

Utjecaj linijature i volumena aniloks valjaka na boju na fleksotisku

Baksa, Petar

Master's thesis / Diplomski rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:456130>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-08-09**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)



SVEUČILIŠTE SJEVER
SVEUČILIŠNI CENTAR KOPRIVNICA



DIPLOMSKI RAD br. 24/ARZO/2021

Utjecaj linijature i volumena aniloks valjaka na boju u fleksotisku

Petar Baksa

Koprivnica, rujan 2021.

SVEUČILIŠTE SJEVER
SVEUČILIŠNI CENTAR KOPRIVNICA



DIPLOMSKI RAD br. 24/ARZO/2021

Utjecaj linijature i volumena aniloks valjaka na boju u fleksotisku

Student:
Petar Baksa, 1450/336D

Mentor:
doc. dr. sc. Mile Matijević

Koprivnica, rujan 2021.

Prijava diplomskog rada

Definiranje teme diplomskog rada i povjerenstva

ODJEL	Odjel za ambalažu, recikliranje i zaštitu okoliša		
STUDIJ	diplomski sveučilišni studij Ambalaža, recikliranje i zaštita okoliša		
PRISTUPNIK	Petar Baksa	MATIČNI BROJ	1450/336D
DATUM	09.03.2021.	KOLEGIJ	Napredni tisak na ambalažu
NASLOV RADA	Utjecaj linijature i volumena aniloks valjaka na boju u fleksotisku		
NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU	Influence of lineage and volume of anilox rollers on color in flexographic printing		
MENTOR	dr.sc. Mile Matijević.	ZVANJE	docent
ČLANOVI POVJERENSTVA	1. izv.prof.dr.sc. Dean Valdec - predsjednik		
	2. izv.prof.dr.sc. Krunoslav Hajdek		
	3. doc.dr.sc. Mile Matijević. - mentor		
	4. prof.dr.sc. Božo Smoljan - zamjenski član		
	5. _____		

Zadatak diplomskog rada

BROJ 24/ARZO/2021

OPIS

Fleksotisak je tehnika direktnog visokog tiska koja se najčešće koristi za tisak na ambalažu, riječ je o fleksibilnoj ambalaži od raznih materijala u koju se pakiraju razni prehrambeni i neprehrambeni proizvodi.

U ovom diplomskom radu obraditi će se utjecaj linijature i volumena aniloks valjaka na dobivanje određene boje, samim time i na konačni izgled neke ambalaže.

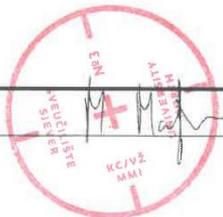
U teorijskom dijelu opisati će se поближе fleksografski tisak i svi parametri koji su potrebni da bi se dobio zadovoljavajući proizvod, pod time se misli na tiskovne forme, razne vrste aniloks valjaka, razne vrste materijala na koje se može vršiti otisak, vrste strojeva, montažne trake, razne vrste bojila i dr.

Eksperimentalni dio uključuje spektrofotometrijska mjerenja uzoraka otisnutih različitim bojilima na različitim podlogama (polietilen niske gustoće, biaxialno orijentirani polipropilen i dr.) tijekom proizvodnje ambalaže, ovisno o linijaturi i volumenu rastera.

ZADATAK URUČEN 10.3.2021

POTPIS MENTORA

SVEUČILIŠTE
SJEVR



Zahvaljujem poduzeću Muraplast d.o.o. i svim zaposlenicima koji su mi pomogli svojim savjetima u izradi eksperimentalnog dijela ovog diplomskog rada.

Zahvaljujem mentoru doc. dr. sc. Mile Matijeviću na prenesenom znanju, savjetimai u izradi ovog rada.

Zahvaljujem svojoj obitelji i zaručnici Petri na neizmjerne podršci tokom studiranja i pisanja mog diplomskog rada.

Hvala Vam!

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. Fleksotisak ili fleksografija	2
2.1. Povijest fleksotiska	3
2.2. Karakteristike i primjena fleksotiska	4
2.2.1. Prednosti i nedostaci fleksotiska	5
2.3. Strojevi u fleksotisku.....	6
2.3.1. Tiskovna jedinica na fleksotiskarskom stroju.....	6
2.3.2. Strojevi s centralnim tiskovnim cilindrom.....	9
2.3.3. Strojevi u obliku tornja	10
2.3.4. Stojevi s linijski posloženim tiskovnim jedinicama.....	11
2.3.5. Sustavi za obojenje u fleksotisku	11
2.4. Tiskovne forme	13
2.4.1. Gumene tiskovne forme	15
2.4.2. Fotopolimerne tiskovne forme	15
2.4.3. Izrada fleksibilnih tiskovnih formi	16
2.4.4. Montažne trake za tiskovne forme	17
2.5. Boje u fleksotisku	18
2.5.1. Kemijski sastav boja	21
2.5.2. Pigmenti	21
2.5.3. Bojila	22
2.5.4. Veziva.....	22
2.5.6. Otapala.....	22
2.5.7. Aditivi	23
2.5.8. Karakteristike boja u fleksotisku.....	23
2.5.8.1. Boje na bazi organskih otapala	24
2.5.8.2. Boje na bazi vode	25
2.5.8.3. UV i EB boje	26
2.5.8.4. Moiré efekt.....	27
2.5.9. Mjerenja boja	28
2.5.9.1. CIE L*a*b* prostor boja.....	29
2.5.9.2. Spektrofotometar.....	31

2.5.9.3. RK Print K-LOX PROOFER	31
2.6. Aniloks valjak	32
2.6.1. Linijatura aniloks valjka	34
2.6.2. Volumen aniloks valjka	35
2.6.3. Kut čašica na aniloks valjku	36
2.7. Tiskovne podloge u fleksotisku	36
2.7.1. Papir i karton.....	37
2.7.2. Film i folija	39
2.7.3. Višeslojni materijal ili laminat.....	41
2.7.4. Aluminijska folija	42
3. Eksperimentalni dio	43
3.1. Korištene boje i materijali.....	44
3.2. Mjerenja jedne boje na različitim podlogama	45
4.4. Mjerenje svake boje po linijaturi i volumenu	53
4. Zaključak	68
5. Literatura.....	70

Sažetak

Fleksotisak ili fleksografija je danas najzastupljenija tehnika visokog tiska. U ovoj tiskarskoj tehnici direktnog rotacijskog tiska koriste se elastične tiskovne forme (klišeji) s izraženim i izbočenim tiskovnim elementima postavljene na valjke pomoću kojih se bojilo prenosi na sami materijal koji želimo otisnuti. Ovom tehnikom moguće je tiskati na mnogo vrsta materijala (polimerni materijali, papir, etikete, višeslojni fleksibilni materijali itd.). U odnosu na druge tehnike tiska, prednosti fleksotiska su veća brzina tiska, mali gubici materijala, mogućnost korištenja boja na vodenoj bazi, visoka konzistentnost boje na samom otisku, dok su nedostaci stalna podešavanja pritisaka, nakupljanje nečistoća i prašine na tiskovnim formama, dugotrajno podešavanje boja i ostalih parametara prije početka tiskanja. Izgled finalnog proizvoda uvelike ovisi o odabiru aniloks valjka, tj. njegovoj linijaturi i volumenu. U radu će se pobliže opisati fleksotisak i sve njegove komponente od kojih je ovisan finalni proizvod, a u eksperimentalnom dijelu napraviti mjerenja boja na određenim podlogama s 3 različite linijature i volumena aniloks valjka i napraviti usporedbe tih otisaka.

Ključne riječi: fleksotisak, fleksibilni materijali, problemi u tisku, viskoziteti, tiskovne forme

ABSTRACT

Flexographic printing is the most common technique of letterpress printing today. In this direct rotary printing technique, elastic printing forms (clichés) are used with pronounced and convex printing elements placed on rollers with which the ink is transferred to the material we want to print. With this technique it is possible to print on many types of materials (polymeric materials, paper, labels, multilayer flexible materials, etc.). In comparison to other printing techniques, the advantages of flexographic printing are higher printing speed, low material losses, the possibility of using water-based inks, high color consistency on the print itself, while the disadvantages are constant pressure adjustments, accumulation of dirt and dust on printing plates, long color adjustment and other parameters before printing begins. The appearance of the final product largely depends on the choice of anilox roller, its lineage and volume. Flexographic printing and all its components on which the final product depends will be further explained later on, and in the experimental part color measurements will be made on specific substrates with 3 different lineages and volumes of anilox roller and made comparisons of these prints.

Keywords: flexographic printing, flexible materials, printing problems, anilox roller, lineage, volume

1. UVOD

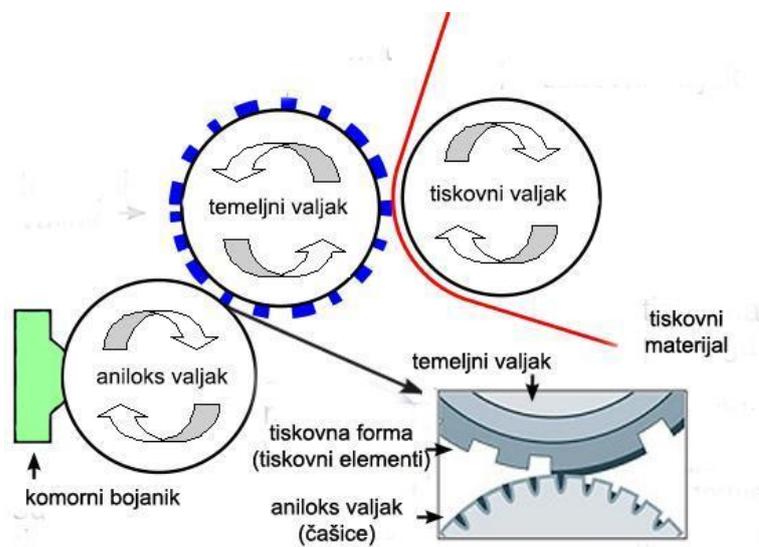
U današnje vrijeme fleksotisak se najviše upotrebljava za tisak na ambalažu. Kako bi nam ambalaža bila primamljiva na polici, oštih linija i izraženih detalja potrebno je podesiti niz parametara i detalja kako bi finalni proizvod bio onakav kakvog ga kupac želi. [11] Fleksotisak je najkorištenija tehnika tiska za proizvodnju ambalažnih materijala, korišten je u mnogim industrijama za izradu ambalaže za prehrambene, kemijske, duhanske i druge proizvode i iz dana u dan zauzima sve više tržišta. [1, 2]

Fleksotisak je tiskarska tehnika sadašnjosti, ali i budućnosti. Veliki zamah ima i u Europi, u svakodnevnom životu ljudi se susreću i kupuju proizvode koji su otisnuti fleksotiskom, a da na to ni ne obraćaju previše pažnje. Kupcima je najbitnija funkcionalnost same ambalaže, iako je tisak taj koji privlači kupca kako bi kupio neki proizvod, iz tog razloga je bitno da otisak u proizvodnji bude savršen i tako dodatno zainteresira potencijalnog kupca. [5] Tisak na fleksotiskarskim strojevima iz godine u godinu raste i osvaja sve više tržišta i potiskuje ofsetni tisak i bakrotisak kao alternative. Kako se svijet ubrzano razvija, ljudi sve više kupuju, a svaki proizvod mora biti zapakiran u nešto, za očekivati je da će ova tehnika u bliskoj budućnosti biti još raširenija unatoč brojnim drugim klasičnim i novim (digitalnim) tehnikama. [7]

Svrha ovog diplomskog rada je pobliže objasniti kako funkcionira fleksotisak, koje su njegove glavne komponente i kakav utjecaj na kvalitetu tiska ima aniloks, tj. njegova linijatura i volumen, za svaki određeni posao i neki otisak potreban je drugačiji aniloks, a pravi odabir može nam uštedjeti vrijeme za prelaz na novi posao, novac u vidu manje proizvedenog škarta (otpada) kojeg je potrebno regenerirati i na kraju pravilan odabir bitan je da bi otisak izgledao savršeno te bi tako zadovoljio krajnjeg kupca.

2. Fleksotisak ili fleksografija

Fleksotisak ili fleksografiju možemo definirati kao tehniku direktnog visokog tiska, do listopada 1952. godine tehnika je imala naziv anilinski tisak zbog anilinskih bojila koja su se tad koristila u procesu otiskivanja. [4] Riječ je o tehnici gdje su tiskovni elementi na tiskovnim formama povišeni (Slika 1.), u odnosu na netiskovne ili slobodne površine na tiskovnoj formi. Tiskovne forme u fleksotisku su savitljive kako bi se mogle postaviti na valjke prije procesa otiskivanja, prirodna ili sintetska guma su nekad bili materijali za izradu, a sada se najčešće izrađuju od fotopolimera. U procesu tiskanja bojilo se nanosi na povišene (tiskovne) elemente i prenosi se na površinu željenog materijala. Tisak se može izvesti na različite upojne i neupojne materijale koji mogu biti hrapavi, glatki, meki i tvrdi, a najčešće se koriste folije, filmovi, papir i karton. Poluproizvod i finalni proizvod može se isporučiti u obliku role ili kao traženi ambalažni oblik nakon dorade/konfekcije u daljnjim fazama finalizacije proizvodnje. Pošto su to neki od materijala koji se koriste u ambalažnoj industriji za pakiranje proizvoda, a ambalažna industrija strelovito raste tako raste i potreba za sve više ambalaže u koju se pakiranju razni proizvodi ovisno o njihovim svojstvima. To je ujedno i razlog strelovitog rasta fleksotiska u odnosu na druge tehnologije jer je odličan za izradu ambalaže od različitih materijala.



Slika 1. – Princip rada fleksotiska

<https://repositorij.unin.hr/islandora/object/unin%3A2500/datastream/PDF/view>

Fleksotisak je tehnika koja radi na principu rotacija (Slika 1.) gdje su tiskovne forme i tiskovne podloge (folije, filmovi, papir i drugi materijali) u izravnom kontaktu i tako se boja prenosi na podlogu. Aniloks valjak prima bojilo koje se nanosi uz pomoć duktora i prenosi na tiskovnu formu, ovisno o linijaturi i volumena aniloks valjka možemo odrediti količinu bojila koje se prenosi na tiskovnu formu. [7] Kako se na tiskovnu formu ne bi prenijelo previše bojila koriste se noževi (rakeli) koji služe kako bi uklonili višak bojila prije nanosa na tiskovnu formu, temeljni i tiskovni cilindar važne su komponente svakog stroja, veoma su bitni za određivanje optimalnog pritiska kako bi se tiskovni elementi proiicirali na podlogu bez ikakvog oštećenja tiskovne forme. Bojila u fleksotisku su rijetka, male viskoznosti, a najviše se upotrebljavaju ona na bazi alkohola, na bazi vode i UV bojila, njihova najveća prednost je niska viskoznost i brzo sušenje te su tako idealna za tisak pri velikim brzinama i namatanje materijala u rolu. [2]

2.1. Povijest fleksotiska

Ova vrsta tiska poznata je od 1952. godine kao fleksotisak, do tad naziv je bio anilinski tisak zbog anilinskih boja koje su se koristile tokom tiskanja. Počeci anilinskog tiska bili su davne 1860. godine, prvi moderni stroj nastao je u Liverpoolu (Engleska) davne 1890. godine kad su Bibby Baron i sinovi konstruirali nešto nalik centralnom tiskovnom cilindru sa tiskovnim jedinicama oko samog cilindra i tad su prvi put korištene tiskovne forme od gume. Prvi patentirani stroj 1908. godine je izradio C. A. Holweg i uz njega napravio in line doradu za izradu gotovih vreća. [3] Od tad se anilinski tisak počeo sve više koristiti, posebice nakon početka korištenja celofana kao odlične neupojne podloge za tisak, a nakon nekog vremena to je postala i jedina tehnika tiska koja je vršila tiskanje na celofan i ostale sintetičke materijale. Kako je 30-ih godina prošlog stoljeća došlo do zabrane korištenja anilinskih boja za tisak ambalaže za prehrambene proizvode zbog njihove otrovnosti razvijene su nove boje za ovu tehniku tiska, ali je naziv anilinski tisak ostao aktualan do 1951. godine kad je Franklin Moss pokrenuo promjenu naziva. Tih 30-ih godina prošlog stoljeća su se počele koristiti sintetičke

gume za izradu tiskovnih formi umjesto prirodnih guma, pošto je guma mekana i elastična otisak nije bio dobre kvalitete te je anilinski tisak korišten samo za tisak na ambalažu. Jedna od najvažnijih godina u razvoju anilinskog tiska bila je 1938. godina kad su Douglas Tuttle i Joe Viner izumili aniloks valjak, a tvrtka Mosstyp je prva upotrijebila aniloks valjak kako bi se pomoću njega boja prenijela na tiskovnu formu.

Naziv fleksotisak prihvaćen je 1952. godine nakon glasanja između 200 ponuđenih novih naziva, razlog zašto je odabran naziv fleksotisak je taj što se za tisak koriste fleksibilne tiskovne forme koje obavijaju valjak. Boje na bazi poliamida počinju se koristiti 50-ih godina prošlog stoljeća, iako je anilin na kraju dokazano bio neotrovan. Razvoj fleksotiska navela je pojava novih tiskovnih formi od polimera koje su polako istiskivale gumene iz razloga jer su bile kvalitetnije i što je najbitnije ostavljale su puno bolji otisak od gumenih. Boje na bazi vode su 80-ih godina prošlog stoljeća počele imati sve veću upotrebu u odnosu na boje na bazi otapala iz razloga jer nisu štetne za okoliš. Kako su boje u fleksotisku rijetke i brzosušne to je velika prednost u odnosu na druge tehnike tiska pa je ova tehnika imala sve veći rast u proizvodnji ambalaže u odnosu na druge tehnike. Krajem prošlog stoljeća došlo je do upotrebe UV bojila čija je dodatna prednost što se još brže suše od ostalih bojila, a to je jedna velika prednost jer brzim sušenjem se može riješiti jedan problem, a to je prirast rasterskih elemenata. Od 90-ih godina prošlog stoljeća fleksotisak je postao sinonim za proizvodnju ambalaže nakon sve većeg ulaganja u tehnologiju i razvoj same tehnike.

2.2. Karakteristike i primjena fleksotiska

U fleksotisku su tiskovne površine uzdignute u odnosu na one netiskovne. [4] Tiskovna forma i podloga na koju se vrši otisak su u izravnom kontaktu, a kako bi se bojilo s tiskovne forme prenijelo na željeni materijal (folija, film, papir...) potreban je niz cilindara kako bi otisak bio kvalitetan i potpun. Bojilo se u tisku pomoću duktora prenosi na aniloks (raster) valjak, a s njega na tiskovnu formu u onoj količini kojoj želimo, ta količina može se regulirati promjenom aniloks valjka na stroju, a višak bojila uklanja se rakelom, nožem za uklanjanje bojila. Tehnologijom rastriranja možemo dobiti

višetonske otiske. Izuzetno je važno pravilno podesiti pritiske kako ne bi došlo do oštećenja tiskovne forme ili deformacija u tisku na željeni materijal. [4]

Velik izbor materijala i podloga pogodan je za tiskanje u tehnici fleksotiska. Tisak na karton, papir, filmove, folije, metalne folije i razni drugi materijali kako bi na kraju nastao neki finalni ambalažni proizvod, npr. papirnata vrećica, škarnicla, plastična vrećica, vreća za prehrambene i neprehrambene proizvode itd..

2.2.1. Prednosti i nedostaci fleksotiska

PREDNOSTI [8]

- Otisak na širokoj paleti upijajućih i neupijajućih materijala (podloga)
- Otisak 10 i više boja
- Otisak velikih naklada velike konzistentnosti pri velikim brzinama
- Aniloks valjci različitih linijatura i volumena za traženi otisak
- Korištenje elastičnih fotopolimernih tiskovnih formi
- Postavljanje tiskovnih formi na cilindre van stroja
- Koriste se brzorastuća otapala na bazi alkohola, vode i UV bojila.
- Velika isplativost za velike naklade uz brz povrat ulaganja
- Kratko vrijeme između prijelaza na drugi posao

NEDOSTACI [8]

- Visoke cijene tiskovnih formi
- Često zapunjenje tiskovnih formi nečistoćama i bojilom
- Nepraktično podešavanje boja u procesu tiska
- Finoća rastera manja nego kod offsetnog tiska i bakrotiska
- Osjetljivost otiska na promjene pritisaka između cilindra

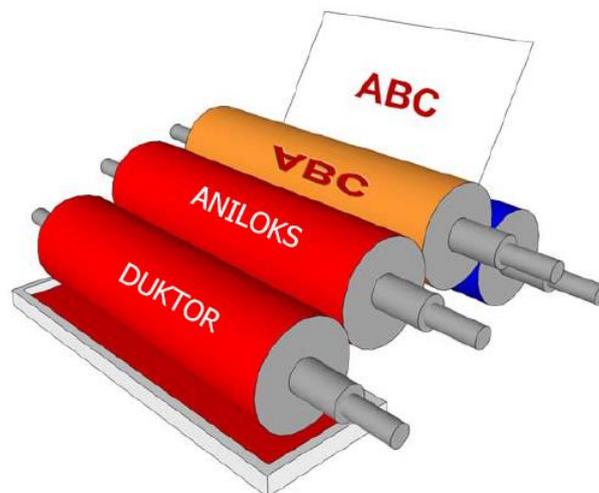
2.3. Strojevi u fleksotisku

Jedna od glavnih karakteristika fleksotiska su velike brzina tiskanja, to omogućuje princip cilindar na cilindar. [9] Tiskovne forme smještaju se na temeljni cilindar, tiskovni cilindar potiskuje materijal koji tiskamo na tiskovnu formu kako bi se prenio otisak, a aniloks valjak regulira količinu bojila kaj se prenosi na tiskovnu formu. U fleksotisku ima više različitih podjela tiskarskih strojeva, a najčešće ih dijelimo na tri kategorije: strojevi koji imaju centralni tiskovni cilindar, strojevi u obliku tornja i strojevi na kojima su tiskovne jedinice posložene u liniji.

2.3.1. Tiskovna jedinica na fleksotiskarskom stroju

Kako bi neki stroj funkcionirao (vršio tisak na željeni materijal) mora imati barem jednu ili više tiskovnih jedinica, svaka tiskovna jedinica se najčešće mora sastojati od četiri osnovne komponente: duktora, aniloks cilindra, temeljnog cilindra i tiskovnog cilindra.

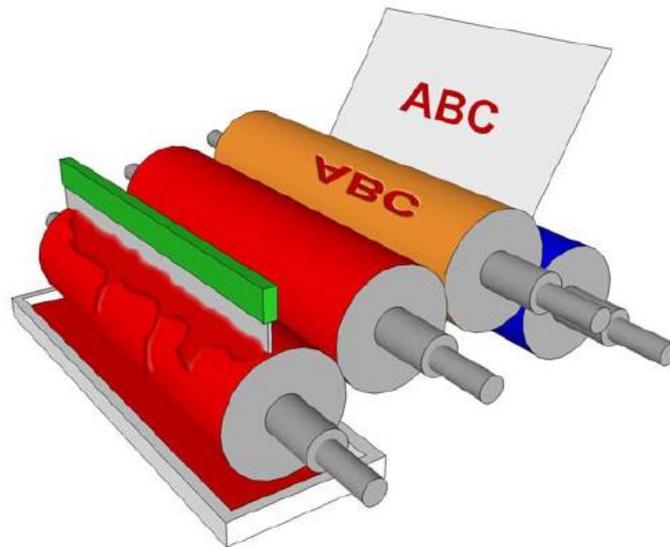
Duktor (Slika 2.) je cilindar koji je obložen prirodnom ili sintetičkom gumom. Pozicioniran je da se rotira u spremniku s bojom, prima boju na sebe i dopremi boju do aniloks valjak. Višak boje se skida kako bi se na tiskovnu formu s aniloks valjka prenosila boja koja je u ugraviranim čašicama. Duktor i aniloks valjak se međusobno suprotno rotiraju kako bi se višak boje skinuo s aniloks valjka.



Slika 2. – Sistem s dva cilindra (valjka) – duktor i aniloks

(N. Jambrošić – Utjecaj ponovnog korištenja boja na kvalitetu fleksotiska, stranica 10)

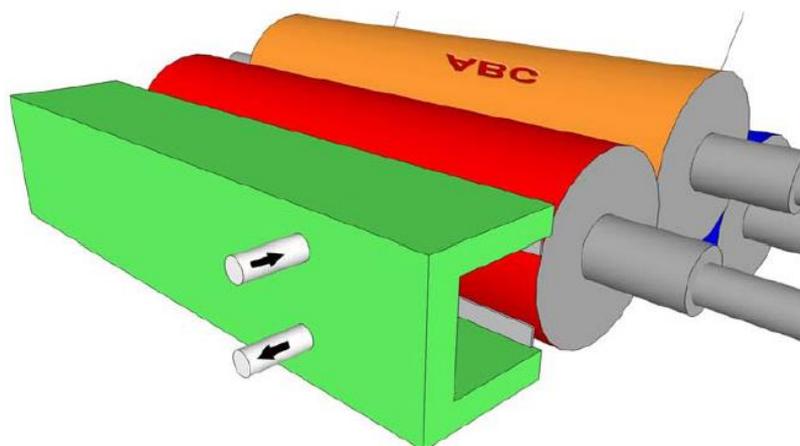
Kako bi se napravila bolja regulacija i kontrola nanosa bojila na tiskovnu formu s aniloks valjka (cilindra), proizvođači su dodali rakel (nož) na aniloks valjku i tako se omogućuje bolja kontrola nanosa i skidanja bojila s aniloks valjka. (Slika 3.)



