

# Tolerancija obojenja u tisku

---

**Kolenko, Tomica**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2012**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Graphic Arts / Sveučilište u Zagrebu, Grafički fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:216:527287>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-31**



*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Graphic Arts Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**

**GRAFIČKI FAKULTET**

**TOMICA KOLENKO**

**TOLERANCIJA OBOJENJA U TISKU**

**DIPLOMSKI RAD**

Zagreb, rujan 2012.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
GRAFIČKI FAKULTET  
Smjer: Tehničko - tehnološki  
Modul: Grafička tehnologija

## **TOLERANCIJA OBOJENJA U TISKU**

DIPLOMSKI RAD

**Mentor:**

doc. dr. sc. Igor Zjakić

**Student:**

Tomica Kolenko

Zagreb, rujan 2012.

## SAŽETAK

Kao što se i u ostalim industrijama u svijetu traži najkvalitetniji omjer između kvalitete i brzine ista situacija je i u grafičkoj. Kako tehnologija napreduje sve se lakše dobiva kvalitetan otisak pri velikim brzinama. Zbog toga u kalkulaciju ulazi sve više parametara o kojima ovisi otisak, a svaki od tih parametara moram imati svoju toleranciju koju je potrebno uzeti u obzir.

Neki od parametara na koje se treba paziti kreću se od temperature okoline, temperature stroja, brzine stroja, gustoće boje, proizvođača boje itd. pa sve do znanja i sposobnosti strojara da uskladi sve njih. Na kraju svega toga treba uzeti u obzir da svaka osoba drugačije percipira boju i došli se do jednog kompliciranog procesa u kojem je potrebno uskladiti mnogo parametara kako bih se zadovoljile želje klijenta koji misli da se tisak svodi na jednostavnu operaciju „File-Print“.

Upravo u ovom radu će se pričati o toleranciji obojenja u tisku, koje su njezine pozitivne i negativne karakteristike te kako se ona regulira tokom tiska naklade kako bih bila unutar dopuštenih granica, a sve to će se pratiti na ofsetnom stroju.

**Ključne riječi:** ofsetni tisak, gustoća obojenja, tolerancija, boja, tijek naklade.

## ABSTRACT

Every industry in the world seek for the best ratio of quality and speed and the same situation is with graphic industry. As the technology progresses from day to day it is easier to get quality print at high speeds. Because of that our calculation contains even more parameters on which prints are depending and every one of that parameters must have their tolerance which we must take in consideration.

Some of parameters that we have to consider are ambient temperatre, machine temperature, printing speed, color density , color manufacturer etc. and also knowledge and ability of machine operator to coordinate them all. In the end all that we have to take in consideration that every person sees colors in their own specific way and we came to one complicated proces in which we have to coordinate a lot of parameters to meet the wishes of a client who thinks that printing is easy as „File-Print“. In this paper we will talk about color tolerance in print, what are their pozitivne and negative characteristic and how it is regulated through printing so it would be within aloud borders, and all of that we will track on ofset printing machine.

**Key words:** ofset print, color density, tolerance, color, press.

# SADRŽAJ

1. UVOD.....	6
2. OFSETNI TISAK.....	7
2.1. PRINCIP OFSETNOG TISKA.....	8
2.2. OFSETNI STROJ.....	9
2.3. ULAGAČI APARAT.....	10
2.4. TISKOVNA JEDINICA-SUSTAV CILINDARA.....	11
2.4.1. TEMELJNI CILINDAR.....	12
2.4.2. OFSETNI ILI GUMENI CILINDAR.....	12
2.4.3. TISKOVNI CILINDAR.....	12
2.5. UREĐAJ ZA VLAŽENJE.....	13
2.6. UREĐAJ ZA OBOJENJE.....	14
2.7. IZLAGAČI UREĐAJ.....	15
2.8. OTOPINA ZA VLAŽENJE.....	15
2.8.1. KISELOST OTOPINE ZA VLAŽENJE.....	16
2.8.2. TVRDOĆA OTOPINE ZA VLAŽENJE.....	16
2.8.3. VODLJIVOST OTOPINE ZA VLAŽENJE.....	17
2.8.4. POVRŠINSKI AKTIVNE TVARI.....	17
2.8.5. KONZERVANSI.....	17
2.9. OFSETNE BOJE.....	18
3. KONTROLA KVALITETE U OFSETNOM TISKU.....	21
3.1. RASTERI I RASTRIRANJE.....	21
3.1.1. AMPLITUDNO MODULIRANI RASTERI.....	22
3.1.2. FREKVENTNO MODULIRANI RASTERI.....	24
3.1.3. HIBRIDNI RASTERI.....	25
3.2. DEFORMACIJA RASTERSKIH ELEMENATA.....	25

