

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GRAFIČKI FAKULTET**

ZAVRŠNI RAD

Sabina Hajrudinović



Sveučilište u Zagrebu
Grafički fakultet

Smjer: tehničko - tehnološki

ZAVRŠNI RAD

OSCILACIJA OBOJENJA U FLEKSOGRAFSKOM TISKU S OBZIROM NA PODLOGU

Mentor:
Prof. dr. sc. Igor Zjakić

Student:
Sabina Hajrudinović

Zagreb, 2014

Rješenje o odobrenju teme završnog rada

SAŽETAK

Unutar tiskovne industrije fleksografski tisak je najdinamičnije rastuće područje. Spoznajom o mogućnosti tiska na polimerne materijle pronašao je svoju primjenu u komercijalnom smislu. Najčešće se koristi kao tisak na ambalažne proizvode, naljepnice, etikete. Za svaku tehniku tiska od velikog je značaja primanje bojila na tiskovnu podlogu zbog ostvarivanja kvalitetnog otiska. Ovo istraživanje se bazira na ispitivanju promjene u obojnu ako je cijan nanešen direktno na podlogu ili na bijelu boju. Podloge koje su korištene u ispitivanju su PVC, PET, PP, PELD. Parametri na osnovu kojih su definirane promjene su kolorimetrijske razlike između boja, odnosno kolorimetrijske vrijednosti. Na osnovu različite viskoznosti cijan tiskarske boje i različitih polimernih podloga odredit će se odstupanja u kvaliteti .ž

Ključne riječi: Fleksografski tisak, polimerni materijali, kolorimetrijske razlike

SUMMERY

Flexographic printing is the most dynamic and fast-growing field within the printing industry. After the discovery that it is possible to print on polymeric materials, it has found its purpose in a commercial sense. It is most often used for printing on packaging products, stickers and adhesive labels. The most important part of every printing technique is the adhesion of the dye to the printing surface for achieving high-quality prints. This research is based on keeping track of changes which occur if the cyan is applied directly to a surface or on white color. The surfaces that have been used in this research are PVC, PET, PP and PELD. The parameters which define those changes are colorimetric differences between colors, or colorimetric values. The variations in quality will be determined by the difference in viscosity between cyan printing color and a spectrum of different polymer surfaces.

Keywords : Flexographic printing, polymeric materials, colorimetric differences

SADRŽAJ:

1. UVOD	1
2. TEORIJSKI DIO.....	2
2.1. Fleksografski tisak.....	2
2.2. Vrste fleksografski tiskovnih formi	3
2.2.1. Fotopolimerne tiskovne forme	3
2.3. Bojila za fleksografski tisak	5
2.3.1. Fleksografske boje na bazi vode	6
2.3.2. Fleksografske boje na bazi organskih otapala.....	6
2.3.3. UV Fleksografske boje	7
3. POLIMERNI MATERIJALI	8
3.1. Polimerni materijali za izradu ambalaže	8
3.1.1. Poli (vinil-klorid).....	8
3.1.3. Polipropilen	10
3.1.4. Polietilen niske gustoće	11
4. KOLORIMETRIJSKE VRIJEDNOSTI CIE L*a*b*	12
5. EKSPERIMENTALNI DIO	14
6. REZULTATI	15
7. DISKUSIJA	20
8. ZAKLJUČAK	21
9. LITERATURA.....	22

1. UVOD

Fleksografski tisak je tehnika visokog tiska. Karakterizira ga fleksibilna tiskovna forma i bojilo niskog viskoziteta. Zbog mogućnosti tiska na različite tiskovne podloge npr. polimerne materijale koristi se prvenstveno za tisak na ambalažu. Kako se u modernom svijetu polimerna ambalaža sve više koristi tako je i fleksografski tisak doživio rapidan rast posljednjih godina. Kvaliteta otisaka dobivenih ovom tehnikom tiska konstantno se povećava. Tiskarska bojila korištena u ovoj tehnici tiska (UV bojila i bojila na bazi vode ili otapala), izrazito su ekološki prihvatljiva. Svaki danom se pred ovu tehniku stavljaju sve veći zahtjevi koji se uspješno rješavaju. Razvojem novih tehnologija kvaliteta otiska je sve bolja. Zbog napretka tehnologije i usavršavanja ove tehnike tiska u mogim segmentima istiskuje konkurentne tehnike tiska.

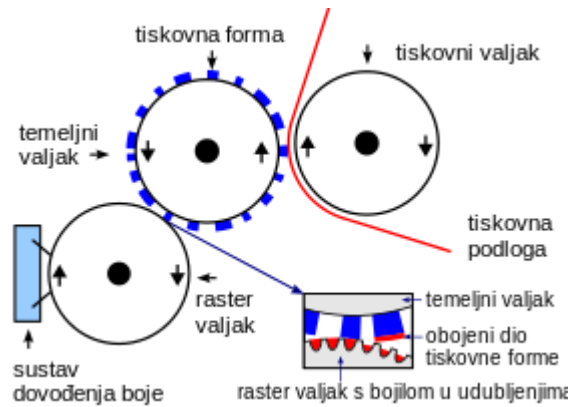
2. TEORIJSKI DIO

2.1. *Fleksografski tisak*

Fleksografski tisak je tehnika direktnog visokog tiska. Glavna razlika u odnosu na druge tehnike tiskarske tehnike je tiskovna forma koja je kod fleksografskog tiska elastična, te je potreban manji pritisak da bi se ostvario otisak na tiskovnoj podlozi. Danas se ova tehnika tiska uglavnom primjenjuje za tisak ambalaže. Glavna prednost ove tehnike u odnosu na druge tiskarske tehnike je mogućnost tiska na različite tiskovne podloge bez obzira jeli podloga upojna ili neupojna. Unutara grafičke industrije fleksografski tisak je najdinamičnije rastuće područje. Izvorni naziv fleksografskog tiska je anilinski tisak. Anilinske boje su bile otrovne, a s obzirom da je primjena fleksografskog tiska bila isključivo za ambalažu, ove boje su zabranjene za uporabu. Naziv anilinski tisak zadržan je sve do 1951. godine iako su se već ranije razvijena i upotrebljena nova tiskarska bojila. 1952. godine tehnici je promjenjeno ime u fleksografski tisak [1].