Slika 3. – Sistem s rakelom na aniloksu

(N. Jambrošić – Utjecaj ponovnog korištenja boja na kvalitetu fleksotiska, stranica 10)

Rakel se postavlja pod kutem od 30°, tako skida sav višak bojila s površine aniloksa, dok u čašicama (ćelijama) ostaje točno predviđena količina bojila. Postoje i sistemi s dva rakelom, takve sisteme nazivamo komorni rakelom, oni se koriste na većim strojevima pri velikim brzinama otiskivanja. (Slika 4.)



Slika 4. – Sistem s komornim rakelom

(N. Jambrošić – Utjecaj ponovnog korištenja boja na kvalitetu fleksotiska, stranica 11)

U sistemu s komornim rakelom postavljena su dva rakel (noža), prvi služi za skidanje i kontrolu nanosa boje, on je pozicioniran pod suprotnim kutem od aniloksa, a donji rakel zatvara sistem. Rakeli se najčešće izrađuju od plastike i čelika, montiraju se 2 do 3 cm jedan od drugoga. Prednost sistema s komornim rakelom je ta što bojilo nije izloženo zraku pa je lakša kontrola viskoziteta, bojilo se upumpava u sredinu komore, a može i na više mjesta.

Temeljni cilindar služi kako bi se na njega pozicionirala tiskovna forma uz pomoć ljepljive trake. Temeljni cilindar se najčešće izrađuje od čelika. Temeljni cilindri dolaze u različitim veličinama, ovisno o raportima koji će se tiskati. Postoji više vrsta temeljnih cilindara, nedjeljivi cilindri su napravljeni iz jedne cjeline, tako da su cilindar i osovina jedna zasebna jedinica, rasklopivi cilindar ima mogućnost odvajanja osovine od tijela cilindra, dakle mogu se dodati cilindri različitog promjera, ali središnja rupa mora odgovarati propisanoj osovini. Magnetni cilindri stvaraju magnetsko polje kako bi držali tiskovnu formu pa nije potrebno lijepiti tiskovnu formu na cilindar.

Najkorišteniji su tako zvani rukavi ili eng. Sleeves (Slika 5.), to su specijalni cilindri koji u sebi imaju rupu, na njih se na stroju za ljepljenje lijepi tiskovna forma i daje u pripremu za postavljanje na fleksotiskarski stroj, takvi rukavi se lako postavljaju na stroj i ulaze u stroj s bočne strane i postavljaju se pod velikim pritiskom zraka kako bi se pomoću zraka neznatno proširio rukav i omogućio da sjedne na mjesto.



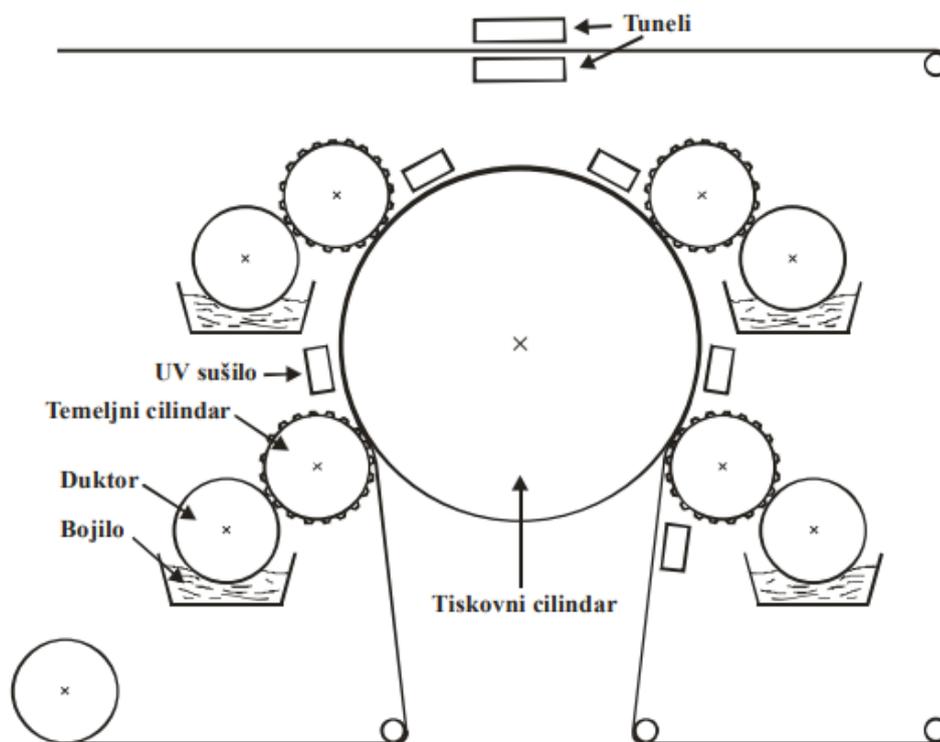
Slika 5. – Primjer sleeveova

<https://flexolid.eu/en/sleevesadapters/>

2.3.2. Strojevi s centralnim tiskovnim cilindrom

Strojevi s centralnim tiskovnim cilindrom imaju mogućnost rasporeda od 8 do 12 tiskovnih jedinica oko centralnog cilindra, (Slika 6.) takav sistem se najčešće koristi za tisak na folije, papir i filmove. Takvi strojevi se najčešće upotrebljavaju za tisak na razne materijale veoma širokih dimenzija koji se kasnije mogu rezati na više manjih širina. Najveća prednost strojeva s centralnim tiskovnim cilindrom su velike brzine tiskanja i jako dobro održavanje pasera.

Temeljni cilindri, duktori i bojila smješteni su oko centralnog tiskovnog cilindra, njihov broj ovisi o broju boju koje možemo otisnuti na željeni materijal. Tiskovni materijal leži na tiskovnom cilindru i prolazi od prve do zadnje pozicije sa tiskovnim formama koje se nalaze na temeljnom cilindru i tako se vrši otisak svake boje kako bi na izlaznoj jedinici dobili finalnu sliku. Materijal na ulaznoj jedinici odmata se iz role i na izlaznoj jedinici se opet namata u rolu željenih dimenzija. [13]

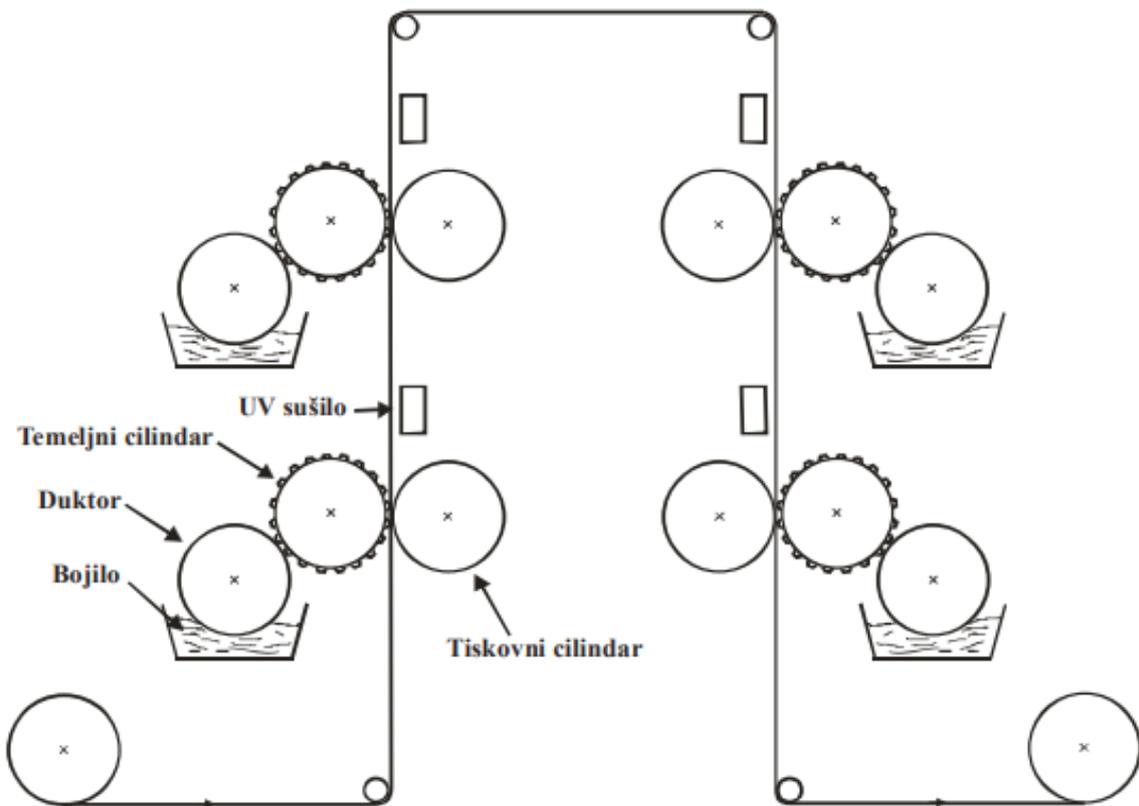


Slika 6. – Princip rada stroja s centralnim tiskovnim cilindrom

<https://repositorij.unin.hr/islandora/object/unin%3A3865/datastream/PDF/view>

2.3.3. Strojevi u obliku tornja

Strojevi koji imaju oblik tornja imaju za svaku tiskovnu jedinicu zaseban tiskovni cilindar, tiskovne jedinice su poslagane jedna iznad druge, najčešće u dva reda, na strojevima u obliku tornja se može vršiti tisak od dvije do deset boja, velika prednost je tisak na obje strane željenog materijala, tisak na velike širine finalnog proizvoda, u nastavku se često u liniju postavljaju dodatne komponente kako bi se na tisak nastavili laminacija, kaširanje, faldanje i dr. Tiskovne jedinice (Slika 7.) su postavljene jedna iznad druge, procesi sušenja nalaze se iznad svake tiskovne jedinice kako bi se bojilo osušilo prije nanosa sljedećeg na sljedećoj tiskovnoj jedinici. Ujedno strojevi u obliku tornja služe za jednostavnije tiskanje bez previše grafike zbog održavanja kvalitetnog pasera pa može doći do odstupanja i slika koja se sastoji od više boja ne izgleda zadovoljavajuće.[6]

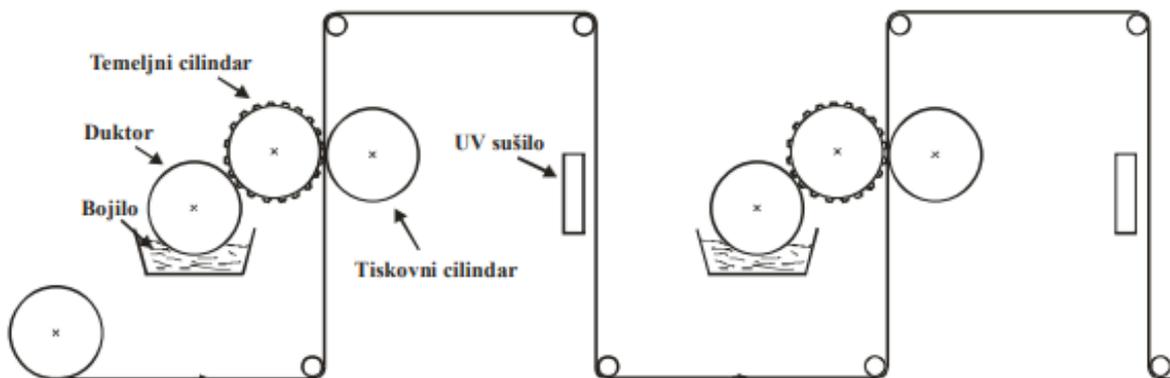


Slika 7. - Princip rada stroja u obliku tornja

<https://repositorij.unin.hr/islandora/object/unin%3A3865/datastream/PDF/view>

2.3.4. Stojevi s linijski posloženim tiskovnim jedinicama

Stojevi s linijski posloženim tiskovnim jedinicama (Slika 8.) mogu tiskati obostrano, njihova prednost je ta što nije potrebno penjati se na visine kako bi naprimjer zamijenili tiskovnu formu, može se tiskati do 12 boja, a koriste se većinom za tisak na deblje materijale kao što je karton. Kao i kod ostalih vrsta strojeva, komore za sušenje nalaze se iza svake tiskovne jedinice. Konstrukcijski, strojevi su dugi, niski i uski, njihova karakteristika su manje brzine nego kod strojeva s centralnim tiskovnim cilindrom, za kvalitetan otisak potrebna je elektronička kontrola pasera. [10]



Slika 8. – Princip rada stroja s linijski posloženim tiskovnim jedinicama

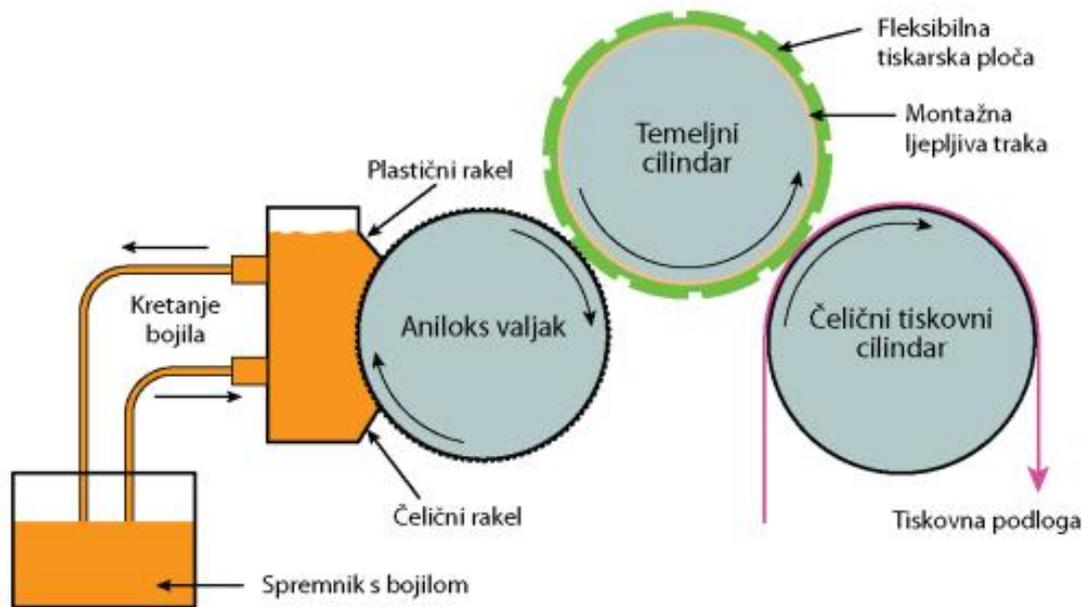
<https://repositorij.unin.hr/islandora/object/unin%3A3865/datastream/PDF/view>

2.3.5. Sustavi za obojenje u fleksotisku

Ovisno o konstrukciji fleksotiskarskog stroja, postoji više načina kako se vrši proces obojenja sve do prijenosa bojila na tiskovne podloge.

Sustav s komornim rakelom se često koristi, tad je komora s dva rakel (noža) različitog materijala u kontaktu s aniloks valjkom (Slika 9.) na način da gornji rakel skida višak bojila iz ćelija i slobodnih površina i usmjerava bojilo u prazne ćelije kako bi sve ćelije na aniloks valjku bile popunjene, dok donji rakel štiti od izlaska bojila iz komore. Bojilo se iz agregata dovodi u komoru pod određenim pritiskom i tako se prenosi na aniloks valjak i tako stalnim cirkuliranjem bojila se vrši konstantni prijenos na aniloks valjak,

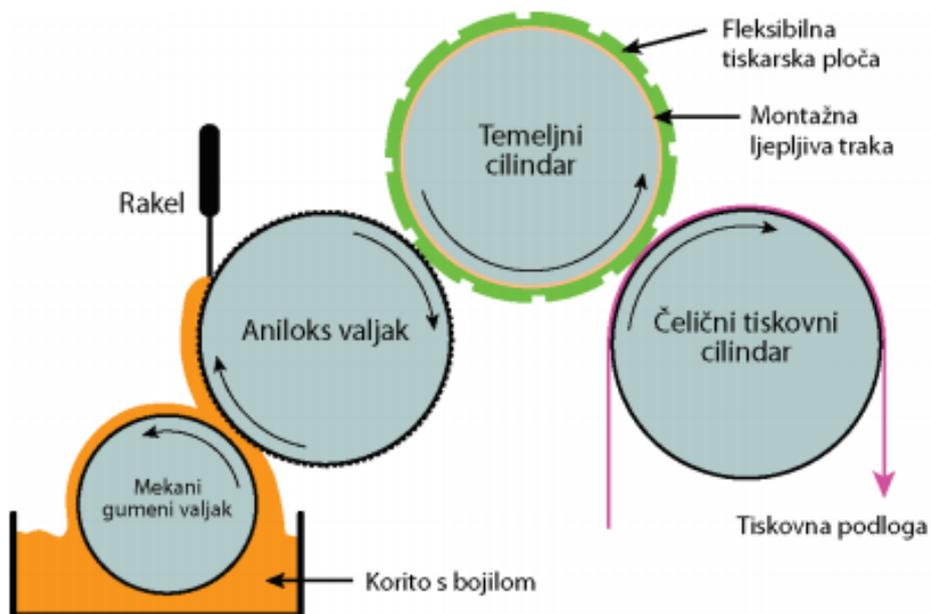
zatim na temeljni cilindar koji se vrti u suprotnom smjeru od vrtnje aniloks valjka, na tom temeljnom cilindru je smještena tiskovna forma (klišej) i sa tiskovne forme se prenosi na tiskovnu podlogu s boljom stabilnošću, manjim isparavanjem otapala i boljom kontrolom prijenosa bojila. [7]



Slika 9. – Sustav s komornim rakelom

https://eprints.grf.unizg.hr/2654/1/DB602_%c4%8cerina_Petra.pdf

Sustav za obojenje s gumenim valjkom (Slika 10.) radi na principu da je gumeni valjak uronjen u bojanik koje se kreće u suprotnom smjeru od vrtnje aniloks valjka, bojilo se s gumenog valjka prenosi na aniloks valjak, višak bojila skida se pomoću rakela i tad se bojilo iz čašica na aniloks valjku prenosi na temeljni cilindar koji se vrti u suprotnom smjeru od aniloks valjka i nanosi bojilo na tiskovne elemente na tiskovnoj formi. Podešavanjem pritisaka između temeljnog i tiskovnog cilindra/valjka bojilo se prenosi na tiskovnu podlogu i vrši se otisak.

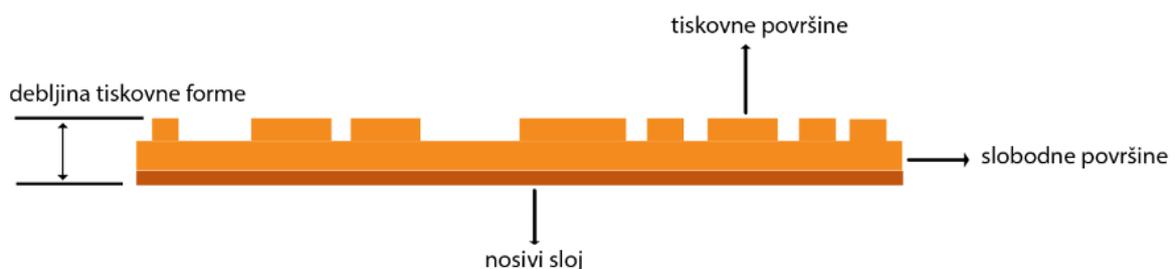


Slika 10. – Sustav s mekanim gumenim valjkom

https://eprints.grf.unizg.hr/2654/1/DB602_%c4%8cerina_Petra.pdf

2.4. Tiskovne forme

Nekad su se tiskovne forme za fleksotisak pretežito izrađivale od gume, njihov najveći nedostatak bile su loše reprodukcije kod prijelaza iz svijetlih u tamne nijanse i loš utjecaj na okoliš zbog korištenja dušične kiseline. Danas se izrađuju fotopolimerne tiskovne forme pomoću CtP postupka (Computer to Plate) ili laserskim graviranjem. Fotopolimerne tiskovne forme najčešće dolaze u krutom stanju, iako postoje i tiskovne forme od tekućih fotopolimera. [5]



Slika 11. - Dijelovi svaki tiskovne forme za fleksotisak

<https://repositorij.unin.hr/islandora/object/unin%3A2500/datastream/PDF/view>

Svaka tiskovna forma ima nosivi sloj na dnu forme kako bi forma dobila stabilnost, tiskovne površine (Slika 11.) koje su uzdignute kako bi mogle pokupiti boju s aniloksa valjka i slobodne ili netiskovne površine na koje se ne nanosi boja kod okretanja cilindra. Dvije glavne karakteristike fotopolimernih tiskovnih formi za fleksotisak su debljina i tvrdoća. Odabir debljine ovisi o kvaliteti slike (grafike) koju želimo postići, oštrina otiska, konfiguracija tiskarskog stroja i vrsta materijala na koji se vrši otisak.

Danas možemo susresti fotopolimerne tiskovne forme između 0,76 mm i 6,35 mm. Odabir tiskovne forme ovisi o mnogo parametara, tako se za tisak na karton i grafiku s manje detalja koriste deblje tiskovne forme, a tanje tiskovne forme koriste se za grafiku s puno detalja i jakih oštrina kako bi se dobila kvalitetna izvedba grafike, npr. za tekstove i rasterske elemente.



Slika 12. - Tvrda TF i mekana TF – razlika u otisku

https://www.gallus-group.com/archiv/en/desktopdefault.aspx/tabid-367/533_read-1509.html

Pošto se tiskovne forme sve više stanjuju, traži se sve veća tvrdoća materijala od kojeg su izrađene kako bi izdržale što veći broj ponavljanja i kako bi bila dovoljna razlika između tiskovnih i netiskovnih (slobodnih) elemenata. [3] Ako se žele otisnuti detalji tad se koriste tvrde tiskovne forme jer se mekše tiskovne forme lako prilagođavaju

strukturi tiskovne površine i teže se mogu otisnuti potrebni detalji. Pošto fleksotisak jako napreduje i tiskaju se grafike s osam i više boja, sve više se koriste tvrde tiskovne forme kako bi se istaknuli detalji pomoću sve većih linijatura rastera. Današnje tiskovne forme za fleksotisak se proizvode na tri načina, iz gume, snimanjem i razvijanjem fotopolimernih ploča i snimanje laserom. [11] Danas 15% tržišta čine gumene tiskovne forme, a 85% su fotopolimerne tiskovne forme. [20]

Rezultat otiskivanja na samom stroju uvelike ovisi i o samoj tiskovnoj formi (klišeju), najbitnija karakteristika svake tiskovne forme je njezina tvrdoća, ako koristimo mekane tiskovne forme, one se lako prilagode tiskovnoj podlozi (Slika 12.) i ne možemo prikazati sitne detalje, dok kod upotrebe tvrdih tiskovnih formi prirast rastertonskih vrijednosti je značajno manji, a rasterski elementi su manje stisnuti i više do izražaja dolaze detalji na otisku. Kako je trend sve veće kvalitete grafike, tako dolazi do proizvodnje sve tanjih tiskovnih formi sa tvrdom površinom kako bi se dobila što bolja kvaliteta otiska.

2.4.1. Gumene tiskovne forme

Dupliciranje slike iz kalupa i matrice je postupak izrade gumene tiskovne forme. Laka savitljivost, elastičnost i dobar prijenos boje na tiskovnu podlogu su karakteristike gumenih tiskovnih formi. Dupliciranje gumene forme vrši se iz kalupa ili matrice. Matrica je najčešće izrađena od metala, magnezija ili bakra i to procesom jetkanja tvrdog fotopolimernog materijala fotografskim postupkom. Zbog opasnosti kiseline za upotrebu i zbog teškog zbrinjavanja, u današnje vrijeme se sve više koriste polimerne ploče za izradu matrica, a sa stražnje strane se postavlja metal, najčešće aluminij. Kada je matrica napravljena, ona se postavlja u prešu zajedno s gumenom pločom te pod određenim tlakom i temperaturom nastaje nova gumena tiskovna forma.