3.2.1. GEOMETRIJSKA DEFORMACIJA.....	26
3.2.2. OPTIČKA DEFORMACIJA.....	27
3.3. PRIRAST RASTERSKE VRIJEDNOSTI.....	28
3.4. KONTROLA I VOĐENJE TISKA.....	30
3.4.1. SIGNALNI STRIPOVI.....	30
3.4.2. MJERNI STRIPOVI.....	32
3.5. DENZITOMETAR.....	33
3.6. SPEKTROFOTOMETAR.....	34
3.7. RELATIVNI TISKOVNI KONTRAST.....	34
3.8. PRIHVAĆANJE TONA.....	36
3.9. SIVOĆA BOJE- GREYNESS.....	37
3.10. EFIKASNOST BOJE.....	37
3.11. POGREŠKA TONA.....	37
3.12. SIVI BALANS.....	38
4. EKSPERIMENTALNI DIO.....	39
4.1. CILJ I PLAN ISTRAŽIVANJA.....	39
4.2. REZULTATI ISTRAŽIVANJA.....	40
4.3. DISKUSIJA REZULTATA.....	39
5. ZAKLJUČAK.....	52
6. LITERATURA.....	53

# 1. UVOD

Kada se priča o gustoći obojenja onda trebamo uzeti u obzir da je mogućnost mijenjanja gustoće obojenja tijekom tiska često pozitivna ali ponekad i negativna karakteristika.

*Pozitivna karakteristika* takve mogućnosti je ispravljanje grešaka u ranim fazama proizvodnje koje se događaju u kolornom menadžmentu. Također mijenjanje gustoće obojenja tijekom tiska može se pozitivno doprinjeti kvaliteti otiska i nadoknaditi propuste koji se se dešavaju pri izradi tiskovne forme, npr. pri dolasku do promjene prirasta RTV-a i sl.

*Negativna karakteristika* promjene gustoće obojenja su stalna korekcija gustoće obojenja i stalna pažnja strojara za vrijeme tiska naklade. Promjena zonskog obojenja koje je ovisno i potrošnji bojila po zona je dodatni problem koji se javlja. Zbog učestalog pojavljivanja navedenog problema u tisku preporuča se korištenje automatsko vođenje naklade koji izvrsno rješava probleme jer ima mogućnost snimanja cijelog arka. Na taj način promjene koje se dešavaju tokom tiska odmah su zabilježene te se brzim reagiranjem i dodatnim podešavanjima stroja ostaje u granicama tolerancije i to sve bez stajanja stroja.

Također postoje i karakteristike podloge koje utječu na prihvaćanje bojila i refleksije s površine. Bitna činjenica je ta da svaki proizvođač bojila i tiskarskih strojeva daje preporuke s kojim gustoćama obojenja se dobije kvalitetan otisak. Često je gustoća obojenja uvjetovana izdašnosti i koncentraciji pigmenata i kvaliteti bojila.

Ovaj se diplomski rad bavi istraživanjem i proučavanjem kolika je zapravo tolerancija na gustoću obojenja u odabranoj tiskari. Pratit će se tisak jedne naklade od preuzimanja radnog naloga pa sve do zadnjeg otiska. Time će se dobiti uvid kakva je kontrola kvalitete u tisku danas i koliko zapravo varira gustoća obojenje tokom naklade.

