska voćni jogurt jagoda



Slika 25. Mjereni uzorak Freska voćni jogurt jagoda

4.2. Diskusija rezultata istraživanja

Fleksografski tisak se u zadnje vrijeme uvelike razvija, i preuzima sve širi raspon tržišta. Donedavno se ova vrsta tiska koristila samo za tisak manje zahtjevnih otisaka, a njen razvoj je ubrzala implementacija najnovijih tehničko - tehnoloških rješenja koja su vezana uz razvoj kvalitetnijih bojila, upotrebu kvalitetnijih fotopolimernih tiskovnih formi, razvoj kvalitetnijih materijala, aniloks valjaka itd.

Kvaliteta otiska u fleksografskom tisku može se promatrati i analizirati na isti način kao i kod offsetnog tiska, što je i slučaj kod ovo rada.

Slike od 6.do 11. i od 14. do 19. prikazuju CIE L*a*b* vrijednosti originala i reprodukcije dvije iste boje (cyan i magenta) za dvije različite naklade, tj.dva različita proizvoda. Izmerene vrijednosti pokazuju da je razlika originala i reprodukcije mala, te da je slična vrijednostima u offsetnom tisku.

U eksperimentalnom dijelu ovog rada koristili smo aluminijsku podlogu i UV fleksotiskarske boje. U tvornici TOF Drniš proizvodi se aluminijska podloga, gdje se odmah nanese primer na gornji dio podloge, a termolak na donji dio podloge. Termolak se nanosi da bi se tiskarska boja mogla prihvatiti na aluminijsku podlogu, a termolak se nanosi da bi se kasnije poklopac mogao zalijepiti na podlogu na koju se stavlja (u ovom slučaju na čašicu od jogurta). Na svakoj grupi na tiskarskom stroju je sušenje boje s UV lampama. U firmi aluflexpack Novi d.o.o. proizvodnja, tj.tisak se odvija u inertnoj atmosferi koja je bolja za okoliš, a također bolja je i adhezija boje, te je veća produktivnost.

5. ZAKLJUČCI

Rezultati eksperimentalnog dijela ovog rada ukazuju da je kvaliteta otisaka na aluminijskim podlogama jako dobra. CIE L*a*b* vrijednosti originala (referentnog uzorka) i otisnutih boja reprodukcije gotovo su iste, i vrlo mala su odstupanja.

U ovom radu smo mjerili dvije iste boje, cyan i magenta kod dva različita proizvoda, poklopci za jogurt za Kefir light i za Freska voćni jogurt jagoda.

Razlike u vrijednosti otisnute boje reprodukcije i originala kod izmjerenih boja su jako male, gotovo nevidljive prostim okom. Najveća razlika u vrijednosti otisnute boje reprodukcije i originala je kod boje Magenta za Freska voćni jogurt jagoda. Moguće je da je snimano na rubu folije. Također problem može biti i u tome da se “digao” tisak, da nedostaje boje na klišeju i slično. Razlika u bojama cyan i magenta za Kefir light i Freska voćni jogurt jagoda može biti zbog drugačijih parametara stroja, drugačije ovjere kupca i slično. Parametri stroja su: nagibi, jačina otiska, raster (različit), udaljenost rastera od tiskovnog cilindra, viskoznost, brzina tiska.

Fleksografski tisak će se u budućnosti širiti i preuzimati određene poslove, posebno one vezane uz tisak ambalaže, i s druge strane širiti će svoje kvalitativne mogućnosti s obzirom na razvoj novih tehnologija i materijala primijenjenih u fleksografskom tisku.

6. LITERATURA

1. Bolanča S., (2013), *Tisak ambalaže*, Hrvatska sveučilišna naklada, Zagreb
2. ***<https://hr.wikipedia.org/wiki/Fleksotisak> – *Princip rada fleksotiska – slika*, 05.08.2016.
3. Bolanča S., (2013), *Tisak ambalaže*, Hrvatska sveučilišna naklada, Zagreb - *Slika - Struktura i proces izrade fleksografske tiskovne forme od fotopolimera*
4. *** https://en.wikipedia.org/wiki/Lab_color_space , *CIE L*a*b** - 06.08.2016.
5. Zjakić I., (2007), *Upravljanje kvalitetom ofsetnog tiska*, Hrvatska sveučilišna naklada, Zagreb – *Slika - Tablica*
6. Zubčić I., (2014), *Ovisnost kolorimetrijskih promjena i kvalitete tiska neupojnih tiskovnih podloga kroz nakladu*, *Završni rad*
7. ***<http://afp.hr/hr/product/mlijecna-2/>, *Aluminijski poklopci*, 03.08.2016.
- 8.*** <http://afp.hr/hr/plant/plant-zadar/>, *Slika stroja – BHS Intro*, 05.08.2016.
9. ***<https://www.xrite.com/spectroeye-spectrophotometer>, *Slika spektrofotometra*, 05.08.2016.
10. Horvatić S., (2011), *Fleksotisak tisak ambalaže*, Markulin d.o.o.,Zagreb