Tiskovne jedinice fleksografskog tiska rade principom otiskivanja cilindar-cilindar, i sastoje se od: temeljnog cilindra, tiskovnog cilindra i uređaja za obojenje. Bojilo je smješteno u bojaniku te se duktorom, koji je delomično smješten u kadu s bojom, rotacijom prenosi na temeljni cilindar na kojem se nalazi tiskovna forma [2]. je kako su u njoj sakrivene sve postojeće boje. U fleksografskom tisku tiskarsko bojilo se sustavom valjaka prenosi na rastrirani (aniloks) valjak, a uloga mu je jednolično prenošenje tankog sloja bojila na tiskovnu formu. Rastrirani valjak na sebi sadrži ćelije pomoću kojih se prenosi tiskarsko bojilo. Ovisno o linijaturi, odnosno broju ćelija rastriranog valjka mijenja se nanos bojila na tiskovnoj podlozi. Tiskovna forma je smještena oko temeljnog cilindra i njeni ispupčeni dijelovi preuzimaju boju i prenose je na podlogu na kojoj se tiska. Zbog svojstva izdržljivosti na trošenje te malog pritiska na tiskovnu podlogu, tiskovna forma je dugog vijeka trajanja.

Princip fleksografskog tiska prikazan je na slici 1.



Slika1. Princip fleksografskog tiska

2.2. Vrste fleksografski tiskovnih formi

S obzirom da je fleksotisak tehnika visokog tiska tiskovne i slobodne površine razlikuju se po svom geometrijskom položaju. Tiskovne površine su uzdignute u odnosu na slobodne površine. Tiskovne forme mogu biti izrađena od gume ili fotopolimernog materijala.

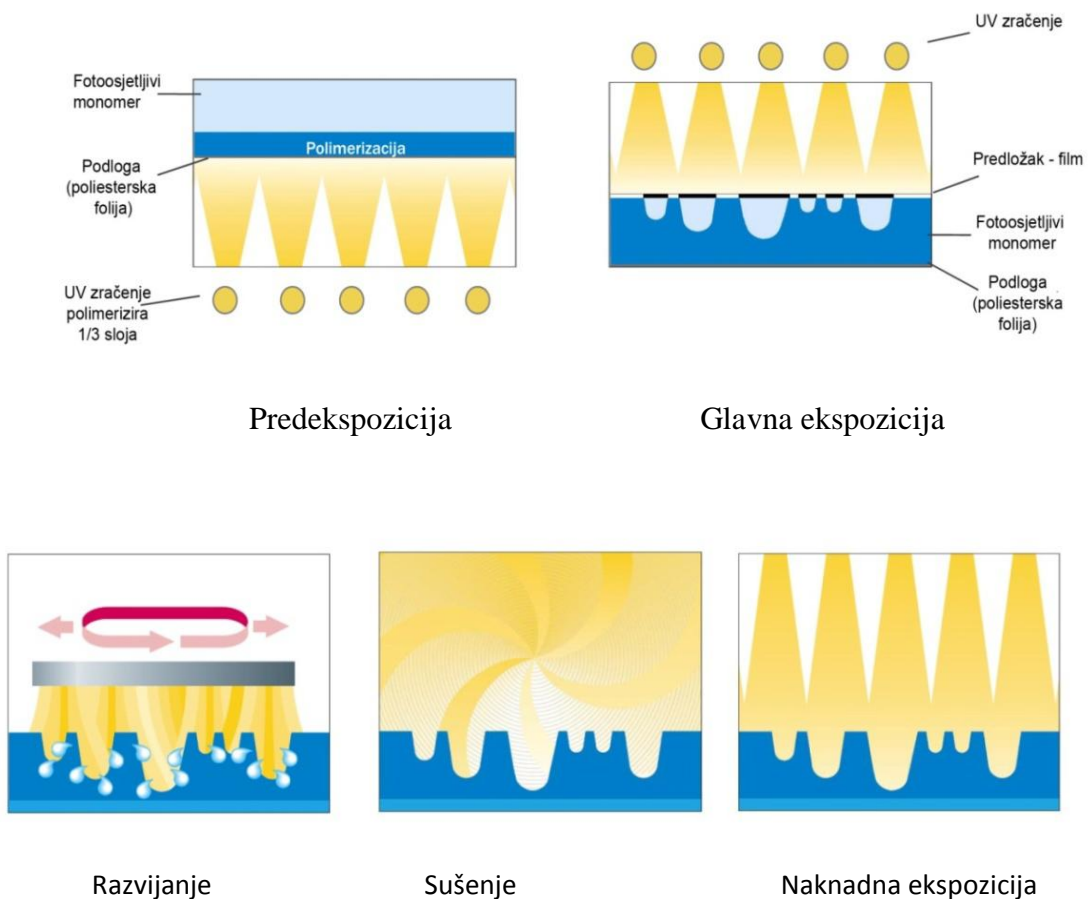
2.2.1. Fotopolimerne tiskovne forme

Tiskovna forma se izrađuje od fotoosjetljivog polimera. Ovisno o namjeni, debljina tiskovne forme može biti od 1,7 do 6 mm. Osvjetljavanjem ultraljubičastim svjetlom kroz negativ i naknadnim ispiranjem u vodi ili nekoj drugoj vrsti otapala dobiva se reljefna tiskovna forma. Početkom 21. stoljeća tiskovne forme se proizvode metodom CtP (eng. *computer to plate*) tj. izrada uz pomoć lasera bez osvjetljavanja i ispiranja čime se znatno skraćuje vrijeme izrade uz bolju kvalitetu tiskovne forme. [3]

Fotopolimerne tiskovne forme mogu biti izrađene od tekućeg ili krutog fotopolimernog materijala.

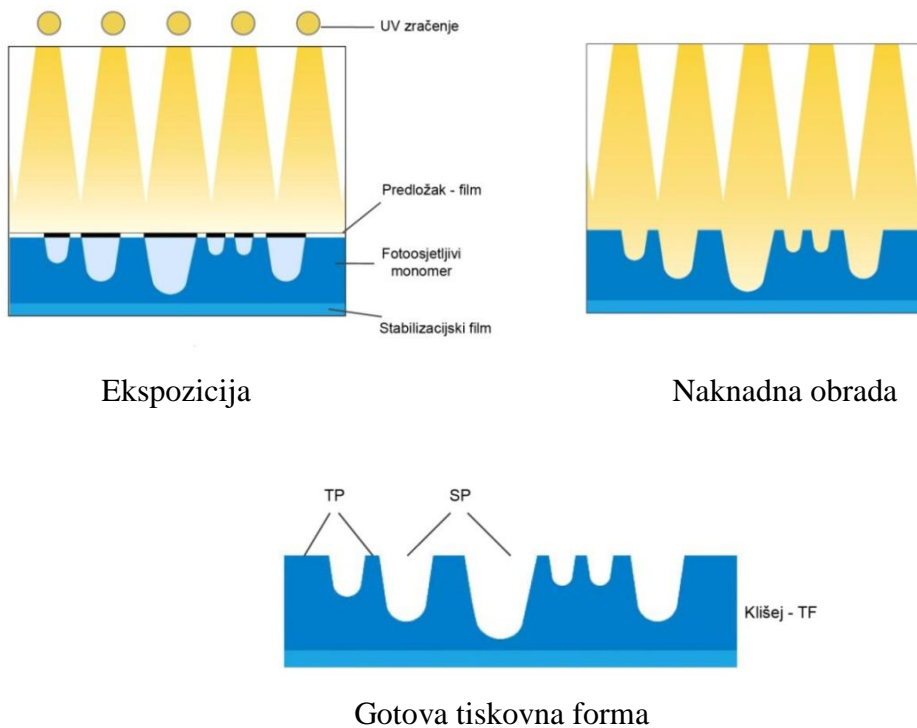
Tiskovna forma koja je izrađena od tekućeg fotopolimernog materijala sastoji se od podloge (poliesterska folija) i fotoosjetljivog monomera. Kod ovog tipa tiskovnih formi tri su faze osvjetljavanja.