Između ostaloga cilj je istražiti koliku provjeru imaju strojari i da li postoji osoba zadužena za odobrenje otisaka ili se to ostavlja na povjerenje strojaru da će obaviti dobar posao i otisnuti kvalitetnu nakladu.

Rad se sastoji od 2 dijela: teoretskog i eksperimentalnog:

U teoretskom dijelu govoriti će se općenito o ofsetnom tisku, dijelovima stroja i potrošnom materijalu koji se koristi kao što je bojilo, tekućina za vlaženje i puderu. Nakon toga će se

govoriti o kontroli kvalitete, parametrima i stripovima koji olakšavaju strojaru kontrolu araka tokom tiska naklade.

U eksperimentalnom dijelu nalaze se rezultati istraživanja, tablice i grafovi dobiveni mjerenjem kontrolnih stripova sa otisaka te zaključci i rasprava donešenja tokom cijelog istraživanja.

Mjerenja su obavljena na jednoj nakladi od 5000 otisaka. Radi se o letcima koji imaju otprilike jednako obojenje preko cijelog tiskovnog arka. Tijekom praćenja naklade uzimao se 1 arak nakon svakih 500 otisaka kako bih se provjerila varijacija gustoće obojenja i promjena  $L^*A^*B^*$  vrijednosti tijekom cijele naklade.

## **2. OFSETNI TISAK**

Ofsetni tisak svrstavamo u indirektnu tehniku tiska. S tiskovne forme (ploče) otisak se prvo prenosi na gumenu navlaku a zatim uz pomoć tiskovnog valjka na tiskovnu podlogu. Ova tehnika tiska koristi se za tisak gotovo svih grafičkih proizvoda. Tiska se uglavnom na tiskovnu podlogu papir, polukarton, karton i lim.

Strojevi za tisak podijeljeni su u dvije grupe:

1. Strojevi za tisak iz arka različitih standarda 0, 1, 2, 3, A i B formata, sa ili bez agregata za nanošenje laka. Agregat za nanošenje laka uglavnom imaju veći strojevi, što znači strojevi sa najmanje četiri tiskovna agregata većih standarda.

Strojevi za tisak iz arka građeni su iz tri osnovna dijela:

- ulagači aparat sa pomičnim ulagačim stolom
- tiskovni agregati, agregat za lakiranje, tunel za sušenje
- izlagači aparat

2. Strojevi za tisak iz role, umjesto ulagačkog stola imaju nosače rola sa tri ili dva kraka a služe za automatsku promjenu role papira (zvijezde). Zavisno o namjeni stroja, tisak novina ili revija, strojevi su različito konstruirani. Strojevi za tisak novina imaju tiskovne agregate obično postavljene jedan iznad drugog, a izlaz je savijači aparat primjeren tisku novina sa automatskim transporterima.



Prednosti ofsetnog tiska u odnosu na druge tehnike tiska:

- visoka kvaliteta slike
- brza i laka izrada tiskovne forme
- dug životni vijek tiskovne forme (kod višeslojnih metalnih ploča)
- troškovi tiska (jeftiniji način izrade visoko kvalitetnog tiska u velikim količinama).

Nedostaci ofsetnog tiska:

- oksidiranje tiskovne forme (u slučaju nepravilnog čuvanja)
- troškovi pripreme (zbog čega se manje količine tiskaju najčešće u tehnici digitalnog tiska i digitalnog ofseta).