2.4.2. Fotopolimerne tiskovne forme

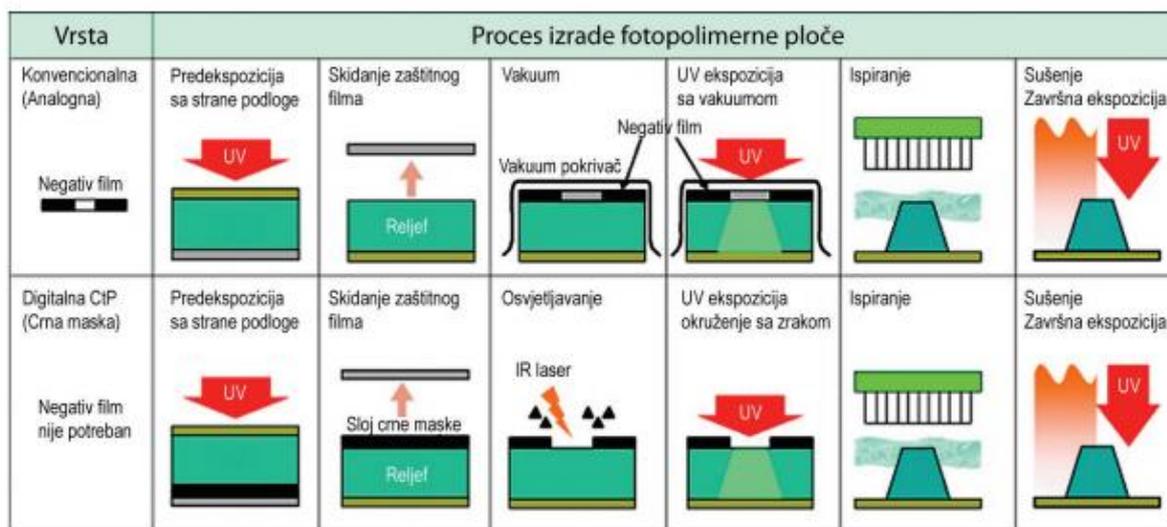
Fotopolimeri su polimeri osjetljivi na ultraljubičasti dio spektra. Fotokemijskom reakcijom dolazi do ultraljubičastog zračenja uslijed izlaganja polimerne smole.

Fotopolimeri se isporučuju u obliku ploča određenih dimenzija ili pak u tekućem obliku kako bi se izradila ploča veličine po želji. Izrazito je važno što su dostupni u više različitih tvrdoća. Kako bi se spriječilo izobličene ploče kod manipulacije s njom, npr. kod montaže na stroj, pranja ili pospremanja za donji sloj se postavlja dimenzionalni poliestar koji štiti od izobličenja.

Kako bi se prenijela slika na buduću fotopolimernu tiskovnu formu, potrebno je postaviti negativ slike na fotopolimernu ploču te se zatim ultraljubičastim zračenjem slika prenosi na fotopolimernu ploču. Nakon UV zračenja polimerizirali su se svi dijelovi ploče do kojih je doprijetlo UV svjetlo, ostali (ne polimerizirani) dijelovi se ispiru vodenom ili solventnom otopinom te tako nastaje tiskovna forma sa očvrnutim tiskovnim elementima spremna za upotrebu.

2.4.3. Izrada fleksibilnih tiskovnih formi

Postoje dvije tehnike za izradu fleksibilnih tiskovnih formi, to su analogna i digitalna tehnika. Analogni postupak trajao je znatno duže jer je prvo trebalo izraditi i osvijetliti film te uz pomoć njega napraviti, tj. osvijetliti tiskovnu formu. Danas se najviše koristi digitalna tehnika Computer to Plate (Slika 13.) za izradu tiskovnih formi. U CtP tehnologiji nije potrebno raditi niz koraka iz analogne tehnike te se tako dobiva ušteda vremena i novca za izradu, a najveće prednosti su lakša standardizacija, lakše ponavljanje tiskovne forme zbog oštećenja kod rukovanja ili oštećenja na stroju i bolja kontrola kod izrade finijih komponenata na tiskovnoj formi. [3]

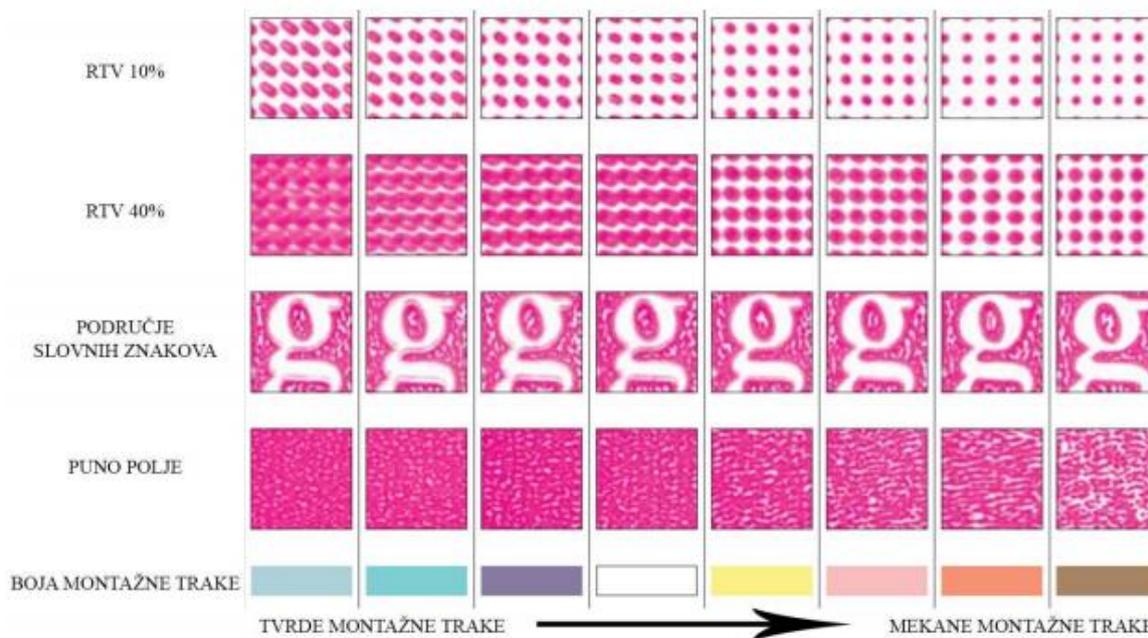


Slika 13. – Razlike u izradi fotopolimerne ploče analognim i digitalnim procesima
<https://eprints.grf.unizg.hr/1897/1/Doktorski%20rad%20Valdec%20Dean.pdf>

2.4.4. Montažne trake za tiskovne forme

Kako bi se tiskovna forma postavila na temeljni cilindar, potrebno je prvo na cilindar postaviti odgovarajuću obostrano ljepljivu montažnu traku. Montažna traka ima funkciju kako bi držala čvrsto tiskovnu formu na cilindru, ali ima ulogu da svojom mekoćom kompenzira eventualne nepravilnosti na tiskovnoj formi i neočekivane udarce tokom proizvodnje.

Montažne trake razlikujemo po bojama, svaka boja predstavlja određenu tvrdoću (Slika 14.) montažne trake, u procesu tiskanja veoma je bitno odabrati montažnu traku idealne tvrdoće za tiskovne elemente koje otiskujemo, osobito je to bitno kod sitnih rasterskih detalja. Tako se za prikaz punih tonova koriste tvrde montažne trake, za prikaz rastriranih slika s puno detalja koriste se trake male tvrdoće, a ako imamo slučaj da na tiskovnoj formi imamo prikaz jakih tonova i rasterskih elemenata tada se najčešće upotrebljavaju montažne trake srednje tvrdoće.



Slika 14. – Prikaz montažnih traka po tvrdoći

<https://multimedia.3m.com/mws/media/1756990/flexographic-mounting-system-selection-guide.pdf>

2.5. Boje u fleksotisku

Boje možemo promatrati kao subjektivni doživljaj kada određena svjetlost dolazi do receptora u mrežnici oka. Veliku ulogu kako će promatrač vidjeti neku boju ima svjetlo koje pada na taj predmet, zatim promatrani predmet i kvaliteta vida promatrača. Valja napomenuti da isti predmet, dva različita promatrača mogu vidjeti isto, ali i sasvim različito, a isti promatrač isti predmet može vidjeti različito ako dolazi do promjene jakosti svjetla u prostoriji.

Iz tog razloga je uvedena standardizacija kako bi znali o kojoj se boji radi, neovisno pod kojim svjetlom je promatrana. Boje klasificiramo pomoću nekih mjernih karakteristika, a to su psihofizičke i fizikalne karakteristike boja. U psihofizičke spadaju ton, svjetlina i zasićenje, dok u fizikalne karakteristike ubrajamo dominantnu valnu duljinu, čistoću pobude i luminaciju. Psihofizičke karakteristike boje nastaju sa stajališta promatrača, tj. kako ih on osjeća, a fizikalne karakteristike boja mjere se posebnim uređajima.

Ton boje opisuje je li neka boja žuta, plava ili zelena. Svjetlina ili luminacija je relativna količina svjetla koja svaka boja prividno emitira. Boje se mogu podijeliti na kromatske i akromatske (Slika 15.) ovisno o zasićenosti i svjetlini. Svjetlinom ili luminacijom može se razlikovati svjetla boja od tamnije boje, ako se miješaju boje jednake svjetline, svjetlina će ostati ista, ali nastaje promjena u kvaliteti ili čistoći boje koja je ovisna o količini pomiješanih komponenata dviju boja. To svojstvo naziva se još i zasićenost ili saturacija.



Slika 15. – Kromatske boje, akromatske boje, svjetlina i zasićenost boje

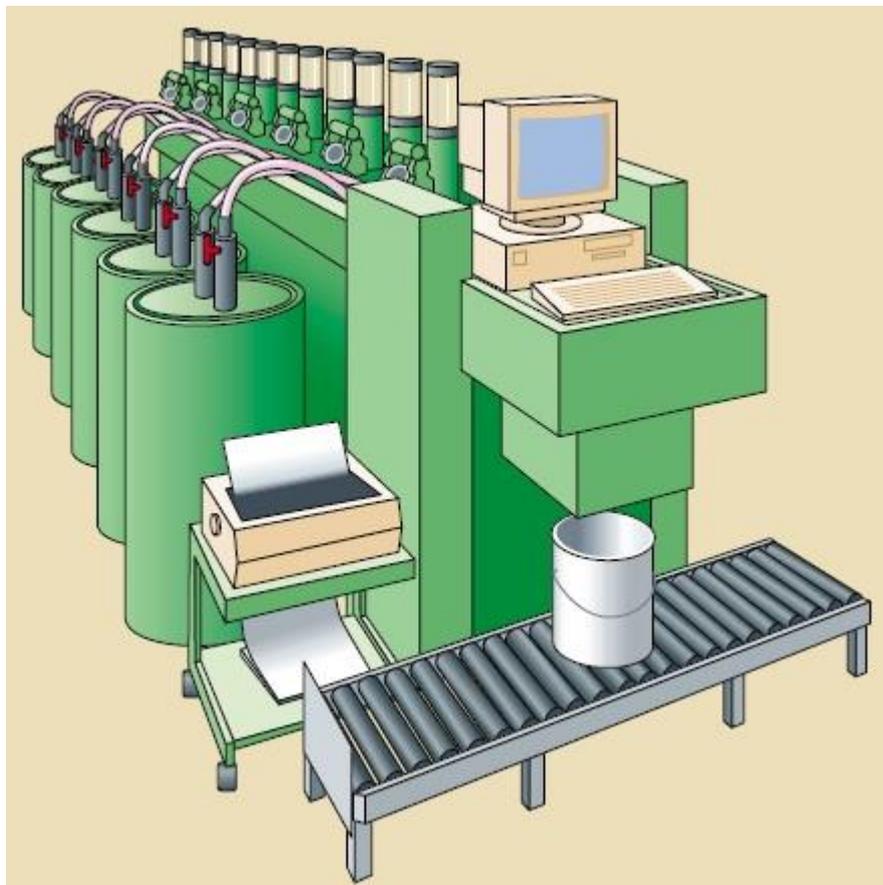
<https://silo.tips/download/2-osnovni-grafiki-materijali-grafike-boje>

U fleksotisku se koriste rijetka bojila koja imaju nisku viskoznost. U praksi, za izradu ambalaže koriste se 3 vrste bojila: ona koja su na bazi organskih otapala, na bazi vode i UV bojila. Karakteristike svih su što uglavnom što sadržavaju 4 jako bitne komponente, to su pigmenti, veziva, aditivi i otapala. [7] Samo kod UV bojila se ne upotrebljavaju otapala. Ovisno na koji materijal (podlogu) želimo tiskati, tako i izabiremo bojilo s kojim ćemo vršiti otisak. Ako se tisak vrši na prozirne filmove i folije, prva boja u pravilu je bijela kao podloga za sve ostale boje, ona mora biti što je više moguće neprozirna. [2, 3, 6]

Kada se tiska na folije i filmove još uvijek se najviše koriste bojila na bazi otapala, ali ih zbog njihove štetnosti i zapaljivih komponenti sve više zamjenjuju UV bojila jer imaju mogućnost obojenja jače gustoće, njihova specifičnost je što se suše uz pomoć UV

lampi i daju još kvalitetniji otisak na svim neupojnim podlogama kao što su folije. [8]
Bojila na bazi vode koristimo za sve upojne materijale, dakle koriste se za tisak na papir i karton tako što se dio bojila upija u podlogu, a ostatak se suši u tunelima za sušenje, nije preporučljivo otiskivanje na folije s bojilima na bazi vode zbog niza određenih poteškoća, ali su zato pogodna za tisak na proizvode za pakiranje hrane. [5]

Kada želimo dobiti realističnu sliku potrebno je koristiti 4 osnovne boje, to su cyan, magenta, yellow i crna. Kombinacijom te četiri osnovne ili procesne boje moguće je dobiti više od milijun različitih tonova i boja, ovisno o količini nanesene boje, linijaturi aniloks valjka, kvaliteti tiskovne forme i mnogo ostalih drugih parametara. Prije početka tiskanja boje se puštaju u mješaoni boja pomoću računala gdje se pomoću formula mogu „pozvati“ određene komponente koje dolaze na centralno mjesto u spremnik za boju (Slika 16.) koju će strojar kasnije postaviti u agregat za boju na stroju.



Slika 16. – Izgled jedne klasične mješaone boja

<http://library.lol/main/847BB16364F112944FFB1EFEB101FE1C>

2.5.1. Kemijski sastav boja

Ovisno za koju svrhu i potrebu se izrađuje neki proizvod tako se definiraju i zahtjevi koje se boje smiju i trebaju koristiti. Za tisak na ambalažu koriste se u fleksotisku boje na bazi otapala (vezivo na bazi alkohola), boje na bazi vode (vezivo na bazi vode) i UV (Ultraviolet) i EM (Electron beam) boje. U postocima, boje za fleksotisak na bazi otapala sadrže 40 do 60% vodenog ili alkoholnog otapala, 15 do 25% veziva, 10 do 25% pigmenta i 5 do 10% aditiva. [16] UV bojila sadrže 55 do 80% veziva, 10 do 20% pigmenata, 5 do 15% fotoinicijatora i 5 do 10% aditiva, dakle UV bojila ne sadrže otapala. [10]

2.5.2. Pigmenti

Krute i kemijski čiste tvari koje daju obojenje tiskarskoj boji nazivaju se još i pigmenti, njihovo svojstvo je netopljivost u vezivu, ali dobra raspršenost i močenje u vezivu. Transparentnost, svjetlostalnost, otpornost na toplinu, otpornost na kemikalije i vodu ovise o pigmentima. Pigmente dijelimo prema podrijetlu na prirodne i sintetičke, a na organske i anorganske prema kemijskom sastavu. Mineralni ili zemljani pigmenti spadaju u skupinu anorganskih prirodnih pigmenata, a u prirodi se mogu pronaći u obliku minerala i ruda. Nekada su se iskapali iz zemlje ili su se lomili u kamenolomima, te grubo mljeli i razmuljili u vodi kako bi došli do razdvajanja grubih i finijih čestica.

U današnje vrijeme je izrazito malo koriste anorganski umjetni pigmenti, oni se proizvode procesom taloženja vodenih otopina mineralnih soli pri uvjetima određene koncentracije, temperature, tlaka i dr. Sintetički pigmenti se dobivaju tako da se talože, filtriraju, suše i na kraju melju i po kemijskom sastavu se dobivaju pigmenti kao da su prirodni, ali bez raznih onečišćenja i dobre kvalitete. U današnje vrijeme su prirodni organski pigmenti zamijenjeni sintetičkima, iako su se od davnina koristili za bojanje u spiljama, ukrašavanje tijela, bojanje tekstila i dr. Čistoća, svjetlostalnost, otpornost na vodu, otpornost na organska otapala, otpornost na veziva i toplinu te niska cijena samo su neke prednosti anorganskih pigmenata, a nepoželjni su iz razloga ekološke neprihvatljivosti, male pokrivenosti, neotpornosti na kiseline i dr. [13]

2.5.3. Bojila

Kako bi tiskarske boje dobile obojenje, potrebne su uz pigmente i druge kemijski čiste tvari, a to su bojila. Ona se otapaju u otapalu ili vezivu i sa njima tvore molekularne disperzije prozirne otopine.

2.5.4. Veziva

Veziva su sredstva za raspršivanje, služe za prijenos i nanošenje pigmenta kroz tiskarski stroj i osiguravaju prijenos i vezanje boja i pigmenata na tiskovne elemente na tiskovnoj formi. U veziva se ubrajaju razne smjese ulja, smole i otapala u koje se umaču pigmenti i raspršivanjem tvore homogene disperzije.

Nitroceluloza je najčešća smola, vezivo na bazi alkohola, koja dispergira i nosi pigment, omogućuje transfer boje i primanje na podlogu. Ona nema jaki miris, dobro može osloboditi otapalo, dobro može vlažiti pigment, velika temperatura nema utjecaj na njezina svojstva i uvelike se koristi u današnje vrijeme. Nitroceluloza primjenjuje se s drugim smolama istih karakteristika kako bi se boja mogla koristiti gotovo na svim podlogama. U bojama na bazi vode koriste se smole s visokim kiselinskim brojem kako bi se poboljšao transfer boje i kako bi boje dobile dodatni sjaj, ali mogu biti i koriste za povećanu otpornost na visoku temperaturu.

2.5.6. Otapala

Organske tekućine koje otapaju razne tvari i stvaraju dodatni film na površini otiska. Bit otapala je da ono nakon otiskivanja isklapi kako bi se otisak što brže osušio. Otapalima se može regulirati viskozitet i brzina sušenja otiska. Pošto su pigmenti i smole krute tvari, otapala ih pretvaraju u tekuće stanje kako bi se adekvatno mogli otisnuti na tiskovnu površinu. Zadaća otapala je rastopiti smolu ili više njih kako ne bi nastali problemi tokom otiskivanja kao što su sporo isparavanje ili upijanje, neadekvatan miris na otisnutoj tiskovnoj površini, nestabilnost boje koje nije u skladu s propisima o sigurnosti i zdravlju. Najniži viskozitet postiže se s tekućinama visoke snage otapanja, a snaga otapanja presudni je faktor u odabiru otapala. Sve boje mogu sadržavati razna otapala kako bi zadovoljile ravnotežu topljivosti, reologije i brzinu

sušenja. Problemi nastaju kad se koristi mješavina otapala, ako otapalo koje zadnja isparava nije dovoljno dobro otapalo za smole koje se koriste ili otapalo koje zadnje isparava nije dobro otapalo za boju. Viskozitet se prije tiska smanjuje dodavanjem raznih mješavina otapala, kako tijekom procesa tiskanja otapala isparuju, bitno je dodati otapala istih svojstava onima koja su isparila, ako se neadekvatno dodaju nekompatibilne otopine može se dobiti otisak smanjenog sjaja, smanjene adhezije ili povećanog viskoziteta. Otapala čine u prosjeku 70 % etanol, 10 % etil acetat korišten za ubrzanje sušenja i čišćenje stroja, velika količina etil acetata može nagristi tiskovnu formu i ostale gumene dijelove, dok se etoksipropanol koristi za usporavanje sušenja kako se boja ne bi zasušila na anoloksu valjku ili na tiskovnoj formi kako ne bi došlo do zapunjenja slobodnih tiskovnih elemenata i tako bi se mrlje prenosile na tiskovnu površinu, dakle prevelika upotreba etoksipropanola može dovesti do preslikavanja i stvaranja mrlja i tako nastaje nekvalitetan proizvod koji je potrebno odvojiti i regenerirati za ponovnu upotrebu. [16]

2.5.7. Aditivi

Aditivi se koriste kako bi se poboljšale karakteristike boja koje se koriste u otiskivanju, ali ako se koriste dobra veziva, upotreba aditiva je minimalna. Zbog loše formuliranih veziva ponekad je potrebno koristiti više različitih aditiva. Najčešće korišteni aditivi u fleksotisku su plastifikatori ili omekšivači s kojima boja dobiva mekoću i bolju adheziju prema podlozi, a tiskovna površina bolju elastičnost i fleksibilnost, voskovi se koriste za povećanje otpornosti na struganje, povećavaju odbojnost na vodu tiskovne površine te sprječavaju laminaciju. Ako se u procesu tiska pretjera s količinama voska, može doći do smanjenja sjaja, slabe reologije i otežanog prijavanja boje. Uz njih također se koriste silikoni koji služe kako bi se smanjila površinska napetost tekućine, ulja, masti, mirisa i dr.

2.5.8. Karakteristike boja u fleksotisku

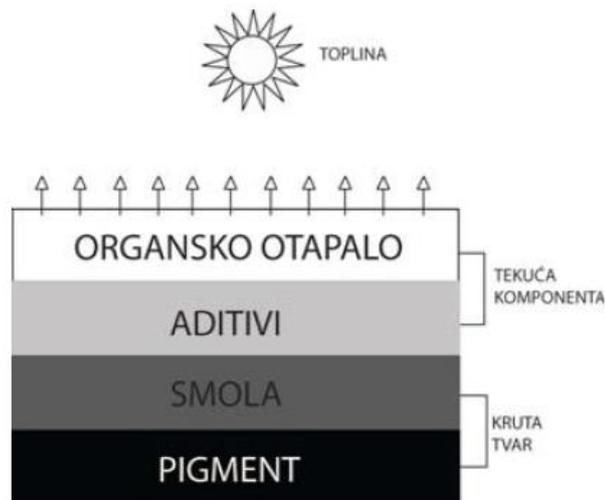
Postoji mnogo karakteristika svake boje u fleksotisku, a one su određene ovisno o materijalu završnog proizvoda te zahtjevima tehnike tiska. Karakteristike pojedine boje

su boja i jačina, vizualni izgled, adhezija, funkcionalna svojstva i tečnost. Tečnost je jedna od najvažnijih karakteristika, to je svojstvo pomoću kojeg boja prolazi kroz stroj pa sve do same tiskovne podloge. Boja u prolazu kroz stroj mora biti tečna, a jednom kad se nanese na tiskovnu podlogu mora se pomoću raznih sušenja unutar stroja brzo osušiti kako ne bi nastale nepoželjne mrlje na otisku. Viskozitet je zapravo unutrašnje trenje boje, a nastaje zbog prijelaza između prijelaza između više čestica boja zbog gibanja fluida različitim brzinama, zato su tečnost i viskozitet ključni parametri kod tiskanja u fleksotisku. Viskozitet se lako može izmjeriti pomoću DIN čašice i mjerača vremena kako bi se izmjerila brzina isticanja bojila iz čašice, ako je viskozitet previsok, potrebno je nadodati otapala kako bi se boja razrijedila i tako bi se lakše postigla vrhunska kvaliteta otiskivanja. Svaka boja sastoji se od više komponenata, a najvažnija komponenta od svih je vezivo, kako se povećava omjer smole u vezivu tako se i boja teže prenosi na tiskovnu formu, a zatim i na tiskovnu podlogu. Jačina samog otiska ovisi o mnogo faktora, jedan od najvažnijih je linijatura i volumen aniloks valjka postavljenog na stroj, vrsta boje i količina raznih komponenata, ali na otisak utječu i tiskovna podloga (npr. film, folija, papir...), pritisak između cilindara, tvrdoća duplex ljepila, vrsta klišeja i sama brzina otiska i dr. Međusobno privlačenje dvaju različitih tvari, odnosno kod tiskanja na neupojne materijale vrlo je važno odabrati određene vrste veziva prema tiskovnoj podlozi na koju se vrši otisak jer svaka tiskovna podloga na sebe drugačije prima boja. Na primjer film i papir.