1. Preekspozicija- provodi se sa stražnje strane fotomonomera UV zračenjem te dolazi do postupne polimerizacije. Osvjetljavanje se provodi bez filma u svrhu dobivanja polimernog sloja koji će predstavljati podlogu tiskovne forme
2. Glavna ekspozicija- U ovoj fazi dolazi do odvajanja tiskovnih od slobodnih površina. Osvjetljavanje se vrši kroz predložak.
3. Postekspozicija – cijela tiskovna forma se na kraju postupka još jednom osvjetljava radi učvršćivanja reljefa i poboljšanja mehaničkih svojstava. [4]



Slika 2. Izrada fotopolimerne tiskovne forme

Sličan je postupak izrade tiskovnih formi koje su izrađene od krutog fotopolimernog materijala. Glavna razlika je da kod krutog fotopolimera nije potrebno provoditi preekspoziciju. Tiskovna forma osvjetljuje se UV zračenjem kroz predložak što rezultira stvaranjem reljefa. Sljedeća faza je mehaničko uklanjanje filma i neosvjetljenih dijelova polimera. [5]



Slika 3. Izrada tiskovne forme od krutog fotopolimera

2.3. Bojila za fleksografski tisak

Fleskotiskarske boje moraju posjedovati određena svojstva koja odgovaraju svojstvima tiskovnih podloga (papira, PVC folija, alu-folija, limova itd.) [1]

Fleksografske boje su rijetke, tekuće (fluidne) boje male viskoznosti (0.05 - 0.5 Pa·s). Prema viskoznosti i svojstvima slične su bojama za bakrotisak. Budući da je flekostisak rotacioni tisak, potrebna je mala viskoznost bojila. Za tisak ambalaže koriste se tri tipa fleksografskih bojila:

- 1 Bojila temeljenana otapalima
- 2 Bojila temeljena na vodi
- 3 UV fleksografska bojila

Zbog niza različitih tiskovnih podloga u fleksotisku nije moguće proizvesti jedan tip boje koja bi zadovoljila uvjete svih tiskovnih podloga općenito. [5]

Glavni zahtjevi za visoko kvalitetno fleksografsko bojilo su:

- Velika izdašnost boje
- Niska viskoznost
- Visoki sjaj
- Dobra topivost
- Maksimalna stabilnost na stroju
- Svojstva dobrog tečenja
- Brzo sušenje na tiskovnoj podlozi

Kvaliteta fleksografskog otiska ovisi o svakoj sastavnici boje pojedinačno.

Fleksografska bojila sastavljena su od :

- Pigmentata ili bojila
- Veziva (smole)
- Otapala i dodataka

2.3.1. Fleksografske boje na bazi vode

Uvode se kao ekološki povoljnija bojila koje će zamijeniti bojila temeljene na hlapljivim organskim otapalima. Tim bojilima se otiskuje znatna količina kraft papira, koji se rabe za višeslojne vreće, te za tisak kutija od valovite ljepenke, naljepnica i ostalih papirnatih proizvoda. Bojila temeljene na vodi se gotovo odmah suše na vrlo upojnoj podlozi. Ako tiskamo na neupojnim podlogama potrebno je znatno više energije za sušenje otisaka, što usporava brzinu otiskivanja. Ova bojila su jače pigmentirane od bojila na bazi organskih otapala.

2.3.2. Fleksografske boje na bazi organskih otapala

Fleksografske boje na bazi otapala prvenstveno se koriste za tisak na neupojne podloge (polimerni materijeli, folije, limovi...). Sušenje takvih bojila vrši se isparavanjem i hlapljenjem otapala (koje se ubrzava izlaganjem svježe otisnutim otisaka povišenoj

temperaturi). Boje za folije trebaju biti vrlo transparentne kako bi se maksimalno iskoristila reflektivna svojstva folije pa se rabe nitrocelulozna bojila visoke svjetlostalnosti. Za fleksotisak na papirima i kartonima rabe se jednostavne i jeftine fleksotiskarske boje koje sadrže bazična bojila otopljena u alkoholu. Fleksografske boje na bazi otapala sadrže: [6]

- 40-60% vodenog ili alkoholnog otapala
- 15-25% veziva
- 10-25% pigmenata
- 5-10% aditiva.

2.3.3. UV Fleksografske boje

Ove boje ne sadrže otapalo jer UV zračenje aktivira polimerizaciju usljed koje dolazi do stvrdavanja boje na otisku. Viskozitet UV boja je prilagodljiv pa imaju primjenu kako u fleksotisku tako i u bakrotisku (duboki tisak).

Glavni sastav ovih boja je:

- 55 – 80% veziva
- 10 – 20% pigmenata
- 5 – 15% fotoinicijatora
- 5 – 10% aditiva

Izlaganjem otiska UV zračenju dolazi do momentalnog sušenja tj. osvijetljeni fotoinicijatori započinju polimerizaciju što rezultira skrućivanjem. Takvim se bojama postižu visoko kvalitetni otisci s dobrim mehaničkim i kemijskim svojstvima, a svoju primjenu pronašli su na podlogama kao što su papir, PVC, aluminijske folije i razni laminati. UV fleksotiskarske boje proizvode se ovisno o namjeni i o vrsti materijala na koji će se tiskati.

3. POLIMERNI MATERIJALI

3.1. Polimerni materijali za izradu ambalaže

Polimerna ambalaže ima relativno kratku povijest, počinje se koristiti polovicom 20. stoljeća. Ovakav oblik ambalaže najčešće se izrađuje od plastomera (termoplasta), tj. polimernih materijala linearne i razgranate strukture, topljivih na povišenim temperaturama. Neki od plastomera za izradu polimerna ambalaže:

- Poli (vinil-klorid), PVC
- Poli (etilen-tereftalat), PET
- Polietileni (PE)
- Poli (viniliden-klorid,) (PVDC)
- Poliamidi (PA)
- Polikarbonat (PC)
- Homopolimeri i kopolimeri stirena.[7.]