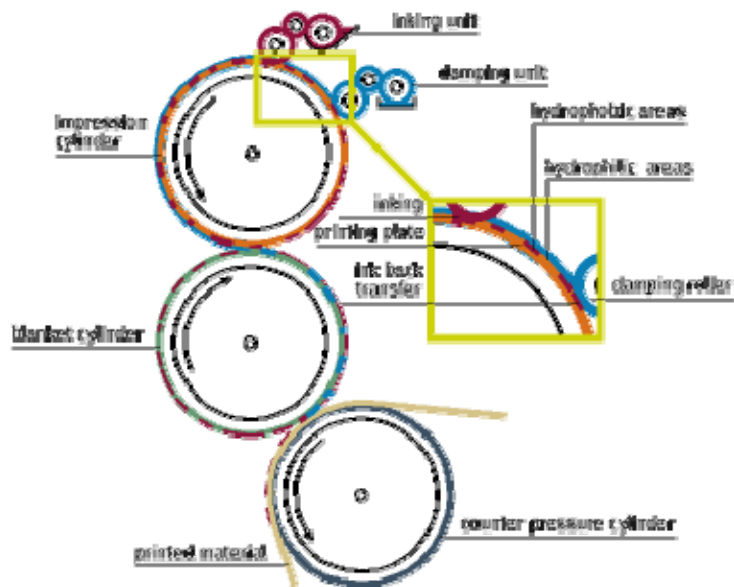
## **2.1. PRINCIP OFSETNOG TISKA**

Ofsetni tisak (Slika 1.) je danas u hrvatskoj grafičkoj industriji najzastupljenija tiskarska tehnika. Ofsetnom tiskarskom tehnikom tiskaju se različiti grafički proizvodi kao što su: monografije, višebojni časopisi, brošure, plakati do formata B0, letci, poštanske marke, diplome, sklopiva ambalaža, omoti...

Razlog takvoj zastupljenosti ofsetnog tiska je u činjenici da je danas jednostavan pripremni proces i visoko kvalitetna konstrukcija ofsetnih strojeva, kojima se postiže kvalitetan otisak relativno niske proizvodne cijene.

Tiskovna forma za plošni (ofsetni) tisak ima tiskovne elemente i slobodne površine gotovo u istoj ravnini (razlika je u nekoliko  $\mu\text{m}$ ), dok se boja s tiskovne forme prenosi na tiskovnu podlogu posredstvom ofsetnog cilindra.

Funkcioniranje tiskovnih formi u plošnom tisku temelji se na oleofilnosti odnosno hidrofobnosti tiskovnih elemenata (prihvataju boju, a odbijaju vodu), te hidrofilitnosti i oleofobnosti slobodnih površina (prihvataju vodu, a odbijaju boju). Danas je najčešće korištena tiskovna forma za ofsetni tisak monometalna aluminijska ploča oslojena tankim fotoosjetljivim diazo slojem.



Slika 1. Shema ofsetnog tiska

## 2.2. OFSETNI STROJ

Ofsetni stroj, kao i svi strojevi za tisak, je skup međusobno povezanih aparata i uređaja koji su podešeni za kvalitetno tiskanje na različite tiskovne podloge. Njima se tiskaju gotovo svi grafički proizvodi. Ofsetne strojeve možemo podijeliti na strojeve za tisak iz arka i tisak iz koluta, role.

Strojeve za tisak iz arka prema formatu dijelimo na:

- strojeve malog formata (max. arka 42x64 cm)
- strojeve srednjeg formata (max. arak 64x100 cm)
- strojevi velikog formata, veći strojevi od 64 x 100 cm.

Prema broju otisnutih boja u jednom prolazu strojeve dijelimo na:

- jednobojni strojevi
- dvobojni strojevi
- četverbojni strojevi
- peterbojni strojevi
- šesterojni strojevi
- osmerbojni strojevi
- deseterbojni strojevi

Svi višebojni strojevi mogu imati uređaj za lakiranje i tunel za sušenje. Svaki tiskarski stroj možemo podijeliti na njegove funkcionalne cjeline:

1. Aparat za ulaganje araka
2. Tiskovna jedinica - sustav cilindara
3. Uređaj za vlaženje tiskovne forme
4. Uređaj za obojenje tiskovne forme
5. Aparat za izlaganje
6. Komande i pogonski uređaj
7. Kontrolni sustavi

### **2.3. ULAGAČI APARAT**



**Slika 2. Uлагаči aparat**

Osnovni zadatak aparata za ulaganje je kontinuirano i precizno ulaganje tiskovne podloge (papir...) u tiskovnu jedinicu. Arci tiskovne podloge pomoću "non stop" aparata stepenasto ulažu arke u tiskovnu jedinicu (Slika 2.).