2.5.8.1. Boje na bazi organskih otapala

Boje na bazi organskih otapala sačinjavaju četiri osnovne komponente – pigmente, smole, organska otapala i aditive. (Slika 17.) Isparavanjem organskih otapala suši se boja uz pomoć dovođenja toplog zraka u komorama za sušenje i tako na tiskovnoj podlozi boja prelazi iz tekućeg u kruto stanje. Difuzno raspršivanje pigmenta u organskom otapalu nastaje zbog korištenja veziva kao komponente u boji i tako se prenosi pigment na otisnutu podlogu. Otapala također omogućavaju lakši prelazak pigmenta na otisnutu podlogu i pomažu bržem sušenju boja nanašenih tokom otiskivanja. Na velikim brzinama može se lako regulirati brzina sušenja, otisak je vrhunske kvalitete i otporan na razne vremenske uvjete. Nedostaci boja na bazi

organskih otapala su laka zapaljivost te emisije hlapljivih organskih spojeva. Na slici 15. prikazan je sastav boje na bazi organskih otapala. [16]

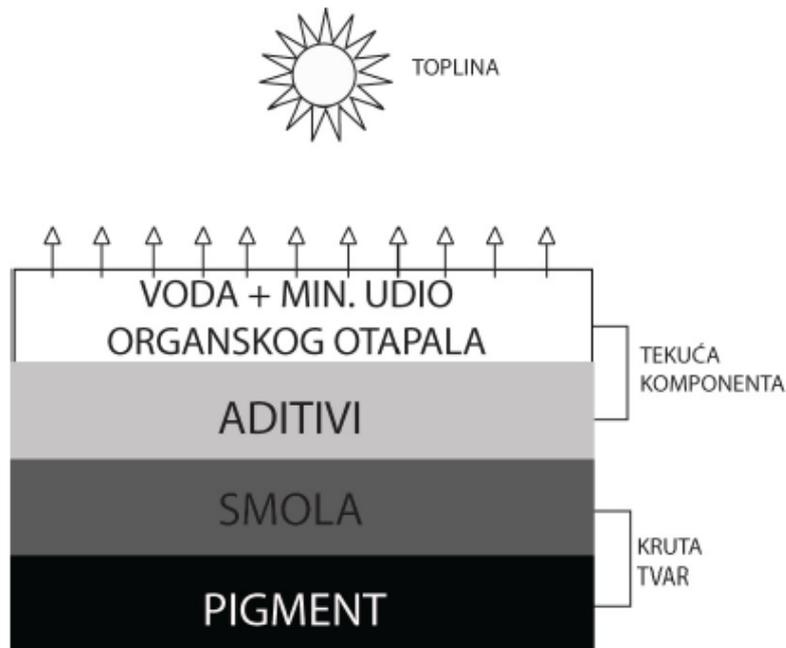


Slika 17. – Sastav boja na bazi organskih otapala

(N. Jambrošić – Utjecaj ponovnog korištenja boja na kvalitetu fleksotiska, stranica 30)

2.5.8.2. Boje na bazi vode

Boje na bazi vode ne sadrže organska otapala i tako je smanjena emisija hlapljivih organskih spojeva i rizik od požara, ali zbog nesadržavanja dovoljne količine otapala takve boje se ne mogu osušiti na neapsorbirajućim tiskovim podlogama kao što su filmovi i folije pa se za tisak na njih ne upotrebljavaju. Stoga se ove boje koriste za otisak na papir i karton kao tiskovne podloge. Boje na bazi vode sadrže akrilne smole i emulzije, vodu, jako malo otapala, neutralizatore, pigmente i aditive. (Slika 18.) [16] Kako bi se ubrzao proces sušenja, u vodu se dodaje mali postotak organskih otapala, ali svakako je veoma teško optimizirati proces otiskivanja pa su česte pojave sušenja boje na aniloks valjku, što pridonosi dodatnim problemima, zastojsima i nejednakomjernim otiscima slabe postojanosti tokom proizvodnje posebice pri velikim brzinama otiskivanja. Postoje i boje na bazi vode koje se koriste za tisak na neupijajuće materijale, one su ekološki prihvatljivije, ali nemaju potrebnu kvalitetu kao boje na bazi organskih otapala pa se iz tog razloga jako rijetko koriste.

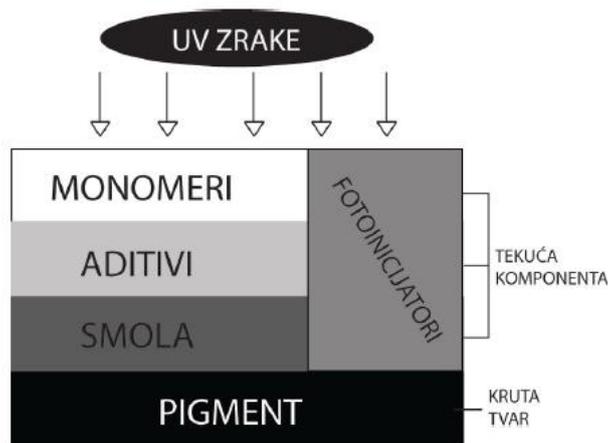


Slika 18. – Sastav boja na bazi vode

(N. Jambrošić – Utjecaj ponovnog korištenja boja na kvalitetu fleksotiska, stranica 31)

2.5.8.3. UV i EB boje

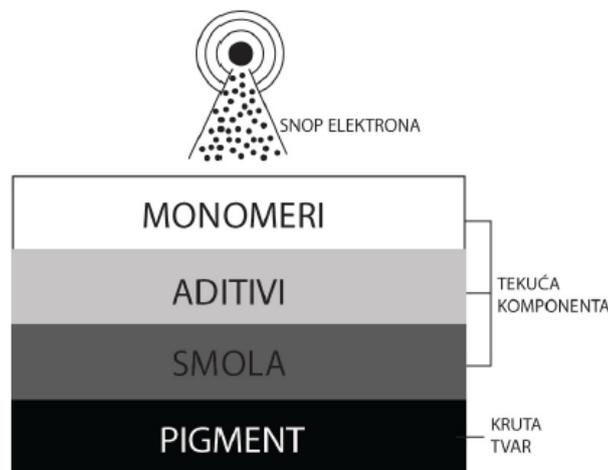
Korištenjem UV i EB boja smanjuje se količina nepovoljnih ekoloških utjecaja za razliku od upotrebe boja na bazi organskih otapala. Najveća prednost je brzo sušenje bez emisije hlapljivih organskih spojeva odmah nakon otiskivanja. Razlika je u kemijskom sastavu i mehanizmu (Slika 19.) sušenja za razliku od ostalih boja, UV boja suši se upotrebom emisije UV zraka, a EB boja se suši upotrebom snopa elektrona. [16] Najveća njihova prednost je ta što nije potrebna fizikalno-kemijska obrada (korona) na neapsorbirajuće tiskovne podloge prije samo tiskanja. UV i EB (Slika 20.) boje sadrže monomere, oligomere, pigmente, aditive i fotoinicijatore.



Slika 19. – sastav UV boja

(N. Jambrošić – Utjecaj ponovnog korištenja boja na kvalitetu fleksotiska, stranica 32)

Nedostatak UV i EB boja je visoka cijena, a prednosti su otisci visokog sjaja, brzo sušenje i konstantni viskozitet, velike oštine koje smanjuju prirast RTV u fleksotisku.



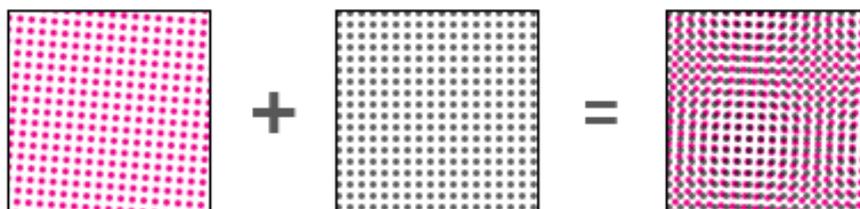
Slika 20. – sastav EB boja

(N. Jambrošić – Utjecaj ponovnog korištenja boja na kvalitetu fleksotiska, stranica 32)

2.5.8.4. Moiré efekt

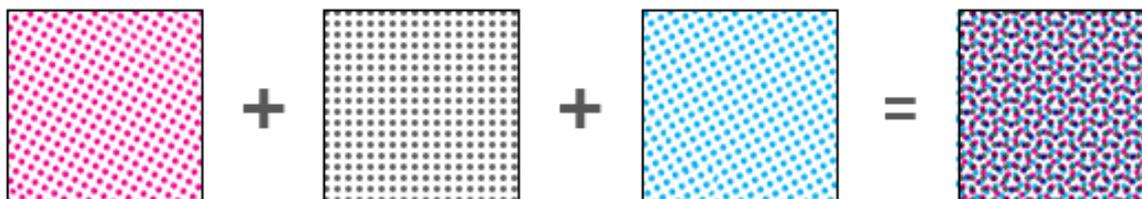
U višebojnom tisku dolazi do poklapanja rasterskih elemenata (Slika 21.) pod krivim kutovima ili prevelikog nanosa boje na rasterske elemente, ta neželjena pojava naziva se moiré efekt. Zato je potrebno svaku separaciju podesiti pod određenim kutem kako bi se spriječio moiré efekt jer ljudsko oko prati vertikalne i horizontalne linije pa je svaka boja postavljena pod različitim kutem kako bi se moiré efekt sveo na minimum

i dobio uzorak rozeta (Slika 22.) stoga potrebno pravilno definirati kuteve rastera kod pripreme i izrade tiskovnih formi. [21] Moiré efekt se može pojaviti i zbog različitog kuta graviranja aniloks valjaka, gravirani su pod kutevima od 30°, 45° i 60°. U fleksotisku ta ja pojava još češća kod tiskanja na rastezljive materijale (folije i filmove).



Slika 21. – Pojava Moiré efekta

https://www.webmasterpro.de/design/article/rasterwinkel-im-cmyk-druck.html/image/Raster_moire2.png



Slika 22. – Rozeta, tj. pravilno postavljanje kuteva rastera

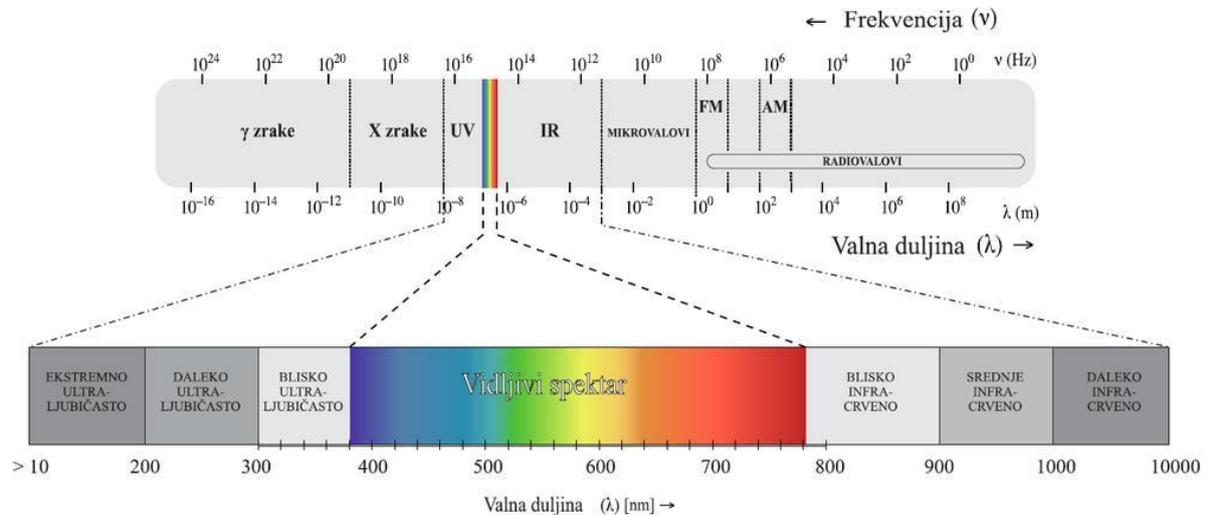
https://www.webmasterpro.de/design/article/rasterwinkel-im-cmyk-druck.html/image/Raster_3_60Gra.png

2.5.9. Mjerenja boja

Kako bi otisak bio kvalitetan i konzistentan potrebno je vršiti mjerenja boja u procesu proizvodnje jer je to jedan od ključnih elemenata kako će proizvod na kraju izgledati, posebno je važno naglasiti da ljudsko oko jedan predmet može drugačije percipirati u više različitih okruženja ili uvjeta jer je boja psihofizičko svojstvo. U praksi se za mjerenje boja koriste denzitometri i spektrofotometri kako bi se instrumentalnim mjerenjem pod istim uvjetima lako uočile razlike u uzorcima.

Ljudsko oko može vidjeti samo jedan mali dio skupa elektromagnetskih valova, taj dio naziva se vidljivi dio spektra, unutar granica od 380 nm do 750 nm, (Slika 23.) ali uvjet

da bi ljudsko oko vidjelo neku boju je izvor svjetlosti koji je usmjeren prema boji koju promatra ljudsko oko kao primatelj podražaja. Npr. žarulja emitira svjetlost od crvene etikete, od etikete se do našeg oka reflektira crveni dio spektra, a zeleni i plavi dio spektra se apsorbiraju tj. upijaju i tako ljudsko oko vidi određenu boju. [19]



Slika 23. – Spektar elektromagnetskih valova

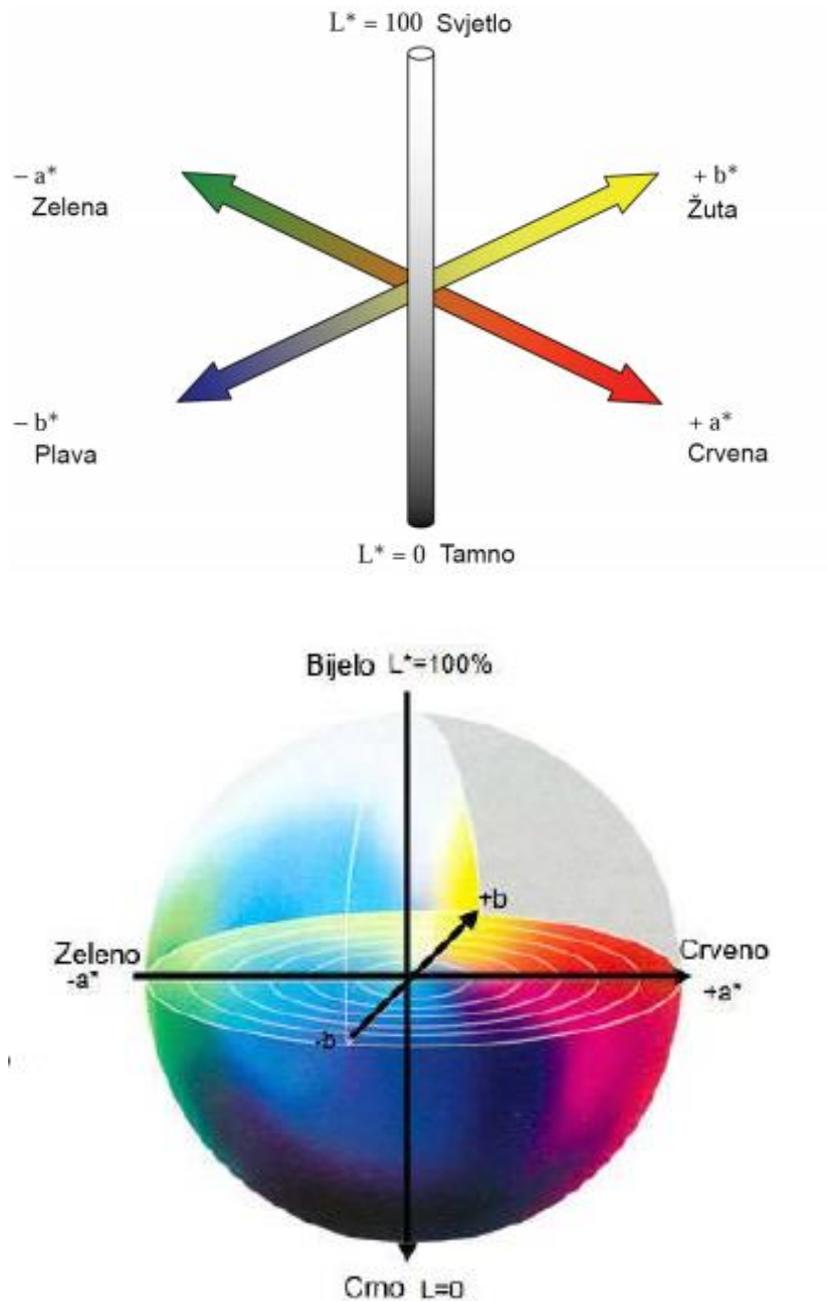
<https://docplayer.rs/138336730-Sveu%C4%8Dili%C5%A1te-josipa-jurja-strossmayera-u-osijeku-fakultet-elektrotehnike-ra%C4%8Dunarstva-i-informacijskih-tehnologija-sveu%C4%8Dili%C5%A1ni-studij-mjerenje-sjajnost.html>

Međunarodni standardi za primjenu u industrijskoj proizvodnji su XYZ i CIE $L^*a^*b^*$ sustavi (prostori) boja. XYZ sustav boja označava kao kordinate boja, X i Y su oznake za označavanje kordinate pojedine boja, a Z je oznaka za svjetlinu.

2.5.9.1. CIE $L^*a^*b^*$ prostor boja

CIE $L^*a^*b^*$ sačinjen je od suprotne teorije boja (opponent color theory), sustav sačinjen je od dvije kromatske osi (a^* i b^*) i akromatske osi L^* (luminance) što je funkcija svjetline (Slika 24.) od vrijednosti 0 (crno) do vrijednosti 100 (bijelo). Kromatska os a^* ima orijentaciju od zelenog (a^-) do crvenog (a^+), dakle u toku mjerenja komponente a^* što je boja više u minusu to je zelenija i obrnuto, a druga kromatska os b^* ima orijentaciju od plave (b^-) do žute (b^+), dakle u toku mjerenja komponente b^* što je boja više u minusu to je bolje plavija i obrnuto. Ovaj prostor

boja ima prednost što je uvedena i svjetlina kao treća dimenzijai danas se uvelike koristi za upravljanje i mjerenje boja. [18]



Slika 24. – CIE L*a*b* prostor boja

https://eprints.grf.unizg.hr/2318/1/Z617_Komugovi%c4%87_Ana.pdf

2.5.9.2. Spektrofotometar

Spektrofotometar (Slika 25.) je instrumentalni uređaj koji služi za određivanje dominantne valne duljine, zasićenja i svjetline obojenja. Točno ocjenjivanje boje postiže se korištenjem vidljivog dijela spektra reflektiranog uzorka boje koju mjerimo. Pojedinačne valne duljine se izdvajaju iz definiranog bijelog svjetla te se sa njima osvjetljava ispitivani uzorak i površina koja reflektira ukupnu količinu upadnog svjetla. Reflektirani tonovi mogu se usporediti različitim postupcima, a najčešće se dovode na fotočeliju pomoću koje se pretvaraju u električne impulse pomoću kojih se učitavaju kao refleksija. Spektralna informacija dobiva se iz izračunatih refleksija i odgovarajućih valnih duljina i tada se spektralna informacija može konstruirati kao krivulja koja prikazuje spektrometrijsku krivulju.



Slika 25. – X-Rite SpectroEye

<https://lettero.com.pl/en/color-control/measuring-devices-x-rite/x-rite-spectroeye/>

2.5.9.3. RK Print K-LOX PROOFER

RK Print K-LOX PROOFER je ručni alat (Slika 26.) za nanos fleksotiskarske boje na različite tiskovne podloge pomoću kojeg se može vrlo vjerno simulirati otisak. Alat je veoma lagan za korištenje, ima odličnu ponovljivost i vjerno simulira otisak. Kratko vrijeme je potrebno od upotrebe do čišćenja pa do ponovne upotrebe, uz alat na

raspolaganju je velik odabir različitih linijatura i volumena čašica aniloks valjka. Za potrebe mjerenja korišten je K-LOX Proofer kao na slici s probnim aniloks valjcima s linijaturom (lpi) i volumenom (BCM) 100/18, 165/8.0 i 220/6.4.



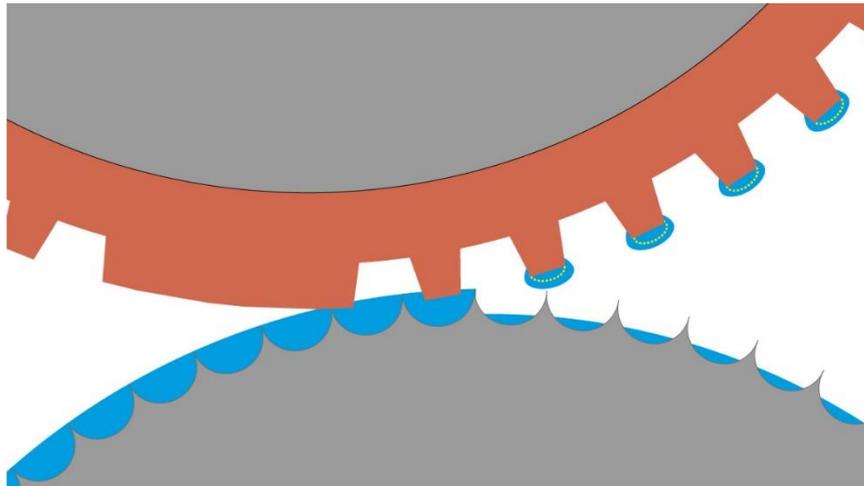
Slika 26. – K-LOX PROOFER

<https://www.indiamart.com/proddetail/flexo-ink-proofer-18719427091.html>

2.6. Aniloks valjak

„Srce“ svakog fleksotiskarskog stroja je aniloks valjak, ovisno koliko boja stroj može otisnuti toliko mora imati i aniloks valjaka postavljenih na stroju za prijenos bojila s aniloks valjka na tiskovnu formu. Glavne karakteristike aniloks valjka su linijatura – broj čašica na površini valjka pomoću kojih se prenosi bojilo na tiskovnu formu i volumen čašica – veličina samih čašica pomoću kojih se određuje koliko će se bojila prenijeti na tiskovnu formu. Glavna zadaća aniloks valjka je prenijeti određenu količinu boje (Slika 27.) na tiskovne elemente na tiskovnoj formi. [13] Ako se žele otisnuti veći volumen (puni tonovi) tad će se koristiti aniloks valjkak malih linijatura i velikih volumena jer se na tim valjcima nalazi manje čašica većeg volumena i tako se prenosi više bojila na tiskovnu formu, dok se za fine linije i detalje koriste aniloks valjci velikih linijatura i malih volumena kako bi se na tiskovnu formu prenijela manja količina bojila kako bi se dobili finiji tonovi, tu je jako bitan čimbenik kohezija bojila, što je kohezija

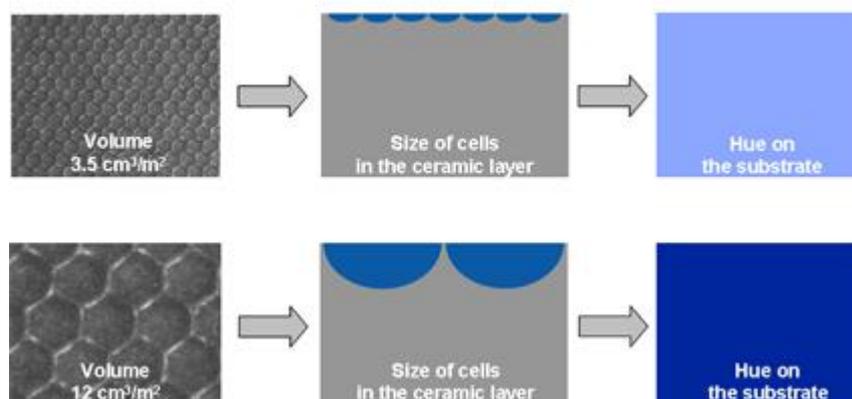
veća to se čestice bojila lakše razdvajaju i prenose na tiskovnu formu i s nje na finalni materijal na koji vršimo otisak i dobivamo sliku mekih prelaza i finih linija.



Slika 27. - Prijenos bojila s aniloks valjka na tiskovnu formu

<https://www.flexo.expert/dot-dipping/>

Drugi naziv za aniloks valjak je raster valjak, linijature rastera kreću se od 60 do 800 ćelija po centimetru iako se iz godine u godinu povećava raspon linijatura kako bi se mogle otisnuti i najzahtjevnije grafike, svaka linijatura ovisna je i povezana s volumenom same ugravirane čašice, tako raspon volumena u čašicama mjeri u kubnim centimetrima po kvadratnom metru. (Slika 28.) Tako naprimjer aniloks linijature 160 ima 160 x 160 ili 25.600 ćelija po kvadratnom centimetru. Kako se mijenja broj i oblik ćelija, tako se mijenja i volumen čašica u koje ulazi boja kako bi se iz čašica prenijela na tiskovnu formu i na kraju na tiskovnu podlogu. [13]



Slika 28. – Razlika u volumenu čašica

https://www.gallus-group.com/archiv/en/desktopdefault.aspx/tabid-367/533_read-1509.html

Kada se odabire određeni aniloks valjak za određeni otisak, važno je imati na umu hoće li se tiskati tekst, puni tonovi, rasterski elementi ili nešto drugo, na koji materijal će se tiskati i kakvom bojom će se tiskati, to su jedni od preduvjeta za lakši i precizniji odabir aniloks valjka za proizvodnju.

Odabir potrebnog aniloks valjka može biti kompliciran, ali poznavajući niz detalja taj odabir je puno lakši. Jedan od najvažnijih čimbenika je materijal na koji se tiska, je li riječ o filmu, papiru, foliji, kartonu ili aluminijskoj foliji jer svaki materijal ima drugačija svojstva prihvaćanja i sušenja boja, tako aniloks valjak iste linijature i volumena se ne može koristiti na dvije sasvim različite podloge (materijala). [7]

Aniloks valjak najčešće je izrađen od metala i dodatno je presvučen kromom ili keramikom, čelije na aniloks valjku izrađuju se mehaničkim graviranjem, kemijskim jetkanjem ili graviranjem snopom lasera, nakon izrade čelija, svaka mora biti identična i pravilno formirana kako bi se uvijek prenosila ista količina boje na svim dijelovima aniloks valjka.