3.1.1. Poli (vinil-klorid)

Poli (vinil-klorid) (PVC) je polimer koji sadrži ponavljajuću jedinicu vinil-klorid, ($-\text{CHCl}-\text{CH}_2-$). Svojstva poli (vinil- klorida) mogu se mijenjati ugradnjom drugih monomera tijekom polimerizacije, npr. vinil-acetata ili viniliden-klorida, a i dodatkom mnogobrojnih stabilizatora, omekšavala (plastifikatora) i punila. Tako je poznato više od stotinu modifikacija poli (vinili – klorida) u širokom rasponu svojstava, od tvrdoga i žilavoga do mekanoga i elastomernoga materijala, među kojima su kruti i savitljivi poli(vinil-klorid) dvije temeljne vrste.

Kruti poli(vinil-klorid) proziran je, tvrd, žilav i teško preradljiv materijal, vrlo postojan na utjecaj atmosferilija i kemikalija, dobrih dielektričnih svojstava. Međutim, izrazito je krt, što se otklanja kopolimerizacijom, npr. s vinil-acetatom, a potom miješanjem s drugim polimerima, npr. poliakrilatima.

Savitljivi poli(vinil-klorid) sadrži 20 do 30% omekušavala (najčešće estera dikarboksilnih kiselina, npr. dioktil-ftalata) i lako se prerađuje. S povećanjem udjela omekušavala smanjuju se prekidna čvrstoća, modul elastičnosti i staklište, a povećava se prekidno istežanje i udarna žilavost te poboljšavaju ukupna mehanička svojstva pri nižim temperaturama.

Poli(vinil-klorid) se najviše prerađuje ekstrudiranjem i kalandriranjem te injekcijskim prešanjem, puhanjem i vakuumskim oblikovanjem. Ima mnogostruku primjenu, ponajprije u građevinarstvu za izradbu prozorskih okvira, oluka, roleta, tapeta, podnoga linoleuma, odvodnih cjevovoda, boca, ambalaže za lijekove i kozmetiku, a zbog male propusnosti za vlagu i plinove rabi se u obliku folija za pakiranje živežnih namirnica. Dobrih je električnih izolacijskih svojstava pa u elektroindustriji služi za izradbu kućišta, a najviše za izolaciju električnih kabela. Pjenasti poli(vinil-klorid) rabi se u proizvodnji umjetne kože, presvlaka za namještaj i vozila, u izradbi putnih torbi i itd. [8.]

3.1.2. Poli (etilen-tereftalat)

Poli (etilen-tereftalat), (PET) je plastomerni materijal, aromatski poliester. Proizvodnja ovog polimera provodi se stupnjevitom polimerizacijom estera tereftalne kiseline s etilenglikolom ili estera dimetiltereftalata s etilenglikolom. Njegova primjena je široka od ambalažnog materijala za razna pića, te za izradu ambalaže u farmaceutskoj i kozmetičkoj industriji. Ovaj materijal je nelomljiv, otporan na mehanička oštećenja, lagan te zbog tih svojstava pogodan je materijal za dizajniranje. Stoljećima staklena ambalaža zbog svojih mehaničkih svojstava bila idealna za čuvanje tekućina. Pojavom poli (etilen- tereftalatne) ambalaže na tržištu, koja je zadovoljila tržišnim zahtjevima (jeftinija je, lakši transport), preuzima vodeću ulogu. Poli (etilen – tereftalatna) ambalaža nije potpuno bezopasna za čovjeka. Znanstvenici su dokazali da u sastavu poli (etilen-tereftalatne) ambalaže nalazi čitav niz kemikalija poput benzena, toluena,

oktana. Provođenjem različitih istraživanja znanstvenici su zaključili da ipak opasnosti za čovjeka nema.

Najveći nedostatak ove ambalaže je njeno zbrinjavanje. Ovakva vrsta ambalaže prilikom odlaganja zauzima veliki prostor. Iako ovakav oblik ambalaže moguće je u potpunosti reciklirati.[9.]

3.1.3. Polipropilen

Polipropilen (PP) je plastomerni materijal koji se sastoji od makromolekula u kojima su metilne skupine duž linearnih lanaca najčešće jednako sterički orijentirane (izotaktna konfiguracija), pa se lako stvaraju spiralne, vijčane konformacije, što pogoduje nastajanju kristalne građe, visokoga tališta (170 °C) i dobrih mehaničkih svojstava. Polipropilen se dobiva koordinativnom polimerizacijom pri niskome tlaku i temperaturi te uz katalizatore, obično tipa Ziegler-Natta. Zahvaljujući mogućnosti da se različiti aditivi dodaju u polipropilen tokom procesa proizvodnje (npr. dodavanje antistatika, da bi se povećala otpornost plastičnog materijala na prljavštinu i prašinu), polipropilen ima veoma veliku upotrebljivost. Ovaj polimer ima dobra mehanička, tvrd je i fleksibilan pa samim time ima široku primjenu.

Osobine ovog materijala su slične osobinama polietilena, ali također postoje i specifične razlike. Najbitnije razlike su manja gustoća, veća čvrstoća i tvrdoća kao i više talište (oko 170°C, dok se polietilen topi na oko 100°C). Aditivi koji se koriste prilikom proizvodnje svih komercijalnih vrsta polipropilena imaju zadatak da zaštite polimer prilikom proizvodnje i poboljšaju osobine konačnog proizvoda. Aditivima se može riješiti i problem degradacije i uništavanja makromolekula prilikom izlaganja polipropilena UV zračenju.[8]

3.1.4. Polietilen niske gustoće

Osnovni lanac polietilena niske gustoće (PE-LD) je u velikoj mjeri razgranat. To je žilav materijal, visokog modula elastičnosti, masnog opipa i nepotpune smanjene prozirnosti. Viskoznost mase polietilena niske gustoće je mala i pri velikim brzinama smicanja, pa se lako prerađuje svim tehnikama prerade, a naročito ekstrudiranjem i injektiranjem.

Polietilen niske gustoće je djelomično kristalasta krutina, kemijski inertan. Ne otapa se ni u jednom otapalu pri sobnoj temperaturi, dok bubri u otapalima kao što su benzen i ugljikov tetraklorid. Pod utjecajem svjetla i kisika stari, gubeći čvrstoću, sposobnost istezanja i čvrstoću.