Najvažniji dijelovi ulagačkog aparata:

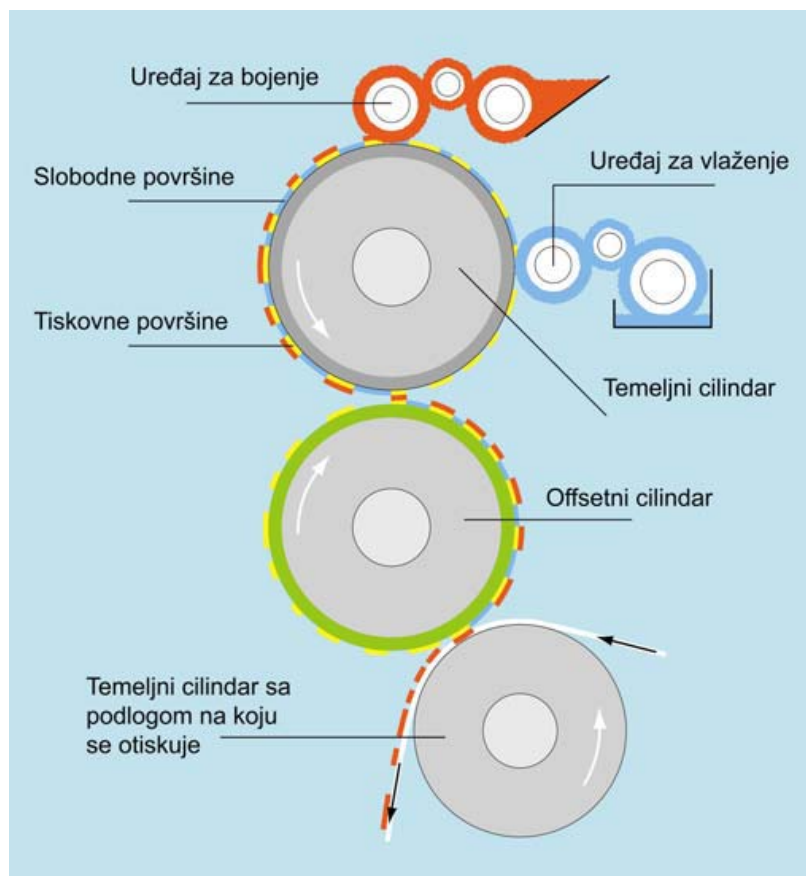
- a. Pomični stol za ulaganje
- b. Vakum glava ulagačkog aparata s pipcima
- c. Transportni stol
- d. Čeone marke
- e. Bočne marke

Pomični stol za ulaganje sastoji se od daske za postavljanje tiskovne podloge koja visi na lančanicima koji omogućavaju podizanje i spuštanje daske sa tiskovnom podlogom. Brzina dizanja daske sinkronizirana je s brzinom stroja odnosno spuštanjem izlagaćeg aparata.

Vakum glava ulagaćeg aparata ima zadatak da ulagačim vakum pipcima diže jedan po jedan arak i prenese ga na transportni stol.

Pri prolazu preko transportnog stola arak papira prolazi ispod uređaja za otklanjanje statičkog elektriciteta i uređaja za kontrolu debljine arka papira. Na transportnom stolu arak dolazi do čeonih marki i tu se kratko zaustavi. U istom momentu bočna marka prihvaća arak i pomiče ga na točno određeno mjesto s ciljem da se osigura točan i precizan registar (paser, pokrivanje boja). Bujanj za predulaganje sa hvataljkama (grajferi) preuzima poravnati arak, istovremeno ga ubrzava na obodnu brzinu tiskovnog cilindra, i predaje ga hvataljkama tiskovnog cilindra.