2.6.1. Linijatura aniloks valjka

Glavno svojstvo svakog aniloks valjka je njegova linijatura, tj. broj sitnih čelija po inču pravilno raspoređenih po cijelom aniloks valjku. Linijatura je povezana s volumenom (Slika 29.) jer sitne čelije (čašice) imaju i mali volumen, dok velike čelije imaju i veći volumen za prijenos boje na tiskovnu formu. Svaki aniloks valjak dodatno se presvlači kromom ili keramikom zbog boljih svojstva kod dotoka boje na tiskovnu podlogu, za sitnije detalje najviše se koriste aniloks valjci presvučeni keramikom zbog njezine izuzetne tvrdoće i otpornosti na habanje. Laserskim graviranjem na keramici postigao se veći broj čašica po inču i više različiti kuteva gledanja. Za svaki posao potrebno je odrediti koji će se aniloks valjci koristiti jer odabirom aniloksa manje linijature dobiva se deblji nanos zbog manjeg broja čašica većeg volumena, stoga je za poslove s puno detalja potrebno odabrati aniloks valjke veće linijature sa većim brojem čašica manjeg volumena. U proizvodnji se za utvrđivanje pravilnog aniloks valjka može koristiti probni aniloks valjak koji na sebi sadrži kombinaciju više linijatura i volumena čašica. Sa takvim probnim aniloks valjkom se na potrebnim velikim brzinama lako može odrediti

kakav aniloks valjak je potreban za otiskivanje kako bi otisak bio identičan onome što traži kupac/naručitelj.



Slika 29. – Različita linijatura aniloks valjka

<http://www.harperimage.com/AniloxRolls/Anilox-Guides/Anilox-Line-Screen>

Ostatak bojila koje se ne prenese na tiskovnu podlogu ostaje u ćašicama, a u onima koje su došle u kontakt s tiskovnom podlogom ostaje dio bojila zato je nakon tiska potrebno očistiti sve ćašice aniloks valjka kako ne bi došlo do zapunjenja ćašica od zasušenog bojila i tako bi svaki sljedeći posao bio sa istim aniloks valjkom različite kvalitete od onog prethodnog, samim time bi se skratio radni vijek samog aniloks valjka zato je potrebno temeljito i precizno čišćenje pomoću nekoliko metoda nakon svakog izvršenog otiskivanja sa organiskim otapalima (za bojila na bazi otapala) i otapalima na bazi vode (za bojila na bazi vode). [7] Aniloks valjak može se očistiti od viška bojila četkom odobrenom za čišćenje aniloks valjaka, pranjem pod velikim pritiskom ili ultrazvučnim čišćenjem. Ako se čišćenju pristupi kad bojilo još uvijek nije zasušeno u ćelijama tada je postupak mnogo kraći i jednostavniji, najnovija tehnika za čišćenje aniloks valjaka je nanošenjem suhog leda od -40°C kako bi se bojilo otpustilo i otpalo.

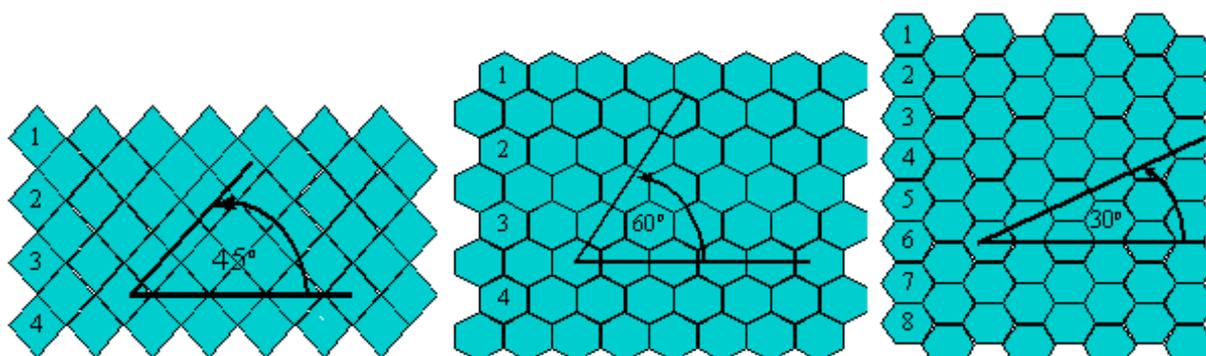
2.6.2. Volumen aniloks valjka

Volumen ćašica ovisan je o linijaturi aniloks valjka, volumen se izražava u milijardama kubičnih mikrometara (BCM), a najčešći raspon je od 1,8 do 18 BCM. Kako se u fleksotisku koriste rijetka bojila, tako je važno nanijeti što tanji nanos jer se tako lakše kontroliraju rasterski elementi, smanjuje prirast rastertonskih vrijednosti i povećava kvaliteta otiska. Ako se upotrijebi manje bojila, dolazi do uštede kod tiska jer su bojila

skupa, ali iz ekološkog aspekta je upotreba manje količine bojila korisnija jer je manja emisija lakohlapljivih spojeva kada se tiska s bojilima na bazi organskih otapala.

2.6.3. Kut čašica na aniloks valjku

Aniloks valjci koji se izrađuju mehaničkim graviranjem imaju ćelije pod kutem od 45° u odnosu na os vrtnje valjka, takvi aniloks valjci (Slika 30.) u fleksotisku se najčešće koriste za tisak novina. Laserskim graviranjem ćelija moguće je izraditi ćelije pod bilo kojim kutem, ali mnoga istraživanja su pokazala da kut od 60° daje najbolju efikasnost u tehnici fleksotiska, dok se ćelije ugravirane pod kutem od 30° najčešće koriste za nanošenje premaza.



Slika 30. – Površina aniloks valjka s kutevima ćelija od 45° , 60° i 30° .

<http://www.harperimage.com/AniloxRolls/Anilox-Guides/Specifying-the-Right-Anilox->

2.7. Tiskovne podloge u fleksotisku

Velika prednost fleksotiska je ta da može napraviti otisak na gotovo sve materijale koji se mogu namatati iz role u rolu, kada se govori o tiskovnoj podlozi, zapravo se govori o materijalu na koji se vrši otisak. Kako se fleksotisak najviše koristi u ambalažnoj industriji tako se pomoću fleksotiskarskih strojeva otisak vrši na sve više različitih materijala u koje se pakiraju razne namirnice i stvari. Tako se pomoću fleksotiska mogu otisnuti razne papirnate naljepnice, etikete, kutije, vreće i vrećice od papira i raznih polimernih materijala pa sve do aluminijskih folija i višeslojnih materijala (laminata).

2.7.1. Papir i karton

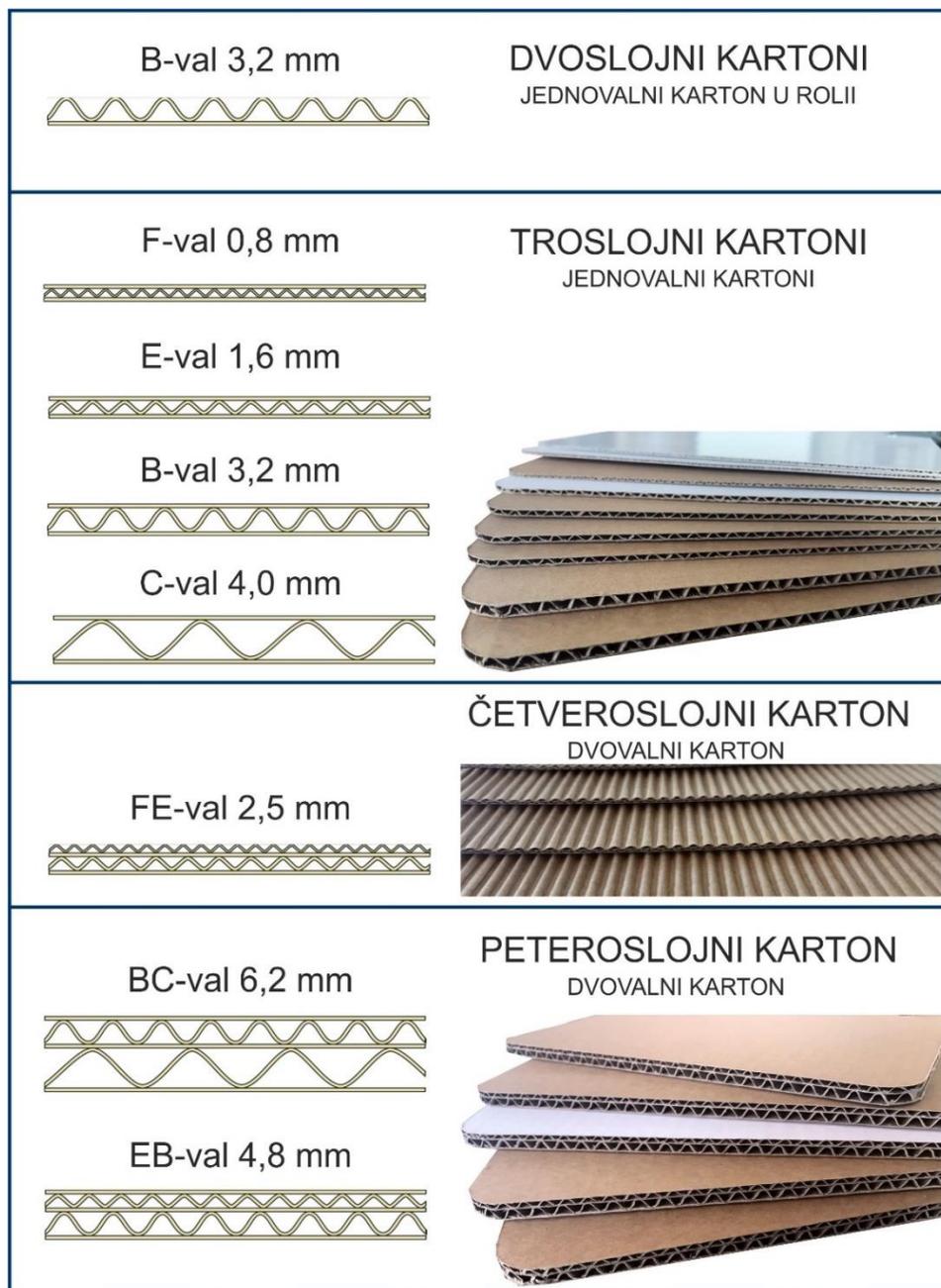
Papir je jedan od najstarijih materijala za pakiranje i otiskivanje, kako se povećava ljudska potreba za ambalažom tako se i povećava upotreba kartona i papira za pakiranje proizvoda kao alternativa polimernim materijalima jer se relativno lako može reciklirati. Papir se proizvodi najčešće od drveta, raznog tekstilnog otpada i organskih materijala. [10] Za grafičku industriju i tisak na ambalažu koriste se papiri dobiveni od drvne celuloze, recikliranog papira i kartona koji se kasnije opet mogu mehanički obraditi kako bi se dobila celulozna pulpa i na kraju procesa novi/reciklirani papir po želji određenog premaza i bolje estetike. Najčešća debljina papira (Slika 31.) za tisak u ambalažnoj industriji je od 60 do 120 g/m², tj. debljine od 0,07 mm do 0,18 milimetara. U današnje vrijeme je veliki trend upotrebe i zamjene polimernih vrećica za papirnatim vrećicama pa tako raste i njihova proizvodnja i potrošnja sa raznim vrstama papira.



Slika 31. – Primjer raznih papirnatih vrećica

<https://www.dancopackagingproducts.com/custom/merch-bags.php>

Kad govorimo o granici između papira i kartona, definirana je točka od 150 g/m². Najčešće korišteni kartoni su od 150 do 450 g/m², tj. debljine od 0,35 mm do 2 milimetara, najviše se koriste za izradu ambalaže za pakiranje u kutije kako bi dodatno zaštili proizvod u procesu transporta i prije nego proizvod stigne kod krajnjeg korisnika(kupca). Postoje još i ljepenke, one su iznad 450 g/m², i debljina iznad 2 milimetra. Kartoni i ljepenke (Slika 32.) mogu sadržavati jedan ili više slojeva, mogu se fino premazati, podijeli u nekoliko skupina ovisno od koliko slojeva se sastoje.



Slika 32. – Vrste kartona ovisno o broju slojeva

<https://ekutije.hr/proizvod/karton-u-rolji/>

Glavni cilj višeslojnih kartona je dobivanje čvrstog i tvrdog materijala, otpornog na oštećenja zato je potrebno karton ojačati/zalijepiti kako bi imao bolja svojstva, ali je također jako važno odabrati kvalitetnu vrstu papira za izradu kartona, za lijepljenje više slojeva kartona koriste se razna ljepila kako ne bi došlo do raspadanja slojeva.

2.7.2. Film i folija

Tanke slojeve sintetičkih polimera nazivamo filmovima i folijama. Razlikuju se po debljini, tako se folijama smatraju one debljina većih od 200 mikrona (mikrometara), a sve manje od 200 mikrona naziva se filmovima. Filmovi se puno češće koriste kako bi dobili lagani proizvod, odličnih svojstava i tako uštedjeli na masi proizvoda i eventualnog kasnijeg otpada koji će biti otpremljen na recikliranje ili odlaganje. U nekim državama koristi se samo jedan naziv, npr. u Engleskoj se koristi samo izraz „film“, a u Njemačkoj se koristi izraz „Folien“ ili folija. Danas se koristi mnogo vrsta filmova i folija, odabiru se najpogodnije prema njihovim fizikalnim i kemijskim svojstvima za proizvode koje su namjenjene.

Kako bi se boja primila za film ili foliju potrebno je napraviti predobradu kako bi se odredila površinska napetost koja se mjeri u dny/cm jer netretiranjem filmova i folija one ostaju nepolarne i hidrofobne. [15] Kako bi se odredila površinska napetost mogu se koristiti razni flomasteri s kojima se može provjeriti jačina prije početka otiskivanja. Pošto površinska napetost opada nakon tretmana, sve više se predobrada ugrađuje na fleksotiskarske strojeve kako bi se predobrada odradila neposredno prije samog tiska na foliju ili film. Najčešće se upotrebljavaju filmovi od polietilena niske gustoće (PE-LD), polipropilena (PP), biaksijalno orijentiranog polipropilena (BOPP) i polietilen-tereftalata (PET). [9]

Polietilen (PE) se najviše koristi za proizvodnju folija i filmova, a dobiva se ekstruzijom granulata, puno je bolji s ekološkog aspekta u odnosu na PVC pa sve više se upotrebljava kao zamjena za PVC te se lakše može reciklirati. Za proizvodnju ambalaže najviše se koriste polietilen niske gustoće (PE-LD), polietilen srednje gustoće (PE-MD) i polietilen visoke gustoće (PE-HD). PE-LD ima široku upotrebu zbog svojih dobrih svojstava, žilavosti, čvrstoće, otpornosti na kiseline, ali ne može biti potpuno proziran. (Slika 27.) PE-HD se koristi u slojevima za izradu folija i filmova zbog svoje tvrdoće i čvrstoće, odlične propusnosti na plinove i veliku otpornost na kidanje. (Slika 33.)



Slika 33. – primjer termoskupljajuće folije (PE-LD)

<https://i.pinimg.com/originals/e6/6c/98/e66c987050f7bfb9d2857ce0cf7e43aa.jpg>

Polipropilen se uvelike koristi za upotrebu kod tankih filmova, njegova velika prednost je konzistentnost na visokim temperaturama i veća prozirnost, polipropilen je čvrst i krut materijal pa služi za izradu krutije ambalaže otporne na veće temperature. PP filmovi dijele se na monoaksijalne orijentirane filmove (OPP) i biaksijalno orijentirane filmove (BOPP), BOPP se sve više koristi zbog odlične otpornosti na djelovanje UV zraka, zbog odlične nepropusnosti na vlagu i mirise, najčešće se upotrebljava u obliku jednoslojnog ili višeslojnog materijala koji može biti proziran, neproziran ili metaliziran. Imaju izuzetno dobra svojstva za tisak, često se koriste za izradu filmova za deterđente, smrznutu hranu kao jedan od slojeva i dr. [13]

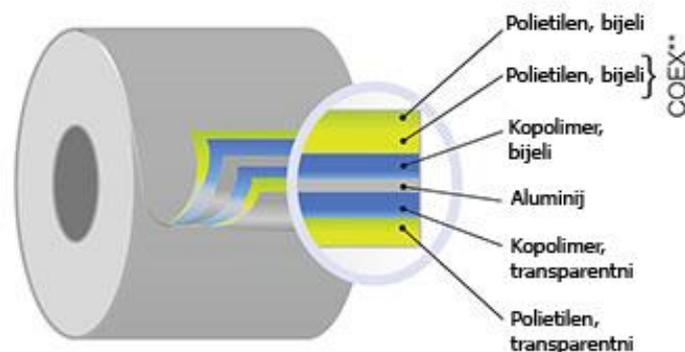
Polietilen-tereftalat koristi se ponajviše zbog svoje izvrsne transparentnosti, konzistenstnosti na visoke temperature, otpornosti na kidanje i istezanje i visoke otpornosti na utjecaj otapala na film, u današnje vrijeme ima široku upotrebu.

Polivinil-klorid se koriste sve rjeđe za izradu ambalaže jer je ekološki neprihvatljiv zbog velikih problema u recikliranju pa je zamijenjen sa drugim, ekološki prihvatljivijim

materijalima. PVC se pod utjecajem topline skuplja što daje dodatni vizualni efekt samoj ambalaži, ali taj se efekt danas može postići i sa drugim materijalima, posebice za polietilenom niske gustoće.

2.7.3. Višeslojni materijal ili laminat

Spajanjem dva ili više sloja nastaju višeslojni materijali ili laminati koji su sačinjeni od kombinacije više različitih materijala kako bi višeslojni materijal imao zadovoljavajuća fizikalna i barijerna svojstva. (Slika 34.)



Slika 34. – primjer slojeva u višeslojnom materijalu

<https://permapack.ch/en/news-facts/knowledge-center/laminate-for-tubes.html>

Najviše se koriste za izradu fleksibilne ambalaže, na primjer za pakiranje smrznute hrane koja se često smrzava na niskim temperaturama i doprema u trgovačke lance u zamrzivače, a sve s ciljem kako bi proizvod što duže sačuvao svoja fizička i mehanička svojstva, također se često koriste za pakiranje gotovih jela i snack proizvoda (Slika 35.) kako bi ta ambalaža sačuvala miris proizvoda i spriječila dotok kisika, svjetlosti ili vanjskih mirisa, pakiranje kava i pastoznih proizvoda kako bi se sačuvala sva njihova svojstva, ali se koriste i za pakiranje tekućina, ponajviše sokova i mlijeka, poznato tetrapak pakiranje. [12]



Slika 35. – Primjer višeslojne folije

<https://amp-ambalaza.hr/services/viseslojne-folije/>

2.7.4. Aluminijska folija

Aluminijska folija ima široku upotrebu u ambalažnoj industriji, uvelike se koristi zbog niske cijene, ekološke prihvatljivosti i nadasve odličnih svojstava. Najčešće se koriste u debljinama od 0,006 milimetara pa do 0,2 milimetara. Aluminijske folije mogu se koristiti u procesima laminacije i tiska te se nakon tih procesa mogu pakirati u aluminijsku foliju razni proizvodi, na primjer hrana, duhanski proizvodi, kozmetički i farmaceutski proizvodi i dr. Prednosti aluminijske folije su neprozirnost, otpornost na svjetlo, vodu, kisik i druge plinove, netoksičnost i mala gustoća.

3. Eksperimentalni dio

Cilj ovog eksperimenta je dokazati kako različite linijature i volumeni aniloks valjaka utječu na promjene na obojenje u fleksotisku, a za eksperiment je upotrebjeno 5 različitih boja podloga (folija). Eksperimentalni dio ovog rada uključuje izradu probnih otisaka na raznim polimernim materijalima (neupojnim podlogama) različitih boja s aniloks valjcima različite linijature (lpi) i volumena (BCM) kako bi se dokazalo kakvo je odstupanje u obojenju koristeći različite linijature i volumene aniloks valjaka i odstupanje u obojenju nanošenjem bojila na različite boje materijala bez korištenja bijele pokrivne boje kao prvog sloja. Pomoću tablica uspoređene su vrijednosti svake boje na pojedinoj podlozi u odnosu na korišteni aniloks valjak.

Za potrebe mjerenja korištena su 4 različita proizvođača boja na bazi otapala koja se koriste u fleksotisku. Vršena su mjerenja pod istim uvjetima, tj. pod jednakim pritiskom na K-LOX Proofer-u na Coca-Cola crvenoj boji od proizvođača Doneck, plavoj boji P 300 od proizvođača Siegwirk, na narančastoj P 151 od proizvođača Huber i na žutoj boji P 115 proizvođača Sun Chemical. Prije mjerenja ispitana je kinetička viskoznost fleksotiskarskih bojila korištenih u eksperimentu, a zatim su rađeni probni otisci na prozirnoj, bijeloj, recikliranoj bijelo-crnoj, plavoj i zelenoj foliji s tri različite linijature i volumena aniloksa bez nanosa pokrivne bijele boje prije nanosa određene boje na neku podlogu. Kinetička viskoznost mjerena je pomoću DIN čašice i štoperice kako bi se dobio viskozitet pomoću jedinice vremena koliko je potrebno sekundi bojilu da isteče iz DIN čašice. Izmjerena viskoznost iznosila je $20 \text{ m}^2/\text{s}$ što je ujedno idealna vrijednost koja je, među ostalim, izuzetno bitna za postizanje visoke kvalitete kod tiskanja u fleksotisku.

Za potrebe mjerenja korištena je prozirna BOPP folija, LDPE folija bijele boje, reciklirana bijelo-crna folija zapravo je folija koja u svom unutarnjem sloju ima crnu boju, a najčešće se takva folija koristi za vreće za zemlju itd. Uz to vršen je i otisak na plavoj i zelenoj foliji kako bi se dočarale razlike između obojenja na pojedinoj boji folije bez nijednog nanosa pokrivne bijele boje, a ponekad je za dobivanje boje koja je potrebna u tisku na obojenoj ili prozirnoj foliji potrebno nanijeti i dva sloja pokrivne bijele boje. [17]

Za nanos bojila i imitaciju otiska korišten je RK Print K-LOX PROOFER ručni alat opisan u teorijskom dijelu rada koji služi za nanos fleksotiskarske boje na različite tiskovne podloge pomoću kojeg se može vrlo vjerno simulirati otisak. Alat je veoma lagan za korištenje, ima odličnu ponovljivost i vjerno simulira otisak. Kratko vrijeme je potrebno od upotrebe do čišćenja pa do ponovne upotrebe, uz alat na raspolaganju je velik odabir različitih linijatura i volumena čašica aniloks valjka. Za potrebe ovog rada korišten je K-LOX Proofer s probnim aniloks valjcima s linijaturom (lpi) i volumenom (CBM) 100/18, 165/8.0 i 220/6.4. Za potrebe mjerenja korišten je X-Rite SpectroExe, također opisan u teorijskom dijelu rada, pomoću kojeg je moguće dobiti precizna kolorimetrijska i denzitometrijska mjerenja pomoću kojih se lako može pratiti odstupanje na uzorcima u kontroli tijekom proizvodnje odnosno tiskanja. Za potrebe dobivanja grafičkih prikaza u CIE L*a*b* prostoru boja korišten je program X-Rite ColorQuality tako da je u trenutku mjerenja spektrofotometar SpectroEye bio spojen na računalo gdje je instaliran program X-Rite ColorQuality. Za izračunavanje ΔE (dE) vrijednosti [22] korištena je formula prikazana niže gdje L_2 , a_2 i b_2 sadrže vrijednosti referentnog uzorka svake mjerene boje, a vrijednosti L_1 , a_1 i b_1 čine vrijednosti mjerenog uzorka napravljenog s različitim aniloks valjkom na različitoj podlozi.

$$\Delta E = \sqrt{(L_1 - L_2)^2 + (a_1 - a_2)^2 + (b_1 - b_2)^2}$$

3.1. Korištene boje i materijali

Za potrebe mjerenja korištene su boje proizvođača Doneck, Siegwirk (svjetlostalna), Huber (svjetlostalna) i Sun Chemical. Za mjerenja je korišteno 5 različitih boja folije – transparentni BOPP, bijeli LDPE, crno-bijeli reciklirani LDPE, plavi LDPE i zeleni LDPE. (Tablica 1.)

Tablica 1. – Prikaz boja korištenih folija u mjerenjima

Bijeli LDPE – 80 μ	crno-bijeli LDPE – 100 μ	plavi LDPE – 120 μ	zeleni LDPE – 130 μ
			
L* 90.04	L* 84.95	L* 65.50	L* 65.24
a* -71.56	a* -2.26	a* -19.60	a* -42.56
b* -54.42	b* -4.07	b* -41.96	b* 59.88

Transparentna folija je od biaksijalnog polipropilena od 60 mikrona (μ), ostale folije u boji su od polietilena niske gustoće (LDPE) različite debljine u mikronima. Svaka boja je na određenu foliju nanošena bez pokrivne bijele boje kao podloge kako bi se dodatno dočarala razlika u obojenju pri različitim bojama folije.