Veliku primjenu ovog materijala nalazi u izradi vrećica namijenjenih čuvanju hrane u hladnjaku. Koristi se za pakiranje rezanog kruha, sendviča te zamjenjuju papirnatu ambalažu kod pakiranja šećera. I također od ovog materijala izrađuju se filmovi za izradu vreća i vrećica različitih oblika i veličina, za pakiranje i nošenje kupljene robe.

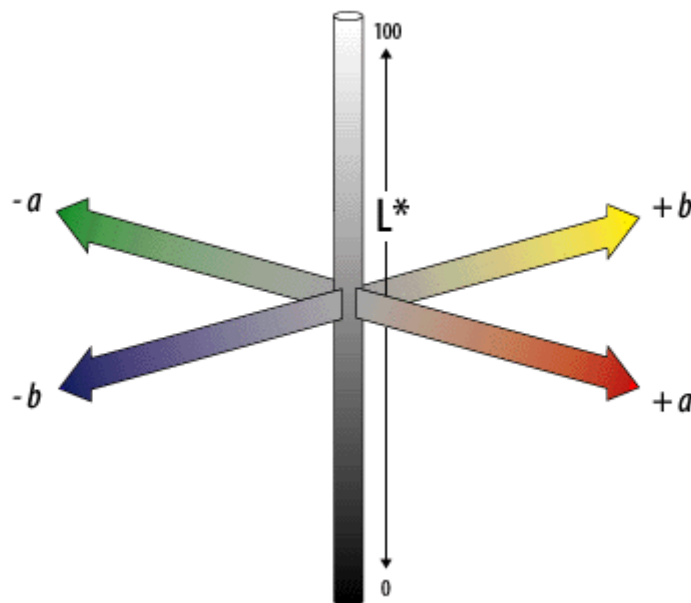
[8]

4. KOLORIMETRIJSKE VRIJEDNOSTI CIE L*a*b*

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. Ako u XYZ koordinatnom sustavu odredimo tropodražajne vrijednosti i točke spojimo krivuljom, javlja se oblik potkove, poznat kao spektralna krivulja ili spektralni luk.

CIE L*a*b* prostor boja:

- trodimenzionalni prostor boja koji razdvaja os svjetline, L*(lightness), te kromatske osi na a*(crveno - zelena) i b* (žuto - plava)
- bolja vizualna ujednačenost [10]



Slika 4. Prikaz CIE L*a*b* prostora boja

Kolorimetrijska razlika je prostorna udaljenost između dviju točaka koje opisuju boje u prostoru boja i označava se kao ΔE . Kolorimetrijska razlika $\Delta E^*=1$ je određena kao tek zamjetljiva razlika (JND, Just Noticeable Difference). To je prag pri kojem izvježbani promatrač može uočiti razliku između dvije boje. Značajnu ulogu pri određivanju kolorimetrijske razlike ima i određivanje područja tolerancije. Pri uspoređivanju originala i reprodukcije razlikujemo opaženu (kad promatrač vidi razliku u boji) i

prihvatljivu (da li je razlika u boji prihvatljiva) kolorimetrijsku razliku. Opažanje razlike ovisi o: veličini slike, kontrastu, karakteristikama površine, okruženju, osvjetljenosti. Za dobro slaganje između eksperimentalnih podataka i CIE L*a*b* prostora boja, sve elipse bi trebale biti jednake veličine. Elipse koje su blizu neutralnim bojama su najmanje, dok s povećanjem zasićenja elipse postaju veće i izduženije. Različite kolorimetrijske razlike je su dobivene modificiranjem CIE L *a*b* jednadžbe za ΔE . [11]

Tablica 1. Vrijednosti i tolerancije ΔE razlike boja [12]

Vrijednosti ΔE	tolerancije
< 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	Vrlo velika razlika

5. EKSPERIMENTALNI DIO

U ovom radu uspoređivani su uzorci otisnuti cijan fleksografskim bojilom na bazi otapala na četiri različita polimerna materijala (PET, PVC, PP, PELD). Otisci su dobiveni u realnoj proizvodnji na fleksografskom stroju. Otiskivanje je rađeno s cijan bojom pri čemu su korištene tri različite viskoznosti. U ovom radu uspoređivana je kvaliteta reprodukcije cijan bojila na polimernu podlogu, te kvaliteta reprodukcije cijan bojila na prethodno otisnutu bijelu boju. Cilj ovog rada bio je analizirati promjene u obojenju otisaka s cijan tiskarskom bojom s obzirom na tri različite viskoznosti.

Primjena cijan bojila na polimernu podlogu, te ako je polimerna podloga prethodno oslojena bijelom bojom promatrano je na osnovu promjena kolorimetrijskih vrijednosti L^*a^*b i na osnovu Euklidske razlike boje (ΔE^*).

Mjerenje kolorimetrijskih vrijednosti izvedeno je pomoću uređaja SpectroEye (X-Rite) pod standardnim uvjetima (osvjetljenj D65), bez polarizacijskog filtera, mjerenih na podlozi od 10 celuloznih papira.

6. REZULTATI

Tablica 2 .Prikazuje Euklidske razlike boje (ΔE^*) cijan božilaviskoziteta 16 sekundi prema DIN 4 na polimernim podlogama, te ako je polimerna podloga prethodno oslojena bijelom bojom.

PVC –PVC(b)	22,30
PET – PET(b)	20,29
PP – PP(b)	21,33
PELD – PELD(b)	22,93

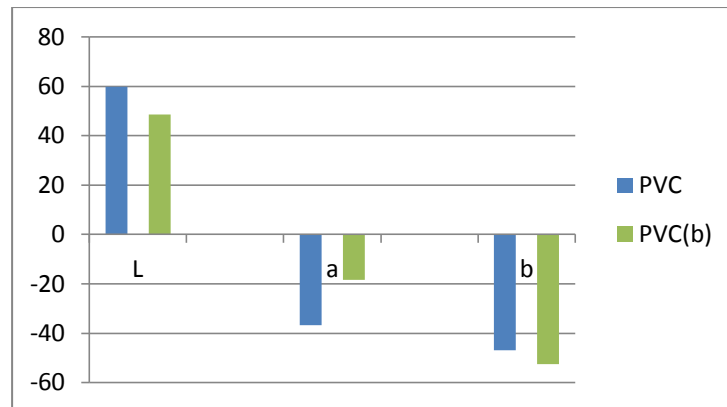
Tablica 3 .Prikazuje Euklidske razlike boje (ΔE^*) cijan božilaviskoziteta 21 sekundi prema DIN 4 na polimernim podlogama, te ako je polimerna podloga prethodno oslojena bijelom bojom.