## 2.4. TISKOVA JEDINICA- SUSTAV CILINDARA



Slika 3. Sustav cilindara u ofsetnom tisku

Strojevi za tisak iz arka građeni su iz niza tiskovnih jedinica (Slika 3.) koje su po konstrukciji identične. Tiskovna jedinica sastoji se od:

- a. Temeljni cilindar
- b. Ofsetni cilindar
- c. Tiskovni cilindar

#### **2.4.1. TEMELJNI CILINDAR**

Ploča se za cilindar čvrsto prihvati pomoću uređaja za natezanje koji se nalazi u kanalu i koji osigurava paralelno dosjedanje ploče po cjeloj dužini. Na ovom cilindru postoji i sistem za točno podešavanje dužine otiska (obodni paser).

#### **2.4.2. OFSETNI ILI GUMENI CILINDAR**

Ofsetni cilindar je nositelj gumene navlake koja je nategnuta i fiksirana steznim škripom. Građa cilindra je slična građi temeljnog cilindra, samo što je pomoću ekscentara omogućeno podešavanje prema susjednim cilindrima.

Gumena navlaka je tvrdoće 75 - 80 Shora. Ispod gume obično se stavlja podloga. O vrsti materijala koji se upotrebljava za podlogu zavisi i tvrdoća cjele navlake.

Mekane navlake, filc + papir (tvrdoća 65-70 Shora) koriste se za hrapavije papire - slabija kvaliteta otiska.

Srednje tvrde navlake, gumirano platno + papir (tvrdoća 70 - 80 Shora) koriste se za tisak rasterskih reprodukcija i za tisak punih tonova.

Tvrde navlake, karton + papir koriste se za tisak reprodukcija sa većim linijaturama rastera na kvalitetnim premaznim papirima.

#### **2.4.3. TISKOVNI CILINDAR**

Tiskovni cilindar može biti istog radijusa i oplošja kao i ofsetni, ili dvostruko veći za tisak obično na kartonu. Sastavni dio cilindra su šipke s hvataljkama koje drže arak papira za vrijeme procesa tiska. Za vrijeme tiska ofsetni i tiskovni cilindar su u neposrednom kontaktu. Dodirna zona (linija tiska) je 1,1 mm, a potrebna sila za dobijanje korektnog otiska je oko 300 N/cm<sup>2</sup>.

## 2.5. UREĐAJ ZA VLAŽENJE



Slika 4. Shema uređaja za vlaženje (Alcolor)

Uređaj za vlaženje (Slika 4.) sastavni je dio tiskovnog agregata, a nalazi se neposredno uz temeljni cilindar i ima zadatak vlaženja tiskovne forme (slobodnih površina - hidrofilno) tekućinom za vlaženje. Tekućina za vlaženje može biti na bazi alkohola ili vode.

Uređaj za vlaženje na bazi alkohola sastoji se iz sljedećih dijelova:

- a) Potopni valjak - krom
- b) Valjak za doziranje - guma
- c) Razribači valjak - krom
- d) Valjak nanosač - guma
- e) Međualjak koji povezuje vlaženje i obojenje - guma

## 2.6. UREĐAJ ZA OBOJENJE

Uređaj za obojenje je ugrađen neposredno uz temeljni cilindar i sastavni je dio tiskovnog agregata; ima zadatak da oboji tiskovnu formu (tiskovne površine - oleofilno). Nanos boje na tiskovne površine mora biti tanak film (2-3 mikrona), što je uvjet kvalitetne reprodukcije i brzog sušenja boje na tiskovnoj podlozi.

Uređaj za obojenje sastavljen je od 21 valjka (zavisi o konstrukciji i proizvođaču strojeva).

Dijelovi uređaja jesu:

- a) Bojanik s duktorom
- b) Prijenosni valjak - heber
- c) Razribaći valjci
- d) Vezni valjci
- e) Valjci nanosači

*Duktor* je čelični valjak koji ima vlastiti pogon. Valjak rotira u bojaniku i iz njega izvlači boju. Debljina nanosa boje po dužini valjka ovisi o rasporedu tiskovnih elemenata na tiskovnoj formi, odnosno o njihovim zonama. Raspored debljine filma boje po zonama regulira se zonskim vijcima, ručno ili predpodešavanjem.