3.2. Mjerenja jedne boje na različitim podlogama

Tablica 2. – Prikaz mjerenja boje COKE RED na svim podlogama s aniloks valjkom od 100 lpi

DONECK – boja COKE RED – aniloks 100 lpi					
COKE RED Reference	Tranasp. BOPP 60 μ	Bijeli LDPE 80 μ	crno-bijeli LDPE 100 μ	plavi LDPE 120 μ	zeleni LDPE 130 μ
					
L* 43.90 ODSTUPANJE →	L* 41.59 L* (-2.29)	L* 42.28 L* (-1.60)	L* 43.27 L* (-0.61)	L* 25.93 L* (-17.95)	L* 24.81 L* (-19.07)
a* 71.40 ODSTUPANJE →	a* 66.57 a* (-4.80)	a* 68.37 a* (-3.0)	a* 58.46 a* (-12.91)	a* 38.72 a* (-32.65)	a* 33.31 a* (-38.06)
b* 53.20 ODSTUPANJE →	b* 43.67 b* (-9.53)	b* 47.10 b* (-6.10)	b* 28.20 b* (-25.00)	b* 22.29 b* (-30.91)	b* 22.76 b* (-30.44)
dE	10.93	7.00	28.15	48.43	52.36

Tablica 3. – Prikaz mjerenja boje COKE RED na svim podlogama s aniloks valjkom od 165 lpi

DONECK – boja COKE RED – aniloks 165 lpi					
COKE RED Reference	Tranasp. BOPP 60 μ	Bijeli LDPE 80 μ	crno-bijeli LDPE 100 μ	plavi LDPE 120 μ	zeleni LDPE 130 μ
					
L* 43.90 ODSTUPANJE →	L* 49.65 L* (5.77)	L* 47.24 L* (3.36)	L* 42.07 L* (-1.81)	L* 29.51 L* (-14.37)	L* 27.44 L* (-16.44)
a* 71.40 ODSTUPANJE →	a* 65.22 a* (-6.15)	a* 68.83 a* (-2.54)	a* 58.68 a* (-12.69)	a* 37.60 a* (-33.77)	a* 33.03 a* (-38.34)
b* 53.20 ODSTUPANJE →	b* 19.87 b* (-33.33)	b* 37.62 b* (-15.58)	b* 30.16 b* (-23.04)	b* 8.47 b* (-44.73)	b* 24.58 b* (-28.62)
dE	34.38	16.13	26.38	57.88	50.61

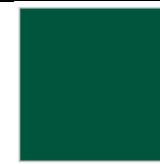
Tablica 4. – Prikaz mjerenja boje COKE RED na svim podlogama s aniloks valjkom od 220 lpi

DONECK – boja COKE RED – aniloks 220 lpi					
COKE RED Reference	Tranasp. BOPP 60 μ	Bijeli LDPE 80 μ	crno-bijeli LDPE 100 μ	plavi LDPE 120 μ	zeleni LDPE 130 μ
					
L* 43.90 ODSTUPANJE →	L* 54.92 L* (11.04)	L* 52.27 L* (8.39)	L* 46.96 L* (3.08)	L* 32.49 L* (-11.39)	L* 30.17 L* (-13.71)
a* 71.40 ODSTUPANJE →	a* 59.54 a* (-11.83)	a* 64.09 a* (-7.28)	a* 55.59 a* (-15.78)	a* 32.75 a* (-38.62)	a* 28.78 a* (-42.59)
b* 53.20 ODSTUPANJE →	b* 9.36 b* (-33.33)	b* 26.19 b* (-27.01)	b* 21.12 b* (-32.08)	b* -2.53 b* (-55.73)	b* 26.51 b* (-26.69)
dE	46.73	29.20	35.89	68.77	52.12

Tablica 5. – Prikaz mjerenja boje P300 na svim podlogama s aniloks valjkom od 100 lpi

SIEGWERK – boja P 300 – aniloks 100 lpi					
P 300 Reference	Tranasp. BOPP 60 μ	Bijeli LDPE 80 μ	crno-bijeli LDPE 100 μ	plavi LDPE 120 μ	zeleni LDPE 130 μ
					
L* 35.95 ODSTUPANJE →	L* 36.18 L* (0.23)	L* 31.64 L* (-4.31)	L* 31.45 L* (-4.51)	L* 29.90 L* (-6.06)	L* 21.12 L* (-14.84)
a* -8.52 ODSTUPANJE →	a* -13.02 a* (-4.51)	a* -3.05 a* (5.47)	a* -3.33 a* (5.19)	a* 1.69 a* (10.21)	a* -27.02 a* (-18.50)
b* -63.35 ODSTUPANJE →	b* -60.99 b* (2.35)	b* -62.20 b* (1.14)	b* -59.42 b* (3.93)	b* -63.32 b* (0.02)	b* -7.16 b* (56.18)
dE	5.09	7.06	7.92	11.87	60.98

Tablica 6. – Prikaz mjerenja boje P300 na svim podlogama s aniloks valjkom od 165 lpi

SIEGWERK – boja P 300 – aniloks 165 lpi					
P 300 Reference	Tranasp. BOPP 60 μ	Bijeli LDPE 80 μ	crno-bijeli LDPE 100 μ	plavi LDPE 120 μ	zeleni LDPE 130 μ
					
L* 35.95 ODSTUPANJE →	L* 46.26 L* (10.31)	L* 39.73 L* (3.78)	L* 40.75 L* (4.79)	L* 37.21 L* (1.26)	L* 29.42 L* (-6.53)
a* -8.52 ODSTUPANJE →	a* -31.20 a* (-22.68)	a* -18.26 a* (-9.75)	a* -18.22 a* (-9.70)	a* -9.52 a* (-1.00)	a* -46.82 a* (-38.31)
b* -63.35 ODSTUPANJE →	b* -53.83 b* (9.51)	b* -57.01 b* (6.33)	b* -56.44 b* (6.90)	b* -63.93 b* (-0.59)	b* 4.17 b* (67.51)
dE	26.67	12.22	12.83	1.71	77.90

Tablica 7. – Prikaz mjerenja boje P300 na svim podlogama s aniloks valjkom od 220 lpi

SIEGWERK – boja P 300 – aniloks 220 lpi					
P 300 Reference	Tranasp. BOPP 60 μ	Bijeli LDPE 80 μ	crno-bijeli LDPE 100 μ	plavi LDPE 120 μ	zeleni LDPE 130 μ
					
L* 35.95 ODSTUPANJE →	L* 44.97 L* (9.01)	L* 47.21 L* (11.26)	L* 44.97 L* (9.01)	L* 39.81 L* (3.86)	L* 32.75 L* (-3.20)
a* -8.52 ODSTUPANJE →	a* -23.61 a* (-15.09)	a* -25.83 a* (-17.31)	a* -23.61 a* (-15.09)	a* -15.25 a* (-6.73)	a* -50.74 a* (-42.22)
b* -63.35 ODSTUPANJE →	b* -53.95 b* (9.39)	b* -56.04 b* (7.30)	b* -53.95 b* (9.39)	b* -61.36 b* (1.98)	b* 8.52 b* (71.87)
dE	19.93	21.90	19.93	8.01	83.41

Tablica 8. – Prikaz mjerenja boje P151 na svim podlogama s aniloks valjkom od 100 lpi

HUBER – boja P 151 – aniloks 100 lpi					
P 151 Reference	Tranasp. BOPP 60 μ	Bijeli LDPE 80 μ	crno-bijeli LDPE 100 μ	plavi LDPE 120 μ	zeleni LDPE 130 μ
					
L* 69.74 ODSTUPANJE →	L* 66.51 L* (-3.23)	L* 64.77 L* (-4.97)	L* 58.82 L* (-10.91)	L* 39.34 L* (-30.40)	L* 41.20 L* (-28.54)
a* 47.38 ODSTUPANJE →	a* 46.30 a* (-1.07)	a* 57.13 a* (9.75)	a* 49.09 a* (1.71)	a* 29.90 a* (-17.48)	a* 23.73 a* (-23.64)
b* 77.05 ODSTUPANJE →	b* 71.47 b* (-5.56)	b* 81.01 b* (3.98)	b* 71.54 b* (-5.49)	b* 40.76 b* (-36.27)	b* 44.15 b* (-32.87)
dE	6.51	11.65	12.34	50.44	49.54

Tablica 9. – Prikaz mjerenja boje P151 na svim podlogama s aniloks valjkom od 165 lpi

HUBER – boja P 151 – aniloks 165 lpi					
P 151 Reference	Tranasp. BOPP 60 μ	Bijeli LDPE 80 μ	crno-bijeli LDPE 100 μ	plavi LDPE 120 μ	zeleni LDPE 130 μ
					
L* 69.74 ODSTUPANJE →	L* 73.91 L* (4.17)	L* 69.98 L* (0.25)	L* 62.89 L* (-6.84)	L* 46.20 L* (-23.54)	L* 45.65 L* (-24.09)
a* 47.38 ODSTUPANJE →	a* 32.50 a* (-14.88)	a* 47.16 a* (-0.22)	a* 40.10 a* (-7.28)	a* 10.19 a* (-37.18)	a* 11.17 a* (-36.21)
b* 77.05 ODSTUPANJE →	b* 55.45 b* (-21.58)	b* 74.08 b* (-2.95)	b* 63.70 b* (-13.33)	b* 17.31 b* (-59.72)	b* 50.50 b* (-26.53)
dE	26.54	2.97	16.66	74.18	50.94

Tablica 10. – Prikaz mjerenja boje P151 na svim podlogama s aniloks valjkom od 220 lpi

HUBER – boja P 151 – aniloks 220 lpi					
P 151 Reference	Tranasp. BOPP 60 μ	Bijeli LDPE 80 μ	crno-bijeli LDPE 100 μ	plavi LDPE 120 μ	zeleni LDPE 130 μ
					
L* 69.74 ODSTUPANJE →	L* 77.75 L* (8.01)	L* 71.74 L* (2.00)	L* 66.72 L* (-3.01)	L* 43.96 L* (-25.77)	L* 49.03 L* (-20.70)
a* 47.38 ODSTUPANJE →	a* 25.33 a* (-22.05)	a* 43.60 a* (-3.78)	a* 44.85 a* (-2.53)	a* 14.47 a* (-32.90)	a* 0.27 a* (-47.11)
b* 77.05 ODSTUPANJE →	b* 43.59 b* (33.44)	b* 69.82 b* (-7.21)	b* 71.87 b* (-5.16)	b* 26.78 b* (-50.25)	b* 54.80 b* (-22.22)
dE	40.85	8.38	6.49	65.36	56.05

Tablica 11. – Prikaz mjerenja boje P115 na svim podlogama s aniloks valjkom od 100 lpi

SUN CHEMICAL – boja P 115 – aniloks 100 lpi					
P 115 Reference	Tranasp. BOPP 60 μ	Bijeli LDPE 80 μ	crno-bijeli LDPE 100 μ	plavi LDPE 120 μ	zeleni LDPE 130 μ
					
L* 88.27 ODSTUPANJE →	L* 81.69 L* (-6.58)	L* 80.84 L* (-7.43)	L* 77.64 L* (-10.63)	L* 52.80 L* (-35.47)	L* 57.44 L* (-30.83)
a* 1.62 ODSTUPANJE →	a* 4.30 a* (2.68)	a* 14.21 a* (12.59)	a* 12.55 a* (10.93)	a* -20.28 a* (-21.90)	a* -24.16 a* (-25.79)
b* 80.24 ODSTUPANJE →	b* 91.50 b* (11.26)	b* 94.95 b* (14.71)	b* 91.69 b* (11.45)	b* 51.79 b* (-28.45)	b* 69.16 b* (-11.08)
dE	13.32	20.74	19.07	50.47	41.69

Tablica 12. – Prikaz mjerenja boje P115 na svim podlogama s aniloks valjkom od 165 lpi

SUN CHEMICAL – boja P 115 – aniloks 165 lpi					
P 115 Reference	Tranasp. BOPP 60 μ	Bijeli LDPE 80 μ	crno-bijeli LDPE 100 μ	plavi LDPE 120 μ	zeleni LDPE 130 μ
					
L* 88.27 ODSTUPANJE →	L* 86.52 L* (-1.75)	L* 86.02 L* (-2.26)	L* 77.20 L* (-11.07)	L* 56.24 L* (-32.03)	L* 59.93 L* (-28.34)
a* 1.62 ODSTUPANJE →	a* -2.98 a* (-4.61)	a* 5.58 a* (3.95)	a* 1.47 a* (-0.15)	a* -28.81 a* (-30.43)	a* -30.45 a* (-32.07)
b* 80.24 ODSTUPANJE →	b* 63.80 b* (-16.44)	b* 79.61 b* (-0.63)	b* 70.28 b* (-9.96)	b* 35.83 b* (-44.41)	b* 69.51 b* (-10.73)
dE	17.16	4.60	14.89	62.64	44.12

Tablica 13. – Prikaz mjerenja boje P115 na svim podlogama s aniloks valjkom od 220 lpi

SUN CHEMICAL – boja P 115 – aniloks 220 lpi					
P 115 Reference	Tranasp. BOPP 60 μ	Bijeli LDPE 80 μ	crno-bijeli LDPE 100 μ	plavi LDPE 120 μ	zeleni LDPE 130 μ
					
L* 88.27 ODSTUPANJE →	L* 85.62 L* (-2.65)	L* 86.50 L* (-1.77)	L* 78.72 L* (-9.55)	L* 57.90 L* (-30.37)	L* 61.09 L* (-27.18)
a* 1.62 ODSTUPANJE →	a* -3.52 a* (-5.14)	a* 2.63 a* (1.01)	a* -1.30 a* (-2.92)	a* -31.19 a* (-32.81)	a* -34.03 a* (-35.65)
b* 80.24 ODSTUPANJE →	b* 55.08 b* (-25.16)	b* 71.12 b* (-9.12)	b* 61.16 b* (-19.08)	b* 26.80 b* (-53.44)	b* 68.81 b* (-11.43)
dE	25.81	9.34	21.53	69.68	46.27

Različita linijatura aniloks valjka i volumen različito djeluju na otisak na glatkoj površini filma ili folije, iz tog razloga se različiti motivi tiskaju s različitim linijaturama i volumenima rastera. Kako bi prije proizvodnje bili sigurni koja je linijatura potrebna za određenu boju, u praksi se koriste testni aniloks valjci s više linijatura i volumena na jednom valjku. Preporuka je kada se rade višebojna otiskivanja korištenje rastera četiri puta veće linijature od linijature rastera na tiskovnoj formi. Iz mjerenja se može lako vidjeti kako boja same folije utječe na boju i finalni otisak bez korištenja pokrivne bijele boje pa je iz tog razloga na obojenu foliju prvo potrebno nanijeti jedan ili više slojeva bijele boje kako bi se tisak vršio kao da se radi otisak na bijeloj pozadini (foliji). Treba napomenuti da krivim odabirom aniloks valjka i prevelikog nanosa bojila može doći do moieré efekta, a drugi razlog pojave moieré efekta je korištenje aniloks valjaka s krivim kutevima.

Može se primijetiti iz mjerenja da tu otisci na zelenoj i plavoj foliji neprepoznatljivi i nemoguće je napraviti korekciju pa se to rješava već spomenutim dodavanjem bijele boje kao podloge na obojenoj foliji. U tablicama 2., 3. i 4. prikazan je utjecaj svake linijature aniloks valjka na otisak boje COKE RED na 5 vrsta folija, od transparentne do zelene. CIE L*a*b* vrijednosti COKE RED boje su L* = 43.90, a* = 71.40, b* = 53.20.

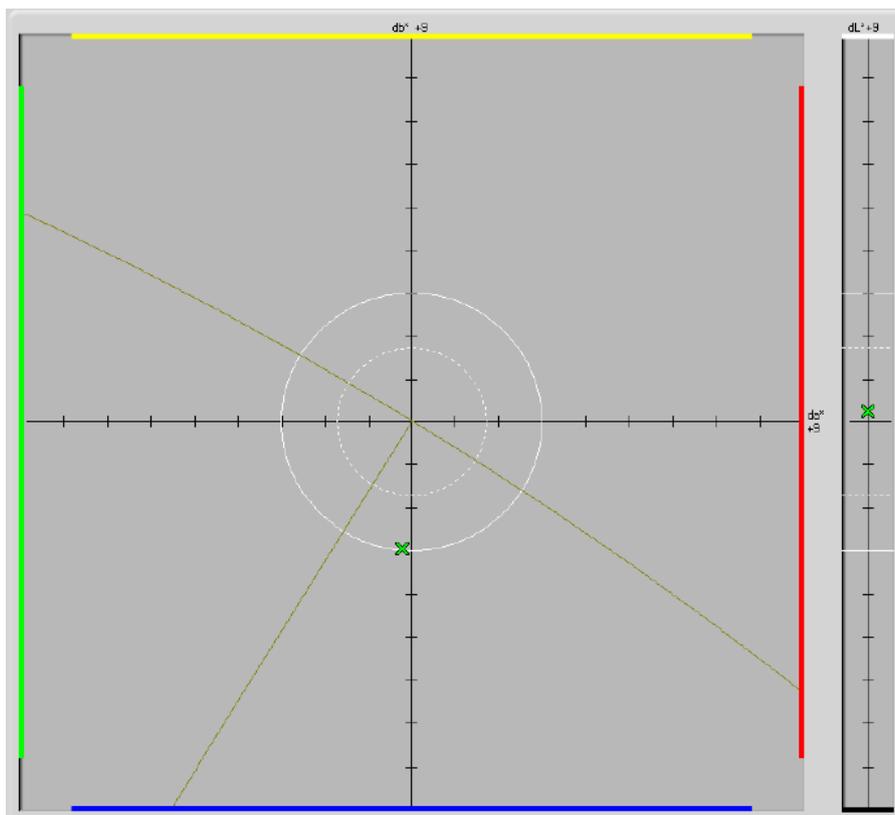
Samo otisak na bijeloj foliji s aniloksom od 100 lpi izgleda prilično slično originalnoj COKE RED boji, razlika dE iznosi 7.0, dok je kod otisaka na drugim linijaturama ogromna razlika u obojenju, u zagradama su prikazana odstupanja za svaki otisak za L*, a* i b* vrijednosti.

U tablicama 5., 6. i 7. prikazan je utjecaj sve tri korištene linijature na otisak boje P300 na 5 vrsta folija, najbolji otisak postignut je korištenjem linijature od 100 lpi na bijeloj i crno-bijeloj recikliranoj podlozi ako zanemarimo tisak plave boje na plavoj podlozi (otisak s aniloksom od 165 lpi na plavoj foliji) zbog rijetkog bojila i iste boje folije i obojenja je rezultat zadovoljavajući. CIE L*a*b* vrijednosti P 300 boje su $L^* = 35.95$, $a^* = -8.52$, $b^* = -63.35$.

U tablicama 8., 9. i 10. prikazani su otisci boje P 151 s tri različite linijature aniloksa na svim folijama već korištenim u eksperimentu, najbolji otisci dobiveni su na bijeloj podlozi (foliji) na aniloksima 100 i 220 te na recikliranoj bijeloj foliji s korištenjem aniloksa od 220 lpi, sve razlike do $dE = 10$ bi se mogle napraviti korekcije kako bi razlika bila što manja, ali je svrha također da se potroši što manje boje (s aniloksima veće linijature i manjeg volumena). CIE L*a*b* vrijednosti P 151 boje su $L^* = 69.74$, $a^* = 47.38$, $b^* = 77.05$.

U tablicama 11., 12. i 13. prikazani su uzorci boja na svim folijama korištenjem sva 3 probna aniloksa, najbolje obojenje dobiveno je korištenjem aniloksa od 165 lpi, može se primijetiti da boja na plavoj i zelenoj foliji (podlozi) izgleda neprepoznatljivo, sasvim zelenkasto. CIE L*a*b* vrijednosti P 115 boje su $L^* = 88.27$, $a^* = 1.62$, $b^* = 80.24$.

Na slici 36. prikazan je uzorak boje P 151 napravljen s aniloksom od 165 lpi u CIE L*a*b* prostoru boja, pomoću slike može se prepoznati da je odstupanje unutar granica dozvoljenog ($dE = 2.97$), a pomoću programa X-Rite ColorQuality lako se može izračunati eventualna korekcija kako bi odstupanje bilo još i manje od $dE = 2.97$.



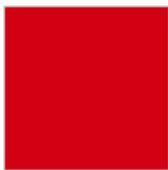
Slika 36. – Prikaz boje P 151 s aniloksom 165 u CIE L*a*b*prostoru

4.4. Mjerenje svake boje po linijaturi i volumenu

Tablica 14. – Prikaz mjerenja otiska COKE RED boje s aniloks valjcima od 100 lpi, 165 lpi i 220 lpi na transparentnoj foliji

Transparentna folija			
COKE RED Reference	Aniloks 100/18	Aniloks 165/8	Aniloks 220/6.4
			
L* 43.90 ODSTUPANJE →	L* 41.59 L* (-2.29)	L* 49.65 L* (5.77)	L* 54.92 L* (11.04)
a* 71.40 ODSTUPANJE →	a* 66.57 a* (-4.80)	a* 65.22 a* (-6.15)	a* 59.54 a* (-11.83)
b* 53.20 ODSTUPANJE →	b* 43.67 b* (-9.53)	b* 19.87 b* (-33.33)	b* 9.36 b* (-33.33)
dE	10.93	34.38	46.73

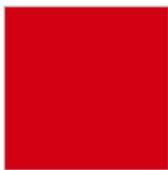
Tablica 15. – Prikaz mjerenja otiska COKE RED boje s aniloks valjcima od 100 lpi, 165 lpi i 220 lpi na bijeloj foliji

Bijela folija			
COKE RED Reference	Aniloks 100/18	Aniloks 165/8	Aniloks 220/6.4
			
L* 43.90 ODSTUPANJE →	L* 42.28 L* (-1.60)	L* 47.24 L* (3.36)	L* 52.27 L* (8.39)
a* 71.40 ODSTUPANJE →	a* 68.37 a* (-3.0)	a* 68.83 a* (-2.54)	a* 64.09 a* (-7.28)
b* 53.20 ODSTUPANJE →	b* 47.10 b* (-6.10)	b* 37.62 b* (-15.58)	b* 26.19 b* (-27.01)
dE	7.00	16.13	29.20

Tablica 16. – Prikaz mjerenja otiska COKE RED boje s aniloks valjcima od 100 lpi, 165 lpi i 220 lpi na recikliranoj bijelo-crnoj foliji

Recy bijelo-crna folija			
COKE RED Reference	Aniloks 100/18	Aniloks 165/8	Aniloks 220/6.4
			
L* 43.90 ODSTUPANJE →	L* 43.27 L* (-0.61)	L* 42.07 L* (-1.81)	L* 46.96 L* (3.08)
a* 71.40 ODSTUPANJE →	a* 58.46 a* (-12.91)	a* 58.68 a* (-12.69)	a* 55.59 a* (-15.78)
b* 53.20 ODSTUPANJE →	b* 28.20 b* (-25.00)	b* 30.16 b* (-23.04)	b* 21.12 b* (-32.08)
dE	28.15	26.38	35.89

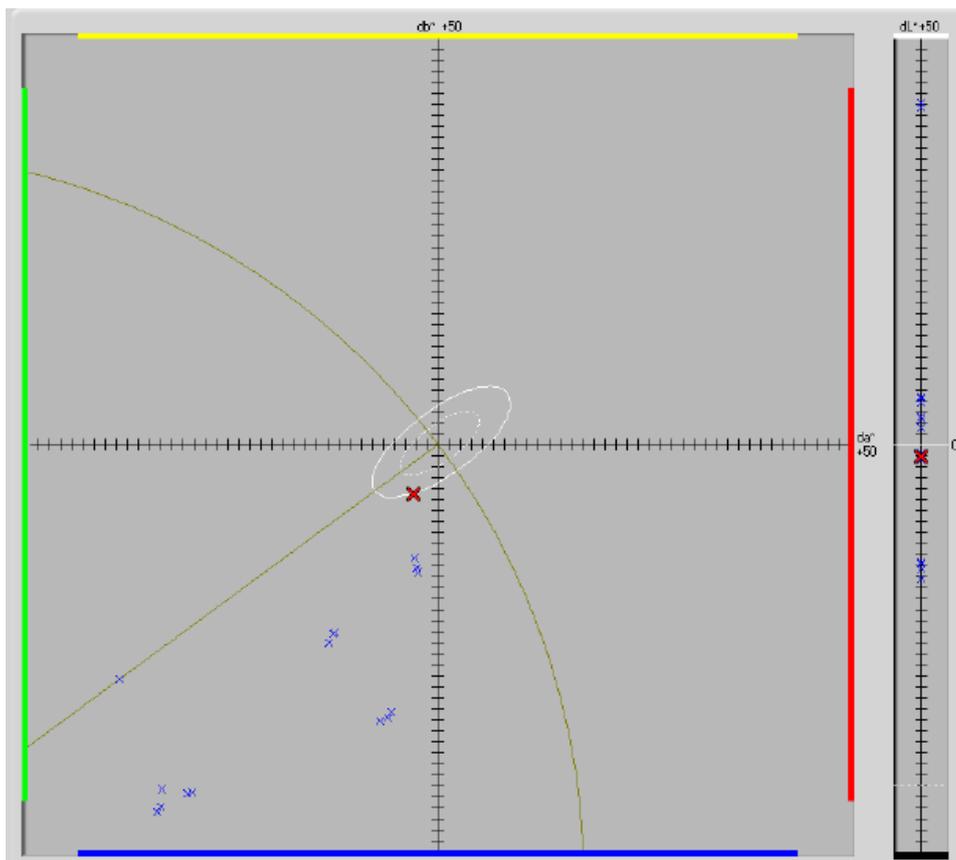
Tablica 17. – Prikaz mjerenja otiska COKE RED boje s aniloks valjcima od 100 lpi, 165 lpi i 220 lpi na plavoj foliji

Plava folija			
COKE RED Reference	Aniloks 100/18	Aniloks 165/8	Aniloks 220/6.4
			
L* 43.90 ODSTUPANJE →	L* 25.93 L* (-17.95)	L* 29.51 L* (-14.37)	L* 32.49 L* (-11.39)
a* 71.40 ODSTUPANJE →	a* 38.72 a* (-32.65)	a* 37.60 a* (-33.77)	a* 32.75 a* (-38.62)
b* 53.20 ODSTUPANJE →	b* 22.29 b* (-30.91)	b* 8.47 b* (-44.73)	b* -2.53 b* (-55.73)
dE	48.43	57.88	68.77

Tablica 18. – Prikaz mjerenja otiska COKE RED boje s aniloks valjcima od 100 lpi, 165 lpi i 220 lpi na zelenoj foliji

Zelena folija			
COKE RED Reference	Aniloks 100/18	Aniloks 165/8	Aniloks 220/6.4
			
L* 43.90 ODSTUPANJE →	L* 24.81 L* (-19.07)	L* 27.44 L* (-16.44)	L* 30.17 L* (-13.71)
a* 71.40 ODSTUPANJE →	a* 33.31 a* (-38.06)	a* 33.03 a* (-38.34)	a* 28.78 a* (-42.59)
b* 53.20 ODSTUPANJE →	b* 22.76 b* (-30.44)	b* 24.58 b* (-28.62)	b* 26.51 b* (-26.69)
dE	52.36	50.61	52.12

Promatrajući mjerenja crvene boje na raznim podlogama i različitim aniloks valjcima (Tablica 14., Tablica 15., Tablica 16., Tablica 17., Tablica 18.) lako se može zaključiti da s linijaturom od 100 lpi se može dobiti najsličnija boja traženoj i uz pomoć korekcije na bijeloj foliji lako se može postići zadovoljavajući otisak, dok bi za sve ostale folije bilo potrebno dodati još jedan sloj bijele boje kako bi se crvena boja nanosila na bijelu boju, a u zagradama su prikazana odstupanja za svaki otisak za L^* , a^* i b^* vrijednosti. Na slici 37. prikazana je COKE RED boja s korištenim aniloksom od 100 lpi u CIE $L^*a^*b^*$ prostoru boja.