PVC –PVC(b)	24,45
PET – PET(b)	20,96
PP – PP(b)	20,22
PELD – PELD(b)	22,81

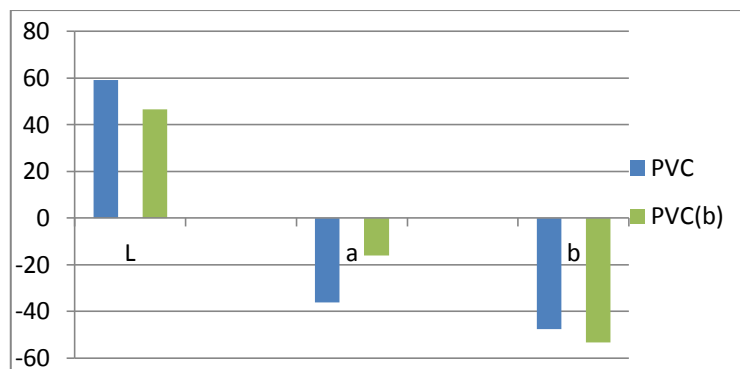
Tablica 4 .Prikazuje Euklidske razlike boje (ΔE^*) cijan božilaviskoziteta 26 sekundi prema DIN 4 na polimernim podlogama, te ako je polimerna podloga prethodno oslojena bijelom bojom.

PVC –PVC(b)	20,28
PET – PET(b)	20,84
PP – PP(b)	23,42
PELD – PELD(b)	21,77

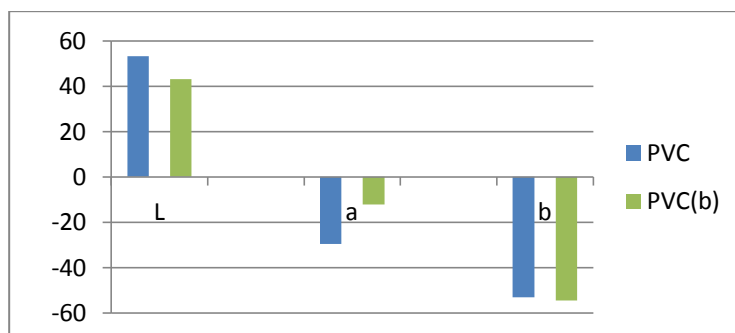
Slika 5.prikazuje razlike kolorimetriskih vrijednosti CIE L*a*b* između cijan bojila viskoziteta 16 sekundi prema DIN 4 direktno nanašenog na polimernu podlogu i otiska s bijelom i cijan bojilom na podlozi za PVC podlogu.



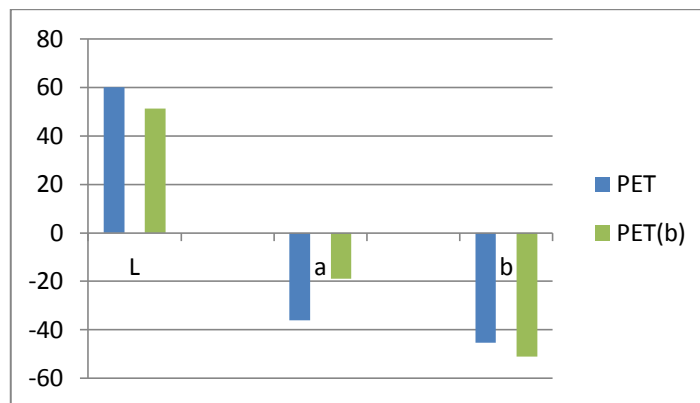
Slika 6.prikazuje razlike kolorimetriskih vrijednosti CIE L*a*b* između cijan bojila viskoziteta 21 sekundi prema DIN 4 direktno nanašenog na polimernu podlogu i otiska s bijelom i cijan bojilom na podlozi za PVC podlogu.



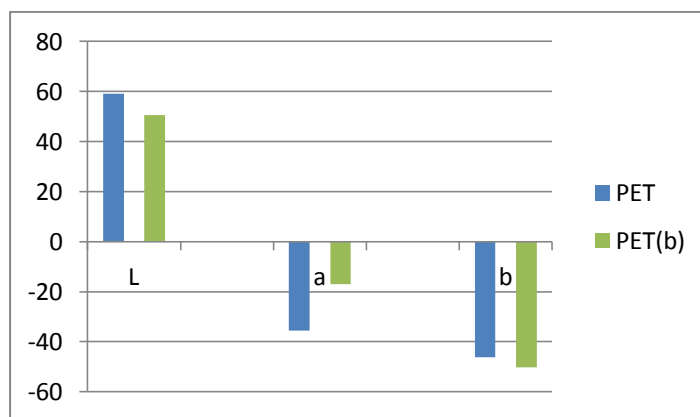
Slika 7. prikazuje razlike kolorimetriskih vrijednosti CIE L*a*b* između cijan bojilaviskoziteta 26 sekundi prema DIN 4 direktno nanašenog na polimernu podlogu i otiska s bijelom i cijan bojilom na podlozi za PVC podlogu.



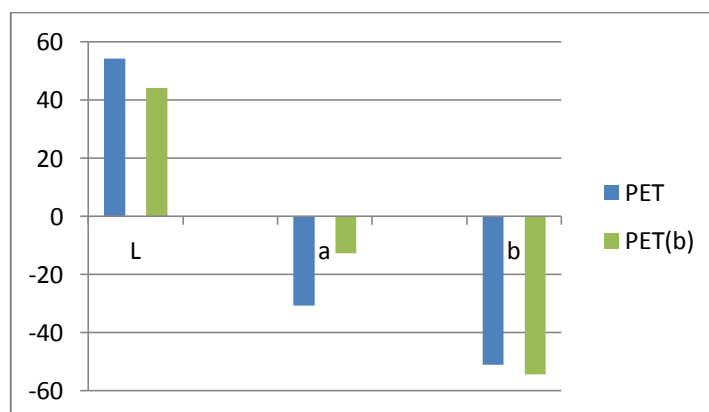
Slika 8. prikazuje razlike kolorimetriskih vrijednosti CIE L*a*b* između cijan bojilaviskoziteta 16 sekundi prema DIN 4 direktno nanašenog na polimernu podlogu i otiska s bijelom i cijan bojilom na podlozi za PET podlogu.