*Prijenosni valjak - heber* je gumeni valjak izrađen od mekše gume. Ovaj valjak, uz rotaciono gibanje, ima i translaciono gibanje a nalazi se između duktora i prvog valjka razribača. Dodirna površina između duktora i hebera može se fino regulirati od 0 do 9 čime se direktno određuje količina filma boje na tiskovnim površinama.

*Valjci razribaći* su napravljeni od čelične jezgre koja je presvučena gumom visoke tvrdoće (100 Shora). Ovi valjci osim rotacionog gibanja imaju i aksijalni pomak, čime se dobije jednoliki film boje po cijeloj dužini valjka.

*Valjci nanosači boje* građeni su od čelične jezgre koja je presvučena nešto mekšom gumom. Uređaj za nanošenje boje na tiskovne elemente sastoji se od četiri valjka nanosača. Prva dva valjka konstruirana su tako da svaki nanaša 44% boje, treći 9% i četvrti 3% boje. Cilj nanošenja boje je postići što jednolikiji film boje na cijeloj tiskovnoj formi.

## 2.7. IZLAGAČI UREĐAJ

Zadatak je izlagaćeg aparata da prihvati otisnuti arak sa tiskovnog cilindra i odloži ga na izlagači stol. Izlagači aparat nalazi se iza zadnjeg tiskovnog agregata, ili iza tunela za sušenje. Strojevi za tisak iz arka građeni su tako da imaju kratak ili dug put izlaganja otisnutih araka. Strojevi s kraćim putem izlaganja su manjih dimenzija. Brzotisni strojevi, odnosno strojevi sa većim brzinama tiska, imaju duži put izlaganja. Duži put izlaganja omogućava duže sušenje otiska do izlagaćeg stola (Slika 5).



Slika 5. Izlagači uređaj

## 2.8. OTOPINA ZA VLAŽENJE

Vrlo važan dio za definiranje kvalitete plošnog tiska je kemijska kvaliteta otopine za vlaženje koja se nanosi na tiskovnu formu neposredno prije nanošena bojila. Temeljna uloga otopine za vlaženje proizlazi iz same definicije plošnog tiska te karakteristike tiskovnih elemenata i slobodnih površina kao i njihovog međusobnog odnosa. Njihov međusobno suprotan kemijski afinitet dovest će do selektivne adsorpcije molekula različite građe suprotnih svojstava. Kod toga ne treba zanemariti niti strukturu anodizirane površine tiskovne forme niti njena površinska svojstva. Uloga vlaženja u ofsetnom tisku je brzo i cjelovito prekrivanje hidrofилnih slobodnih površina vodenom otopinom takvih karakteristika da mogu odgovarati velikom broju zahtjeva koje pred kemiju postavlja moderna koncepcija tiskarstva. Zapravo, jednostavna sredstva za vlaženje tiskovnih formi sadrže vodu, gumiarabiku, neki konzervansi te odgovarajuću smjesu kiselina i soli koje puferiraju otopinu.



Sredstvo za vlaženje ima zadatak:

1. Spriječavanje primanja boje na slobodne površine tiskovne forme;
2. Smanjenje ukupne količine otopine za vlaženje koja je potrebna da se dobije besprijeckorno kvalitetan otisak;
3. Uspostavljanje ravnoteže između boje i otopine za vlaženje.

### **2.8.1 KISELOST OTOPINE ZA VLAŽENJE**

Vrlo često je potrebno da se vodenim otopinama zna koncentracija vodikovih iona. Za otopinu kažemo da je neutralna kada je koncentracija vodikovih iona jednaka koncentraciji hidroksidnih iona. Kisele su one otopine u kojima je koncentracija iona  $H^+$  veća od koncentracije iona  $OH^-$ , a lužnate su one otopine u kojima je koncentracija iona  $H^+$  manja od koncentracije  $OH^-$ .