Slika 37. – Prikaz boje Coke Red s aniloksom 100 u CIE $L^*a^*b^*$ prostoru

Tablica 19. – Prikaz mjerenja otiska P300 boje s aniloks valjcima od 100 lpi, 165 lpi i 220 lpi na transparentnoj foliji

Transparentna folija			
P 300 Reference	Aniloks 100/18	Aniloks 165/8	Aniloks 220/6.4
			
L* 35.95 ODSTUPANJE →	L* 36.18 L* (0.23)	L* 46.26 L* (10.31)	L* 44.97 L* (9.01)
a* -8.52 ODSTUPANJE →	a* -13.02 a* (-4.51)	a* -31.20 a* (-22.68)	a* -23.61 a* (-15.09)
b* -63.35 ODSTUPANJE →	b* -60.99 b* (2.35)	b* -53.83 b* (9.51)	b* -53.95 b* (9.39)
dE	5.09	26.67	19.93

Tablica 20. – Prikaz mjerenja otiska P300 boje s aniloks valjcima od 100 lpi, 165 lpi i 220 lpi na bijeloj foliji

Bijela folija			
P 300 Reference	Aniloks 100/18	Aniloks 165/8	Aniloks 220/6.4
			
L* 35.95 ODSTUPANJE →	L* 31.64 L* (-4.31)	L* 39.73 L* (3.78)	L* 47.21 L* (11.26)
a* -8.52 ODSTUPANJE →	a* -3.05 a* (5.47)	a* -18.26 a* (-9.75)	a* -25.83 a* (-17.31)
b* -63.35 ODSTUPANJE →	b* -62.20 b* (1.14)	b* -57.01 b* (6.33)	b* -56.04 b* (7.30)
dE	7.06	12.22	21.90

Tablica 21. – Prikaz mjerenja otiska P300 boje s aniloks valjcima od 100 lpi, 165 lpi i 220 lpi na recikliranoj bijelo-crnoj foliji

Recy bijelo-crna folija			
P 300 Reference	Aniloks 100/18	Aniloks 165/8	Aniloks 220/6.4
			
L* 35.95 ODSTUPANJE →	L* 31.45 L* (-4.51)	L* 40.75 L* (4.79)	L* 44.97 L* (9.01)
a* -8.52 ODSTUPANJE →	a* -3.33 a* (5.19)	a* -18.22 a* (-9.70)	a* -23.61 a* (-15.09)
b* -63.35 ODSTUPANJE →	b* -59.42 b* (3.93)	b* -56.44 b* (6.90)	b* -53.95 b* (9.39)
dE	7.92	12.83	19.93

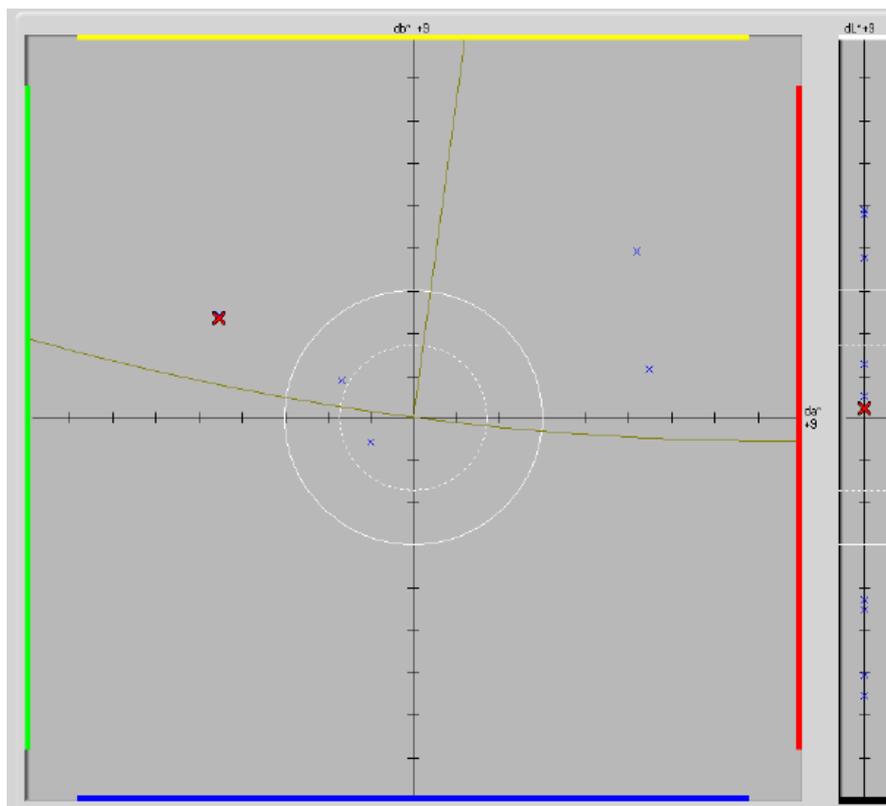
Tablica 22. – Prikaz mjerenja otiska P300 boje s aniloks valjcima od 100 lpi, 165 lpi i 220 lpi na plavoj foliji

Plava folija			
P 300 Reference	Aniloks 100/18	Aniloks 165/8	Aniloks 220/6.4
			
L* 35.95 ODSTUPANJE →	L* 29.90 L* (-6.06)	L* 37.21 L* (1.26)	L* 39.81 L* (3.86)
a* -8.52 ODSTUPANJE →	a* 1.69 a* (10.21)	a* -9.52 a* (-1.00)	a* -15.25 a* (-6.73)
b* -63.35 ODSTUPANJE →	b* -63.32 b* (0.02)	b* -63.93 b* (-0.59)	b* -61.36 b* (1.98)
dE	11.87	1.71	8.01

Tablica 23. – Prikaz mjerenja otiska P300 boje s aniloks valjcima od 100 lpi, 165 lpi i 220 lpi na zelenoj foliji

Zelena folija			
P 300 Reference	Aniloks 100/18	Aniloks 165/8	Aniloks 220/6.4
			
L* 35.95 ODSTUPANJE →	L* 21.12 L* (-14.84)	L* 29.42 L* (-6.53)	L* 32.75 L* (-3.20)
a* -8.52 ODSTUPANJE →	a* -27.02 a* (-18.50)	a* -46.82 a* (-38.31)	a* -50.74 a* (-42.22)
b* -63.35 ODSTUPANJE →	b* -7.16 b* (56.18)	b* 4.17 b* (67.51)	b* 8.52 b* (71.87)
dE	60.98	77.90	83.41

Najbolji otisak dobiven je korištenjem aniloks valjaka 100 lpi na bijeloj (Tablica 20.) i transparentnoj foliji (Tablica 19.), iako je i mala razlika kod korištenja aniloks valjka od 165 lpi na plavoj foliji (Tablica 22.), ta boja bi bila skoro pa nečitljiva zbog plave folije. Korekcijama na transparentnoj i bijeloj foliji može se postići zadovoljavajući ton boje, iako jačina tona najviše ovisi o motivu koji se želi prikazati, je li riječ o punim tonovima ili nekim rasterskim elementima pa je tako i potrebno odabrati odgovarajući aniloks valjak, a u zagradama su prikazana odstupanja za svaki otisak za L*, a* i b* vrijednosti. Otisak na zelenoj foliji (Tablica 23.) nije izvediv bez pokrivne bijele boje kako bi se dobila imitacija tiska na bijelu foliju dok bi se zadovoljavajući otisak na recikliranoj bijelo crnoj foliji (Tablica 21.) mogao postići korekcijama prije tiska na aniloksu od 100 lpi. Na slici 38. prikazana je P 300 boja s korištenim aniloksom od 100 lpi u CIE L*a*b* prostoru boja.



Slika 38. – Prikaz boje P 300 s aniloksom 100 u CIE L*a*b*prostoru

Tablica 24. – Prikaz mjerenja otiska P151 boje s aniloks valjcima od 100 lpi, 165 lpi i 220 lpi na transparentnoj foliji

Transparentna folija			
P 151 Reference	Aniloks 100/18	Aniloks 165/8	Aniloks 220/6.4
			
L* 69.74 ODSTUPANJE →	L* 66.51 L* (-3.23)	L* 73.91 L* (4.17)	L* 77.75 L* (8.01)
a* 47.38 ODSTUPANJE →	a* 46.30 a* (-1.07)	a* 32.50 a* (-14.88)	a* 25.33 a* (-22.05)
b* 77.05 ODSTUPANJE →	b* 71.47 b* (-5.56)	b* 55.45 b* (-21.58)	b* 43.59 b* (33.44)
dE	6.51	26.54	40.85

Tablica 25. – Prikaz mjerenja otiska P151 boje s aniloks valjcima od 100 lpi, 165 lpi i 220 lpi na bijeloj foliji

Bijela folija			
P 151 Reference	Aniloks 100/18	Aniloks 165/8	Aniloks 220/6.4
			
L* 69.74 ODSTUPANJE →	L* 64.77 L* (-4.97)	L* 69.98 L* (0.25)	L* 71.74 L* (2.00)
a* 47.38 ODSTUPANJE →	a* 57.13 a* (9.75)	a* 47.16 a* (-0.22)	a* 43.60 a* (-3.78)
b* 77.05 ODSTUPANJE →	b* 81.01 b* (3.98)	b* 74.08 b* (-2.95)	b* 69.82 b* (-7.21)
dE	11.65	2.97	8.38

Tablica 26. – Prikaz mjerenja otiska P151 boje s aniloks valjcima od 100 lpi, 165 lpi i 220 lpi na recikliranoj bijelo-crnoj foliji

Recy bijelo-crna folija			
P 151 Reference	Aniloks 100/18	Aniloks 165/8	Aniloks 220/6.4
			
L* 69.74 ODSTUPANJE →	L* 58.82 L* (-10.91)	L* 62.89 L* (-6.84)	L* 66.72 L* (-3.01)
a* 47.38 ODSTUPANJE →	a* 49.09 a* (1.71)	a* 40.10 a* (-7.28)	a* 44.85 a* (-2.53)
b* 77.05 ODSTUPANJE →	b* 71.54 b* (-5.49)	b* 63.70 b* (-13.33)	b* 71.87 b* (-5.16)
dE	12.34	16.66	6.49

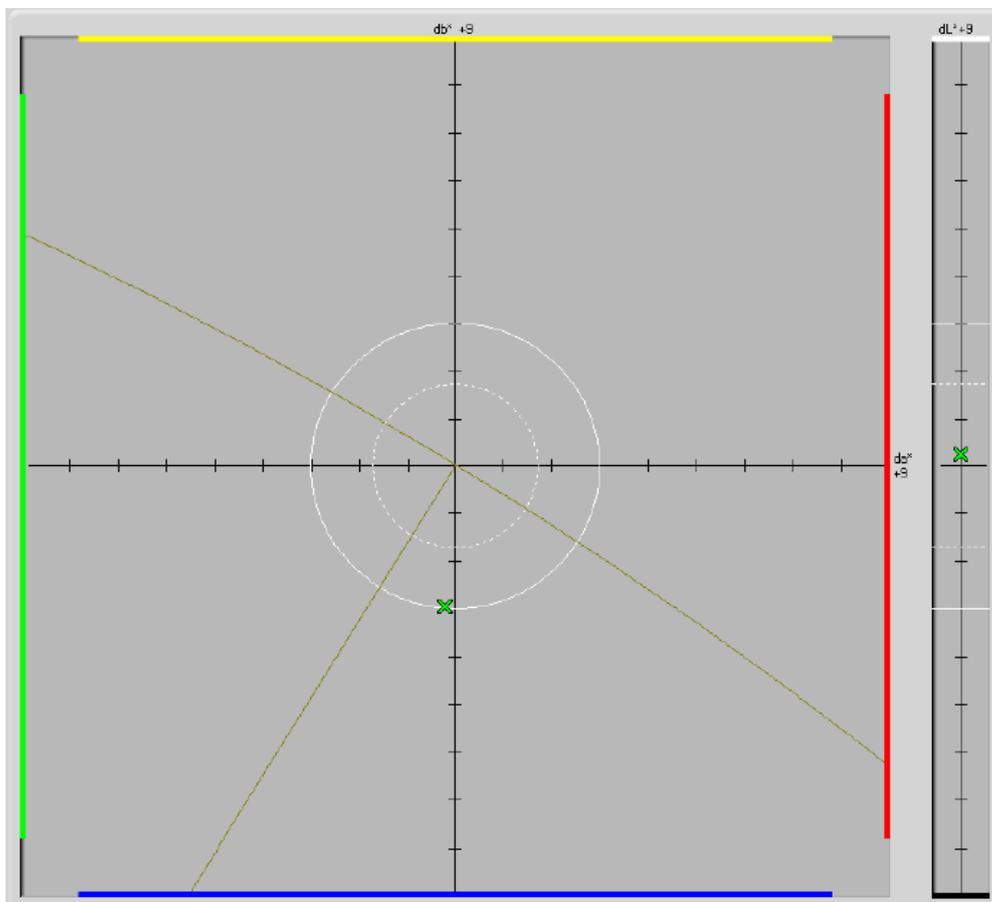
Tablica 27. – Prikaz mjerenja otiska P151 boje s aniloks valjcima od 100 lpi, 165 lpi i 220 lpi na plavoj foliji

Plava folija			
P 151 Reference	Aniloks 100/18	Aniloks 165/8	Aniloks 220/6.4
			
L* 69.74 ODSTUPANJE →	L* 39.34 L* (-30.40)	L* 46.20 L* (-23.54)	L* 43.96 L* (-25.77)
a* 47.38 ODSTUPANJE →	a* 29.90 a* (-17.48)	a* 10.19 a* (-37.18)	a* 14.47 a* (-32.90)
b* 77.05 ODSTUPANJE →	b* 40.76 b* (-36.27)	b* 17.31 b* (-59.72)	b* 26.78 b* (-50.25)
dE	50.44	74.18	65.36

Tablica 28. – Prikaz mjerenja otiska P151 boje s aniloks valjcima od 100 lpi, 165 lpi i 220 lpi na zelenoj foliji

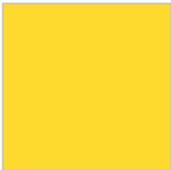
Zelena folija			
P 151 Reference	Aniloks 100/18	Aniloks 165/8	Aniloks 220/6.4
			
L* 69.74 ODSTUPANJE →	L* 41.20 L* (-28.54)	L* 45.65 L* (-24.09)	L* 49.03 L* (-20.70)
a* 47.38 ODSTUPANJE →	a* 23.73 a* (-23.64)	a* 11.17 a* (-36.21)	a* 0.27 a* (-47.11)
b* 77.05 ODSTUPANJE →	b* 44.15 b* (-32.87)	b* 50.50 b* (-26.53)	b* 54.80 b* (-22.22)
dE	49.54	50.94	56.05

Mjerenjima narančaste boje P 151, otisak je ispao najbolje na bijeloj pozadini (Tablica 25.) s aniloks valjkom linijature 165 lpi, iako bi se zadovoljavajući otisak dobio i korekcijom na transparentnoj foliji (Tablica 24.) i aniloks valjku linijature 100 lpi i recikliranoj crno bijeloj foliji (Tablica 26.) na aniloks valjku od 220 lpi. Otisak na plavoj (Tablica 27.) i zelenoj foliji (Tablica 28.) nije adekvatnog obojenja bez dodavanja još jednog sloja pokrivne bijele boje u procesu tiska. U zagradama su prikazana odstupanja za svaki otisak za L^* , a^* i b^* vrijednosti. Na slici 39. prikazana je P 151 boja s korištenim aniloksom od 165 lpi u CIE $L^*a^*b^*$ prostoru boja.



Slika 39. – Prikaz boje P 151 s aniloksom 165 u CIE $L^*a^*b^*$ prostoru

Tablica 29. – Prikaz mjerenja otiska P115 boje s aniloks valjcima od 100 lpi, 165 lpi i 220 lpi na transparentnoj foliji

Transparentna folija			
P 115 Reference	Aniloks 100/18	Aniloks 165/8	Aniloks 220/6.4
			
L* 88.27 ODSTUPANJE →	L* 81.69 L* (-6.58)	L* 86.52 L* (-1.75)	L* 85.62 L* (-2.65)
a* 1.62 ODSTUPANJE →	a* 4.30 a* (2.68)	a* -2.98 a* (-4.61)	a* -3.52 a* (-5.14)
b* 80.24 ODSTUPANJE →	b* 91.50 b* (11.26)	b* 63.80 b* (-16.44)	b* 55.08 b* (-25.16)
dE	13.32	17.16	25.81

Tablica 30. – Prikaz mjerenja otiska P115 boje s aniloks valjcima od 100 lpi, 165 lpi i 220 lpi na bijeloj foliji

Bijela folija			
P 115 Reference	Aniloks 100/18	Aniloks 165/8	Aniloks 220/6.4
			
L* 88.27 ODSTUPANJE →	L* 80.84 L* (-7.43)	L* 86.02 L* (-2.26)	L* 86.50 L* (-1.77)
a* 1.62 ODSTUPANJE →	a* 14.21 a* (12.59)	a* 5.58 a* (3.95)	a* 2.63 a* (1.01)
b* 80.24 ODSTUPANJE →	b* 94.95 b* (14.71)	b* 79.61 b* (-0.63)	b* 71.12 b* (-9.12)
dE	20.74	4.60	9.34

Tablica 31. – Prikaz mjerenja otiska P115 boje s aniloks valjcima od 100 lpi, 165 lpi i 220 lpi na recikliranoj bijelo-crnoj foliji

Recy bijelo-crna folija			
P 115 Reference	Aniloks 100/18	Aniloks 165/8	Aniloks 220/6.4
			
L* 88.27 ODSTUPANJE →	L* 77.64 L* (-10.63)	L* 77.20 L* (-11.07)	L* 78.72 L* (-9.55)
a* 1.62 ODSTUPANJE →	a* 12.55 a* (10.93)	a* 1.47 a* (-0.15)	a* -1.30 a* (-2.92)
b* 80.24 ODSTUPANJE →	b* 91.69 b* (11.45)	b* 70.28 b* (-9.96)	b* 61.16 b* (-19.08)
dE	19.07	14.89	21.53

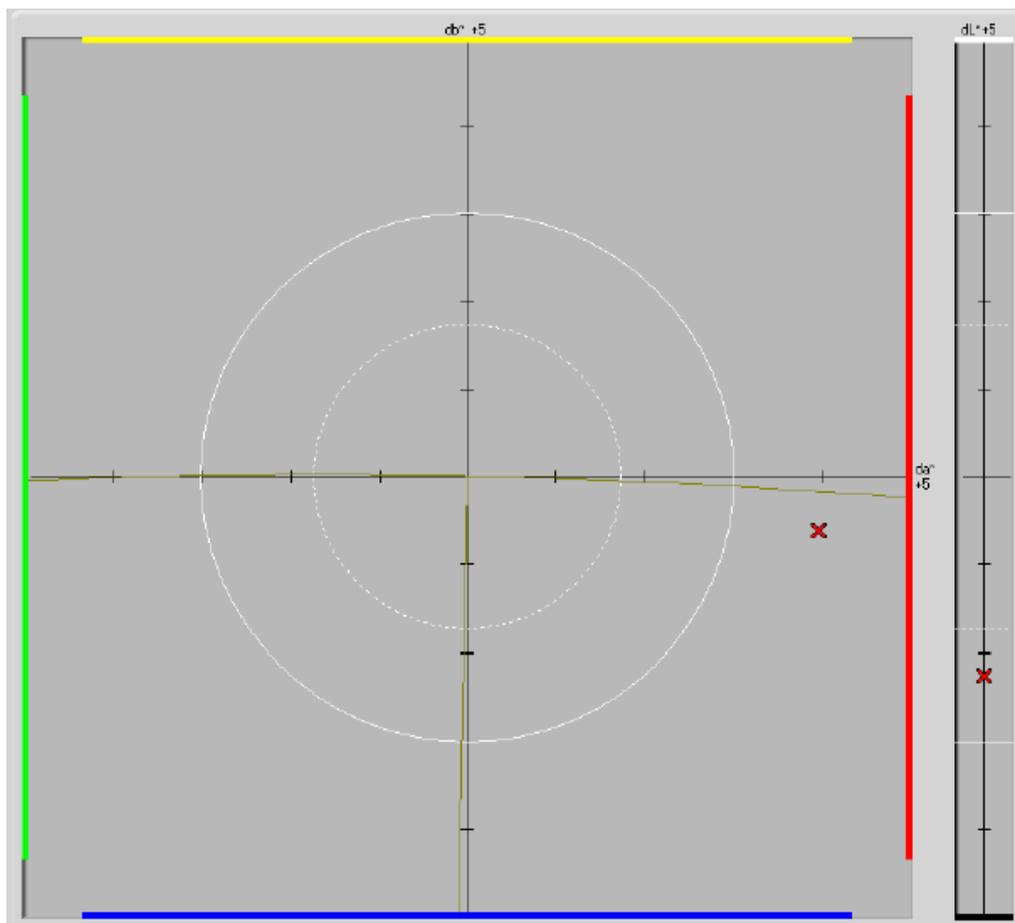
Tablica 32. – Prikaz mjerenja otiska P115 boje s aniloks valjcima od 100 lpi, 165 lpi i 220 lpi na plavoj foliji

Plava folija			
P 115 Reference	Aniloks 100/18	Aniloks 165/8	Aniloks 220/6.4
			
L* 88.27 ODSTUPANJE →	L* 52.80 L* (-35.47)	L* 56.24 L* (-32.03)	L* 57.90 L* (-30.37)
a* 1.62 ODSTUPANJE →	a* -20.28 a* (-21.90)	a* -28.81 a* (-30.43)	a* -31.19 a* (-32.81)
b* 80.24 ODSTUPANJE →	b* 51.79 b* (-28.45)	b* 35.83 b* (-44.41)	b* 26.80 b* (-53.44)
dE	50.47	62.64	69.68

Tablica 33. – Prikaz mjerenja otiska P115 boje s aniloks valjcima od 100 lpi, 165 lpi i 220 lpi na zelenoj foliji

Zelena folija			
P 115 Reference	Aniloks 100/18	Aniloks 165/8	Aniloks 220/6.4
			
L* 88.27 ODSTUPANJE →	L* 57.44 L* (-30.83)	L* 59.93 L* (-28.34)	L* 61.09 L* (-27.18)
a* 1.62 ODSTUPANJE →	a* -24.16 a* (-25.79)	a* -30.45 a* (-32.07)	a* -34.03 a* (-35.65)
b* 80.24 ODSTUPANJE →	b* 69.16 b* (-11.08)	b* 69.51 b* (-10.73)	b* 68.81 b* (-11.43)
dE	41.69	44.12	46.27

Najsličniji otisak žutoj boji P 115 dobiven je korištenjem aniloks valjka 165 lpi na bijeloj foliji (Tablica 30.), na uzorcima mjerene žute boje lako se mogu uočiti ogromne razlike u obojenju s različitim aniloks valjcima, posebice na plavoj (Tablica 32.) i zelenoj foliji (Tablica 33.). Na transparentnoj (Tablica 29.) i recikliranoj bijelo crnoj foliji (Tablica 31.) bolja opcija je dodavanja pokrivne bijele boje nego rađenje dodatnih korekcija boje kako bi se dobilo zadovoljavajuće obojenje u granicama dozvoljenog za boju P 115. U zagradama su prikazana odstupanja za svaki otisak za L*, a* i b* vrijednosti. Na slici 40. prikazana je P 115 boja s korištenim aniloksom od 165 lpi u CIE L*a*b* prostoru boja pomoću kojeg je otisak izgledao najrelevantnije boji P 115.