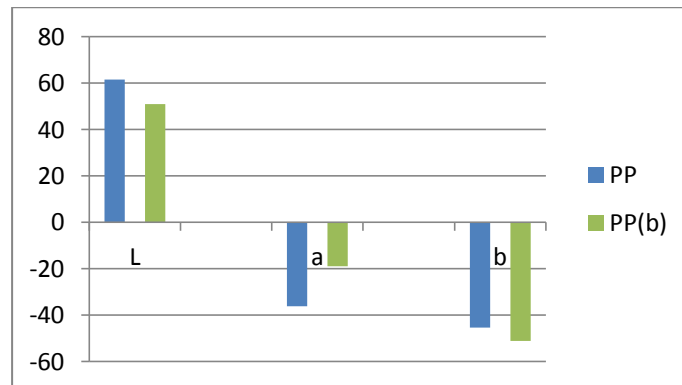
Slika 9. prikazuje razlike kolorimetriskih vrijednosti CIE L*a*b* između cijan bojilaviskoziteta 21 sekundi prema DIN 4 direktno nanašenog na polimernu podlogu i otiska s bijelom i cijan bojilom na podlozi za PET podlogu.



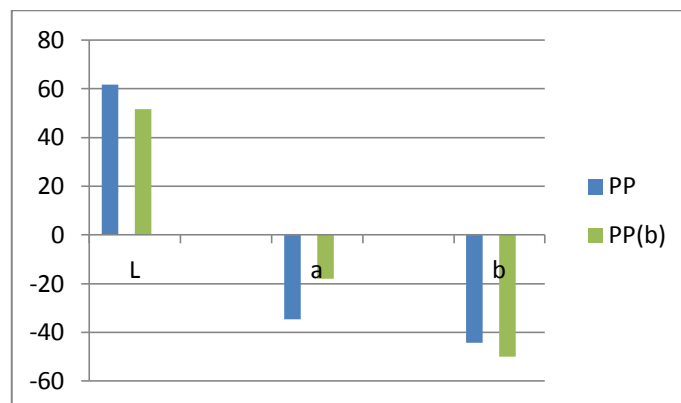
Slika 10. prikazuje razlike kolorimetriskih vrijednosti CIE L*a*b* između cijan bojilaviskoziteta 26 sekundi prema DIN 4 direktno nanašenog na polimernu podlogu i otiska s bijelom i cijan bojilom na podlozi za PET podlogu.



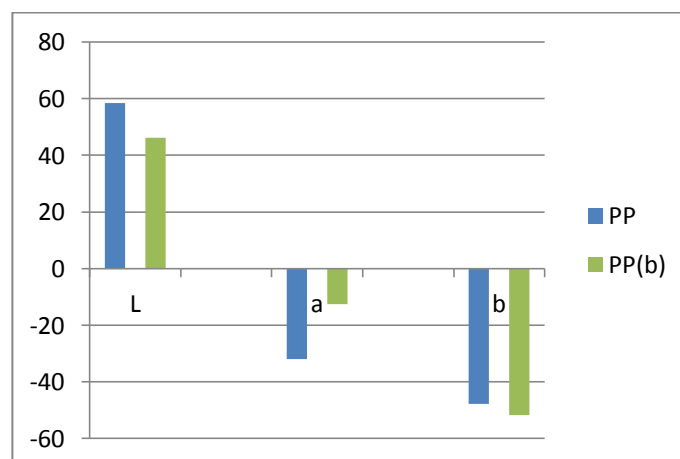
Slika 11. prikazuje razlike kolorimetriskih vrijednosti CIE L*a*b* između cijan bojilaviskoziteta 16 sekundi prema DIN 4 direktno nanašenog na polimernu podlogu i otiska s bijelom i cijan bojilom na podlozi za PP podlogu.



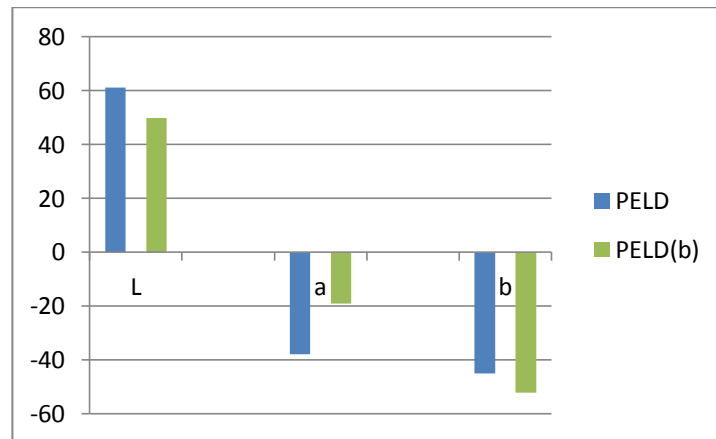
Slika 12. prikazuje razlike kolorimetriskih vrijednosti CIE L*a*b* između cijan bojilaviskoziteta 21 sekundi prema DIN 4 direktno nanašenog na polimernu podlogu i otiska s bijelom i cijan bojilom na podlozi za PP podlogu.



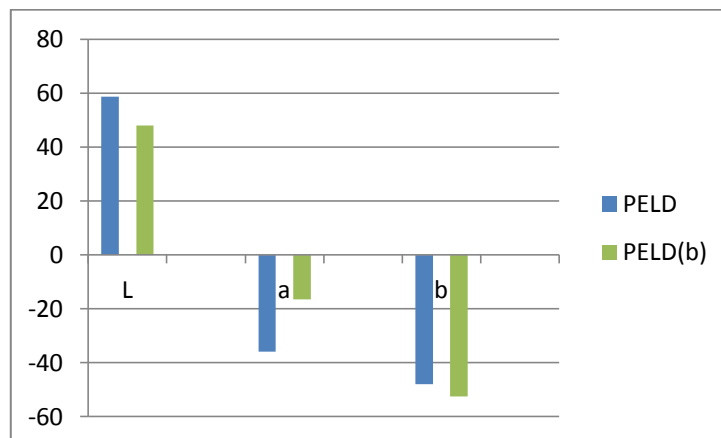
Slika 13. prikazuje razlike kolorimetriskih vrijednosti CIE L*a*b* između cijan bojilaviskoziteta 26 sekundi prema DIN 4 direktno nanašenog na polimernu podlogu i otiska s bijelom i cijan bojilom na podlozi za PP podlogu.



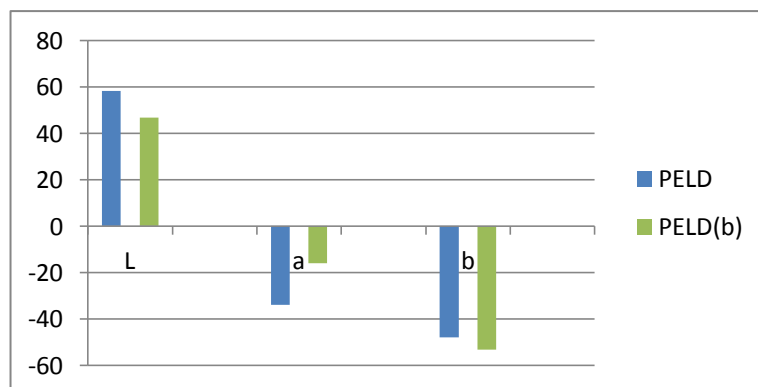
Slika 14. prikazuje razlike kolorimetriskih vrijednosti CIE L*a*b* između cijan bojilaviskoziteta 16 sekundi prema DIN 4 direktno nanašenog na polimernu podlogu i otiska s bijelom i cijan bojilom na podlozi za PELD podlogu.



Slika 15. prikazuje razlike kolorimetriskih vrijednosti CIE L*a*b* između cijan bojilaviskoziteta 21 sekundi prema DIN 4 direktno nanašenog na polimernu podlogu i otiska s bijelom i cijan bojilom na podlozi za PELD podlogu.



Slika 16. prikazuje razlike kolorimetriskih vrijednosti CIE L*a*b* između cijan bojilaviskoziteta 26 sekundi prema DIN 4 direktno nanašenog na polimernu podlogu i otiska s bijelom i cijan bojilom na podlozi za PELD podlogu.



7. DISKUSIJA

Promatrajući Euklidske razlike boje (ΔE^*) cijan bojila na polimernim podlogama, te ako je polimerna podloga prethodno oslojena bijelom bojom primjećene su vrlo velike razlike (>5). S obzirom da se mjerenje provodilo na tri različite viskoznosti primjećena su pojedina odstupanja.

Promatarajući tablicu 2. gdje je cijan bojilo viskoznosti 16 sekundi prema DIN 4 najveća razlika je uočena između PELD i PELD(b) podloge, dok najmanja između PET i PET(b).

Uzevši u obzir tablicu 3. gdje je cijan bojilo viskoznosti 21 sekundi prema DIN 4 najveća razlika je uočena između PVC i PVC(b) podloge, dok najmanja između PP i PP(b).

Rezultati tablice 4. gdje je cijan bojilo viskoznosti 26 sekundi prema DIN 4 najveća razlika je uočena PP i PP(b), dok najmanja između PVC i PVC(b).

Ove vrijednosti izlaze iz okvira dopuštenih tolerancija i kao takve rezultiraju lošim otiskom.

Daljnjom analizom uspoređivale su se kolorimetrijske vrijednosti CIE $L^*a^*b^*$ kod istih polimernih podloga kada je cijan bojilo direktno nanoseno na polimernu podlogu i kada je podloga prethodno oslojena bijelom bojom. Iz dobivenih rezultata vide se slična odstupanja kod svih podloga.

Prikaz rezultata na slici 5. prikazuje nam kolorimetrijske vrijednosti za CIE $L^*a^*b^*$ između cijan bojila direktno nanješnog na PVC i otiska s bijelom i cijana bojilom na PVC podlozi. Iz slike očitava se da je svjetlina veća kod direktnog nanošenja na polimernu podlogu te iznosi približno 60 dok je na otisku s bijelom i cijana bojilom nešto manja. Razlika između svjetlina iznosi 11.24. Promatarajući krotatske osi a^* i b^* uočeno je da za direktno nanošenje cijan bojila na PVC a^* vrijednost poprima zelenkasti ton te je veća nego kod otiska koji je bio prethodno oslojen bijelom bojom.. Promatrajući b^* vrijednost koja poprima plavi ton veća je kod otiska koji je prethodno oslojen bijelom bojom.

Promatrajući preostale dvije viskoznosti za PVC podlogu (21 sekundi prema DIN 4 i 26 sekundi prema DIN 4) uočeno je smanjenje razlike kod svih vrijednosti. Najmanja razlika između b^* vrijednosti uočena je kod viskoznosti 26 sekundi prema DIN 4.

Promatrajući preostale primjećuje se da prate isti trend.

8. ZAKLJUČAK

Prema rezultatima mjerenja Euklidske razlike boje (ΔE^*) možemo zaključiti kako vrijednost jako odstupaju od tolerancijskih vrijednosti.

S obzirom na rezultate kolorimetrijske vrijednosti CIE $L^*a^*b^*$ i promjene viskoziteta bojila, možemo zaključiti da se cijan bojilo bolje prihvaća ako imamo bijelo bojilo predhodno nanešeno i osušeneo, nego kada se cijna bojilo otiskuje izravno na polimerni materijal. Također možemo zaključiti da viskoznost ne utječe značajno na kvalitetu samog otiska.

9. LITERETURA

- [1.] Horvatić S. (2011) Fleksoisak tisak ambalaže, Markulin d.o.o., Zagreb
- [2.] Majnarić I. (2004) Kvaliteta digitalnih otisaka uvjetovana starenjem tiskovne podloge, Zagreb
- [3.] <http://hr.wikipedia.org/wiki/Fleksotisak>, 25.8.2014.g.
- [4.] Brajnović O. Prilagodba izrade fotopolimerne tiskovne forme novim kvalitetivnim zahtjevima (2011), Zagreb
- [5.] http://materijali.grf.unizg.hr/media/visoki_offset%20%5BCompatibility%20Mode%5D.pdf 27.8.2014.g.
- [6.] Krupar Vančina V. (2011) Fleksografske boje za tisak na ambalažu, tisak na ambalažu, Zagreb
- [7.] Vujković, I.; Galić, K. & Vereš, M. (2007)., Ambalaža za prehrambene namirnice, Tectus, Zagreb
- [8.] Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje (2013), Lekiskografski zavod Miroslav Krleža, Zagreb
- [9.] <http://www.efikasnost.com/2011/06/28/polietilen-teraftalat-pet/> , 25.08.2014.g.
- [10] repro.grf.unizg.hr/media/.../KOLORIMETRIJSKA%20RAZLIKA.ppt
- [11] http://dba.med.sc.edu/price/irf/Adobe_tg/models/cielab.html 11.9.2014.g.
- [12] Zjakić I., (2007). Upravljanje kvalitetom ofsetnog tiska, Hrvatska sveučilišna naklada, Zagreb

Popis slika

Slika 1. - <http://hr.wikipedia.org/wiki/Fleksotisak>, 25.8.2014.g.

Slika 2.- Brajnović O. Prilagodba izrade fotopolimerne tiskovne forme novim kvalitetivnim zahtjevima (2011), Zagreb

Slika3. - Brajnović O. Prilagodba izrade fotopolimerne tiskovne forme novim kvalitetivnim zahtjevima (2011), Zagreb

Slika 4. - http://dba.med.sc.edu/price/irf/Adobe_tg/models/cielab.html, 11.9.2014.g.