Slika 40. – Prikaz boje P 115 s aniloksom 165 u CIE L*a*b*prostoru

4. Zaključak

Fleksotisak je u današnje vrijeme postao sinonim za tisak na ambalažu, posebice na fleksibilnu ambalažu. Danas se pomoću fleksotiska izrađuju brojna pakiranja koje možemo naći na policama trgovina, svakim danom sve je veća potreba za ambalažom jer moderno društvo konzumira sve više proizvoda koji na kraju krajeva moraju biti zapakirani u nekakvu ambalažu kako bi čitavi stigli do kupca.

Iz eksperimentalnog dijela rada može se zaključiti da tijekom pripreme za tisak mora odabrati kompatibilan aniloks valjak zadovoljavajuće linijature i volumena kako bi tijekom proizvodnje dolazilo do što manje zastoja i nekih neželjenih problema koje treba što prije ukloniti, odvojiti nastali otpad i proizvesti proizvod s bojama koji će zadovoljiti samog kupca koji će u tu ambalažu pakirati proizvod, a na kraju i krajnjeg kupca (konzumenta) tog proizvoda do kojeg proizvod u adekvatnoj ambalaži mora doći u savršenom stanju kako bi ga privukao. Naročito je važno da djelatnici tijekom rada paze na sve moguće parametre kako bi otpada bilo što manje i da ne bi došlo do nekih većih problema i dugotrajnijeg zaustavljanja strojeva kako bi se ti problemi uklonili. Izrazito je važno odabrati aniloks valjak određene linijature i volumena za traženu separaciju kako bi prijelaz s posla na posao trajao što kraće, tako bi došlo do uštede vremena, uštede folije koja bi se trebala odvojiti kao nesukladna i uštede na boji koja je skupa i stoga je vrlo važno odabrati aniloks pomoću kojeg se neće nanositi višak bojila koji nije potreban za određenu poziciju. Pomoću eksperimenta na više boja folija dokazano je da je gotovo nemoguće dobiti željenu boju bez prethodnog otiskivanja pokrivne bijele boje prije tiska željene boje kako bi se dobila imitacija tiska na bijelu pozadinu.

Iz ovog rada se da zaključiti da je aniloks valjak „srce“ svakog fleksografskog stroja jer uvelike utječe na reprodukciju, iz eksperimentalnog dijela se može zaključiti da za tisak punih tonova nije uvijek potreban aniloks valjak male linijature i velikog volumena već se zadovoljavajući otisak može postići i s aniloks valjcima veće linijature i volumena i tako se može ujedno uvelike uštedjeti na količini utrošene boje ako se isto obojenje dobije s aniloksom veće linijature i manjeg volumena jer se manje boji prenosi na podlogu. Ujedno rad na stroju za fleksotisak nije samo tisak na određeni materijal, u

ovom slučaju tisak na foliju i film već je to niz složenih elemenata i detalja koje je potrebno podesiti i zadovoljiti kako bi na kraju dobili proizvod koji zadovoljava standarde i proizvod kakav želi proizvođač i krajnji kupac, a prije svega potrebno je iskustvo kako bi se prepoznala situacija o odabiru aniloks valjaka za neke poslove koji su slični nekim prijašnjim poslovima te se te postavke spremaju u sustav kako bi se mogle učitati kod ponavljanja nekog posla, a tako bi se ujedno neki problemi uklonili već i prije samo tiska kod pripreme stroja za izvršavanje određenog posla sve s ciljem što bržeg prijelaza na novi posao i uštede vremena kako bi se u što kraćem vremenu proizvelo što više kvalitetnog proizvoda.

5. Literatura

- [1] Kičinbaći J., Mrvac N., Bertić I. - TREND OVI RAZVOJA FLEKSOGRAFSKOG TISKA Preuzeto s https://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id_clanak_jezik=127964 (02.04.2021.)
- [2] Zubčić I. (2014.) OVISNOST KOLORIMETRIJSKIH PROMJENA I KVALITETE TISKA NEUPOJNIH TISKOVNIH PODLOGA KROZ NAKLADU. Preuzeto s https://eprints.grf.unizg.hr/2045/1/Z480_Zubcic_Ivana.pdf (08.04.2021.)
- [3] Flexography: Principles And Practices 5th Edition, Volume 1. (1999.) Preuzeto s <http://library.lol/main/847BB16364F112944FFB1EFEB101FE1C> (10.04.2021.)
- [4] Bolanča, T. (2008.) – Tehnologija tiska od Gutenberga do danas. Preuzeto s https://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id_clanak_jezik=66968 (02.04.2021.)
- [5] TERMODINAMIKA, PRIJENOS TOPLINE - TISKARSKA TEHNIKA. Preuzeto s https://tehnika.lzmk.hr/tehnickaenciklopedija/tiskarska_tehnika.pdf (07.04.2021.)
- [6] Macinić, D.(2013.) - UTJECAJ LAKIRANJA NA MEHANIČKA SVOJSTVA AMBALAŽE. Preuzeto s https://eprints.grf.unizg.hr/1567/1/DB276_Macinic_Deni.pdf (17.04.2021.)
- [7] D. Valdec (2013.) – Utjecaj promjenjivih parametara fleksotiska na geometriju rasterskoga elementa predotisnute tiskovne podloge. Preuzeto s <https://eprints.grf.unizg.hr/1897/1/Doktorski%20rad%20Valdec%20Dean.pdf> (20.04.2021.)
- [8] Car, T. (2013.) - Cirkularnost i deformacija rasterskih elemenata u fleksotisku Preuzeto s <https://eprints.grf.unizg.hr/1509/> (08.04.2021.)
- [9] Krznar, M. (2017). - Termoskupljajuća ambalaža na primjeru vode Jamnica Sensation Preuzeto s <https://repozitorij.unin.hr/islandora/object/unin%3A1464/datastream/PDF/view> (08.04.2021.)
- [10] Drvarić, N. (2019). - Problemi i deformacije otiska na fleksibilnoj ambalaži. Preuzeto s

<https://repozitorij.unin.hr/islandora/object/unin%3A2939/datastream/PDF/view> (08.04.2021.)

- [11] Čerina, P. (2016.) – Utjecaj UV bojila na volumen aniloks valjka u tehnici fleksotiska. Preuzeto s https://eprints.grf.unizg.hr/2654/1/DB602_%c4%8cerina_Petra.pdf (07.04.2021.)
- [12] Bubanić, N. (2017). - Fleksibilna ambalaža. Preuzeto s <https://repozitorij.unin.hr/islandora/object/unin%3A1525/datastream/PDF/view> (05.04.2021.)
- [13] Čaleta S. – (2016.) – Ispitivanje oksidacijske postojanosti polimernih materijala na osnovi polipropilena. Preuzeto s <https://zir.nsk.hr/islandora/object/ktfst%3A198/datastream/PDF/view> (05.04.2021.)
- [14] Koletić B. (2018.) - DEVIJACIJE U OBOJENJU OTISKA PRILIKOM ETIKETIRANJA STEZLJIVIM FILMOM Preuzeto s <https://eprints.grf.unizg.hr/2967/> (05.04.2021.)
- [15] Car T. (2013.) – Cirkularnost i deformacija rasterskih elemenata u fleksotisku, preuzeto s https://eprints.grf.unizg.hr/1509/1/DB308_Car_Tea.pdf (05.07.2021.)
- [16] N. Jambrošić (2010.) – Utjecaj ponovnog korištenja boja na kvalitetu fleksotiska (10.06.2021.)
- [17] I. Bates (2013.) – Studija specifičnih parametara reprodukcije fleksografskog tiska Preuzeto s <https://eprints.grf.unizg.hr/1891/1/Doktorski%20rad%20Bates%20Irena.pdf> (15.04.2021.)
- [18] P. Petric (2016.) – Određivanje kvalitativnih karakteristika boje primjenom različitih geometrija mjerenja, preuzeto s https://eprints.grf.unizg.hr/2511/1/Z702_Petric_Petra.pdf (19.05.2021.)
- [19] A. Komugović (2015.) – Prostor boja, preuzeto s https://eprints.grf.unizg.hr/2318/1/Z617_Komugovi%c4%87_Ana.pdf (15.05.2021.)

- [20] A. Krušelj (2019.) – Grafička priprema i izrada fotopolimernih tiskovnih formi za fleksotisak. Preuzeto s <https://zir.nsk.hr/islandora/object/unin%3A2984/datastream/PDF/view> (25.05.2021.)
- [21] L. Vragović (2019.) – Nepravilnosti rasterskih elemenata u fleksotisku i njihov utjecaj na kvalitetu proizvoda, preuzeto s <https://zir.nsk.hr/islandora/object/unin:2500/datastream/PDF> (19.05.2021.)
- [22] Konica Minolta Sensing Americas. URL: <https://sensing.konicaminolta.us/us/blog/identifying-color-differences-using-l-a-b-or-l-c-h-coordinates/> (18.08.2021.)



IZJAVA O AUTORSTVU
I
SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, PETAR BAKSA (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor diplomskog rada pod naslovom UTJECAJ LINDATURE I VOLUMENA ANILOKS VALJAKA NA BOJU U FLEKSOTISKU te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student:
Petar Baksa

(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, PETAR BAKSA (ime i prezime) neopozivo izjavljujem da sam suglasan s javnom objavom diplomskog rada pod naslovom UTJECAJ LINDATURE I VOLUMENA ANILOKS VALJAKA NA BOJU U FLEKSOTISKU čiji sam autor.

Student:
Petar Baksa

(vlastoručni potpis)

5.0%

Results of plagiarism analysis from 2021-08-23 13:26 UTC

Diplomski rad.docx

Date: 2021-08-23 13:12 UTC

* All sources 92 | Internet sources 64 | Organization archive 27 | Plagiarism Prevention Pool 1

-
- [0] [zir.nsk.hr/islandora/object/unin:2984/datastream/PDF/view](#)
0.9% 19 matches
1 documents with identical matches
-
- [2] [bib.irb.hr/datoteka/956649.DEVIJACIJE_U_OBOJENJU_OTISKA_PRILIKOM_ETIKETIRANJA_STEZLJIVIM_FILMOM.docx](#)
0.7% 15 matches
1 documents with identical matches
-
- [4] [zir.nsk.hr/islandora/object/unin:2939/datastream/PDF/download](#)
0.8% 15 matches
2 documents with identical matches
-
- [7] [eprints.grf.unizg.hr/1509/1/DB308_Car_Tea.pdf](#)
0.6% 11 matches
2 documents with identical matches
-
- [10] [eprints.grf.unizg.hr/1436/1/Magistarski_rad_Jonovski_Nikolče.pdf](#)
0.4% 10 matches
-
- [11] ["Doktorska_disertacija_Dean_Valdec.pdf" dated 2020-09-16](#)
0.5% 6 matches
1 documents with identical matches
-
- [13] [silo.tips/download/2-osnovni-grafiki-materijali-grafike-boje](#)
0.4% 8 matches
-
- [14] [repozitorij.unin.hr/islandora/object/unin:2500/datastream/PDF/view](#)
0.5% 12 matches
2 documents with identical matches
-
- [17] [zir.nsk.hr/islandora/object/unin:3865/datastream/PDF/view](#)
0.5% 10 matches
1 documents with identical matches
-
- [19] [eprints.grf.unizg.hr/2045/1/Z480_Zubcic_Ivana.pdf](#)
0.3% 8 matches
1 documents with identical matches
-
- [21] [eprints.grf.unizg.hr/3066/1/Z955_Hreščan_Filip.pdf](#)
0.4% 7 matches
-
- [22] [zir.nsk.hr/islandora/object/unin:2973/datastream/PDF/download](#)
0.4% 9 matches
2 documents with identical matches
-
- [25] [nastava.asoo.hr/wp-content/uploads/2020/03/Grafički-tehničar-tiska_Praktična-nastava_Fleksotisak_3.-razred.ppsx](#)
0.3% 8 matches
-
- [26] [eprints.grf.unizg.hr/3051/1/Doktorski_rad_Morić_Marko.pdf](#)
0.3% 6 matches
-
- [27] [eprints.grf.unizg.hr/2655/1/DB603_Zubčić_Torbarina_Ivana.pdf](#)
0.2% 8 matches
-
- [28] [www.getid.ba/attachments/getidzr2011.pdf](#)
0.2% 6 matches
-
- [29] [eprints.grf.unizg.hr/2612/1/DB561_de_Carina_Koraljka.pdf](#)
0.2% 6 matches
-
- [30] [zir.nsk.hr/islandora/object/politehnikapu:224/datastream/PDF/view](#)
0.2% 6 matches
-
- [31] [eprints.grf.unizg.hr/2654/1/DB602_Čerina_Petra.pdf](#)
0.3% 5 matches
1 documents with identical matches
-
- [33] ["flekso.docx" dated 2021-01-15](#)
0.2% 4 matches
-
- [34] [eprints.grf.unizg.hr/2629/1/DB578_Damjanović_Marina.pdf](#)
0.2% 5 matches
-

- [35]  eprints.grf.unizg.hr/1447/1/Magistarski rad Brajnović Olivera.pdf
0.2% 5 matches
-
- [36]  "DIGITALNI UV TISAK.docx" dated 2021-01-16
0.2% 4 matches
-
- [37]  eprints.grf.unizg.hr/2137/1/Z554_Dubicanac_Maja.pdf
0.2% 5 matches
-
- [38]  eprints.grf.unizg.hr/2904/1/Z884_Huzjak_Juraj.pdf
0.2% 6 matches
-
- [39]  www.bib.irb.hr/1080678/download/1080678.v8._Utjecaj_samoljepljivih_podloga_na_realizaciju_otiska_UV_inkjeta.pdf
0.1% 5 matches
-
- [40]  eprints.grf.unizg.hr/2752/1/Z829_Kavan_Kristijan.pdf
0.2% 5 matches
-
- [41]  skinfoodrussia.ru/hr/cash-transactions/izgotovlenie-fotopolimernih-pechatnyh-form-izgotovlenie-form.html
0.2% 3 matches
-
- [42]  hr.wikipedia.org/wiki/Fleksotisak
0.2% 4 matches
-
- [43]  www.ftn.uns.ac.rs/2134134386
0.1% 4 matches
-
- [44]  nastava.asoo.hr/wp-content/uploads/2020/03/Grafički-urednik-dizajner_Grafička-tehnologija_Visoki-tisak_Fleksotisak-i-čelični-tisak_č
0.1% 4 matches
-
- [45]  1library.co/document/zk8engmz-definiranje-parametara-optimalizacije-relativnog-tiskovnog-kontrasta-novinskom-tisku.html
0.1% 3 matches
-
- [46]  eprints.grf.unizg.hr/3340/1/Doktorski rad Ljevak Ivana.pdf
0.2% 3 matches
-
- [47]  eprints.grf.unizg.hr/1891/1/Doktorski rad Bates Irena.pdf
0.1% 3 matches
-
- [48]  core.ac.uk/download/pdf/53879844.pdf
0.1% 3 matches
-
- [49]  eprints.grf.hr/1891/1/Doktorski rad Bates Irena.pdf
0.1% 3 matches
-
- [50]  repozitorij.pbf.unizg.hr/islandora/object/pbf:3475/datastream/PDF/view
0.1% 3 matches
-
- [51]  "Sublimacijski tisak.docx" dated 2021-01-16
0.1% 3 matches
-
- [52]  core.ac.uk/download/pdf/53879638.pdf
0.1% 2 matches
-
- [53]  www.bib.irb.hr/526454/download/526454.zavrzni_Macinic.pdf
0.1% 2 matches
-
- [54]  www.bib.irb.hr/1063984/download/1063984.GRID_08_Zbornik_Proseedings_za_WEB.pdf
0.1% 2 matches
-
- [55]  www.bib.irb.hr/957092/download/957092.Antun_Abaffy_Diplomski_2018.pdf
0.1% 2 matches
-
- [56]  core.ac.uk/download/pdf/197851459.pdf
0.1% 2 matches
-
- [57]  apps.unizg.hr/ректорова-nagrada/javno/radovi/456/preuzmi
0.1% 2 matches
-
- [58]  zir.nsk.hr/en/islandora/object/unin:1464/datastream/PDF/view
0.1% 4 matches
-
- [59]  "Rad - Kristina Karaula Šinko.docx" dated 2021-08-18
0.1% 3 matches
 2 documents with identical matches
-
- [62]  "DIPLOMSKI RAD (6).docx" dated 2021-02-10
0.1% 2 matches
-
- [63]  "Diplomski rad - Proizvodne tehnologije pri izradi steznog stola za zavarivanje_final.pdf" dated 2020-09-15
0.1% 3 matches

		2 documents with identical matches
<input checked="" type="checkbox"/>	[66]	"Josipa Gavran dpl_radna verzija analiza – final.docx" dated 2020-02-23 0.1% 2 matches 1 documents with identical matches
<input checked="" type="checkbox"/>	[68]	"Vrste tiska.docx" dated 2021-01-14 0.1% 3 matches
<input checked="" type="checkbox"/>	[69]	core.ac.uk/download/pdf/198125975.pdf 0.1% 2 matches
<input checked="" type="checkbox"/>	[70]	www.bib.irb.hr/717298/download/717298.Buhin_Josip_Rujan_2014.pdf 0.1% 3 matches
<input checked="" type="checkbox"/>	[71]	zir.nsk.hr/islandora/object/ffos:1578/datastream/PDF/ 0.1% 2 matches
<input checked="" type="checkbox"/>	[72]	"periooperacijska skrb kod hemeroida.docx" dated 2021-02-16 0.1% 3 matches
<input checked="" type="checkbox"/>	[73]	"Anita Sinčić - Boje i emocije u neverbalnoj komunikaciji.docx" dated 2021-02-14 0.1% 2 matches
<input checked="" type="checkbox"/>	[74]	eprints.grf.unizg.hr/3218/1/Z1048_Žilić_Gabriel.pdf 0.1% 2 matches
<input checked="" type="checkbox"/>	[75]	www.bib.irb.hr/717069/download/717069.Diplomski_Ana_Slugic.pdf 0.1% 2 matches
<input checked="" type="checkbox"/>	[76]	"HELENA LUKŠA Diplomski rad_Veganska prehrana trend ili potreba_11.02.2021..docx" dated 2021-02-12 0.1% 2 matches
<input checked="" type="checkbox"/>	[77]	eprints.grf.unizg.hr/3269/1/DB884_Tokić_Stella.pdf 0.1% 2 matches
<input checked="" type="checkbox"/>	[78]	core.ac.uk/download/pdf/53879673.pdf 0.1% 2 matches
<input checked="" type="checkbox"/>	[79]	"Božidar Deduš_Diplomski rad (1).docx" dated 2021-03-03 0.1% 2 matches
<input checked="" type="checkbox"/>	[80]	gostehstroy.ru/hr/processing/fotopolimernye-formy-fotopolimernye-pechatnye-formy/ 0.1% 1 matches
<input checked="" type="checkbox"/>	[81]	tehnika.lzmk.hr/tehnickaenciklopedija/tiskarska_tehnika.pdf 0.1% 2 matches
<input checked="" type="checkbox"/>	[82]	"Emina Senjan Diplomski.docx" dated 2020-05-29 0.1% 2 matches
<input checked="" type="checkbox"/>	[83]	eprints.grf.unizg.hr/3186/1/Z1016_Radovčić_Jakov.pdf 0.1% 2 matches
<input checked="" type="checkbox"/>	[84]	"Vrste boja za automobile.pptx" dated 2021-05-04 0.1% 2 matches
<input checked="" type="checkbox"/>	[85]	"SUZANA PRGIN_MOGUĆI UTJECAJI UVODENJA NOVOG PROIZVODA NA POSLOVANJE PODUZEĆA.docx" dated 2021-03-07 0.1% 2 matches 12 documents with identical matches
<input checked="" type="checkbox"/>	[98]	"diplomski-zadnje 7.6..doc" dated 2020-06-15 0.1% 2 matches
<input checked="" type="checkbox"/>	[99]	"Diplomski rad Željka Gaić Gotić.docx" dated 2020-03-11 0.1% 2 matches
<input checked="" type="checkbox"/>	[100]	"Smanjeno-podnošenje-napora.docx" dated 2021-04-15 0.1% 2 matches
<input checked="" type="checkbox"/>	[101]	"Radošević_Diplomski rad_OJ.docx" dated 2021-03-05 0.1% 2 matches
<input checked="" type="checkbox"/>	[102]	123dok.com/document/zlvp2xoy-utjecaj-promjenjivih-parametara-fleksotiska-geometriju-rasterskoga-elementa-predotisnute.html 0.1% 1 matches
<input checked="" type="checkbox"/>	[103]	www.grid.uns.ac.rs/data/biblioteka/disertacije/dedijer_doktorska_disertacija.pdf 0.1% 1 matches
<input checked="" type="checkbox"/>	[104]	www.grid.uns.ac.rs/data/forma/forma45.pdf 0.0% 1 matches

- ✓ [105]  core.ac.uk/download/pdf/222820165.pdf
0.1% 1 matches

- ✓ [106]  123dok.com/document/ydm7d4gy-utjecaj-razlicite-pigmentacije-elektroinka-formiranje-rasterskih-elemenata-magente.html
0.1% 1 matches

- ✓ [107]  from a PlagScan document dated 2017-04-06 07:46
0.0% 1 matches

- ✓ [108]  www.researchgate.net/publication/349163501_Student_radio_in_Croatia_-_A_case_study_of_the_radio_show_A_little_bit_of_cultur
0.0% 1 matches

- ✓ [109]  bib.irb.hr/datoteka/877962.Odabrana_poglavlja-Mehanicka_svojstva_materijala.pdf
0.0% 1 matches

- ✓ [110]  core.ac.uk/download/pdf/53878473.pdf
0.0% 1 matches

- ✓ [111]  "Svetec_Simona-Završni_rad.pdf" dated 2021-06-11
0.0% 1 matches
⊕ 1 documents with identical matches

- ✓ [113]  "Svetec_Simona-Završni_rad2.pdf" dated 2021-05-23
0.0% 1 matches

- ✓ [114]  hrcak.srce.hr/file/346324
0.0% 1 matches

- ✓ [115]  core.ac.uk/download/pdf/270102413.pdf
0.0% 1 matches

- ✓ [116]  www.bib.irb.hr/436171/download/436171.8_BOLANA-GOLUBOVI.pdf
0.0% 1 matches

- ✓ [117]  core.ac.uk/download/pdf/53880059.pdf
0.0% 1 matches

- ✓ [118]  core.ac.uk/download/pdf/53879493.pdf
0.0% 1 matches

- ✓ [119]  "Kvaliteta života zanemarene i zlostavljanje djece i njihova integracija u društvo (2).docx" dated 2021-05-24
0.0% 1 matches
⊕ 1 documents with identical matches

- ✓ [121]  "DIPLOMSKI RAD - Martinčić Mirela - Psihološki utjecaj cijena na ponašanje potrošača.docx" dated 2021-02-24
0.0% 1 matches

- ✓ [122]  "Diplomski rad Ivana konačna verzija.docx" dated 2021-02-15
0.0% 1 matches

- ✓ [123]  "BERNARDA- klopotan i trakoštanec final.docx" dated 2021-01-31
0.0% 1 matches

- ✓ [124]  "Završni rad_teorijski dio_Martan (2).docx" dated 2020-02-21
0.0% 1 matches

79 pages, 15658 words

 A very light text-color was detected that might conceal letters used to merge words.

PlagLevel: 5.0% selected / 5.0% overall

100 matches from 125 sources, of which 78 are online sources.

Settings

Data policy: Compare with web sources, Check against organization repository, Check against the Plagiarism Prevention Pool

Sensitivity: Medium

Bibliography: Consider text

Citation detection: Reduce PlagLevel

Whitelist: --