U procesu ofsetnog tiska nužno je što prije uspostaviti ravnotežu boja - otopina za vlaženje i kod toga treba paziti da otopina za vlaženje nije prekisela jer se boja neće sušiti, tiskovna forma se može oštetiti, prekinuti će se hidrofilnost tiskovne forme, predugo će se otopina miješati s bojom i ostalo. S premalom koncentracijom kiseline mogu nastati problemi druge naravi. Zbog toga je parametar kiselosti otopine za vlaženje jedan od najvažnijih parametara ostvarenja kvalitetne grafičke reprodukcije.

### **2.8.2. TVRDOĆA OTOPINE ZA VLAŽENJE**

Tvrda voda u područjima koja su bogata kredom i vapnencem sadrži ione kalcija i magnezija. Problem je s tvrdom vodom u tome što kalcij tvori netopljive soli koje se talože na valjcima. Talog može blokirati cijevi pa i reagirati s masnim kiselinama koje su sadržane u bojilu i tako stvoriti netopljiv talog.

Da bi se riješio problem s tvrdom vodom neke tiskare instaliraju omekšivače vode koji uklanjaju kalcijeve i magnezijeve ione. Otopina za vlaženje sadrži u sebi sredstva koja spriječavaju taloženje i ta sredstva djeluju kao omekšivač vode. Ona djeluju ukruživanjem kalcijevih iona tvoreći tako kompleksnu sol koja je topljiva u vodi. Moderna otopina za vlaženje sadrži sredstvo za podmazivanje, sredstvo za spriječavanje korozije i sredstvo koje suzbija stvaranje pjene.

### **2.8.3. VODLJIVOST OTOPINE ZA VLAŽENJE**

Vodljivost je bitna isto kao i kiselost i tvrdoća otopine za vlaženje. Važno je znati da jake kiseline razrijeđenjem malo mijenjaju vodljivost dok slabe to čine jako. Da bi se dobila upotrebljiva otopina za vlaženje, upotrebljavaju se ionskim izmjenjivačima pri čemu se uklanjaju kalcijevi i magnezijevi ioni, a zamjenjuju ih topljivi natrijevi ioni. Povećavanjem koncentracije iona veća je i koncentracija puferskih supstanci pa je samim time i veća vodljivost.

### **2.8.4. POVRŠINSKI AKTIVNE TVARI**

Granica između dvije faze uvjetovana je različitim sadržajem energije unutar faza i na njihovoj graničnoj površini radi razlike fizikalno-kemijskih svojstava od svojstava u unutrašnjosti faza. Sila koja djeluje na jedinici dužine u površinskom sloju naziva se napetost površine.

Neke tvari imaju sposobnost da smanjuju napetost površine tako da se koncentriraju na površini kako bi energija površine bila što manja. Najčešće su to alkoholi, detergentski i masne kiseline. Nekim otopinama za vlaženje dodaje se II- propanol jer se na taj način smanjuje površinska napetost, ubrzava sušenje otisnute boje i smanjuje tendencija emulgiranja otopine za vlaženje s bojom.

### **2.8.5. KONZERVANSI**

Još jedna vrsta problema koja se nalazi u otopini za vlaženje dolazi u obliku bakterija, gljivica i algi koje ulaze u otopinu za vlaženje putem gumiarabike, papirne prašine ili drugih prisutnih tvari. Zbog toga otopina za vlaženje mora sadržavati biocid kako bi se suzbila prisutnost navedenih mikroorganizama. Najbolji način zaštite od mikroorganizama je da se biocid dodaje u većoj koncentraciji kraće vrijeme svakih 6 mjeseci ili da se upotrebljavaju 2 biocida koja se koriste naizmjenično i mijenjaju par puta godišnje.

## 2.9. OFSETNE BOJE

Boja je subjektivan psihofizički doživljaj ili subjektivan osjet. Taj osjet u oku nastaje kao posljedica djelovanja elektromagnetskog zračenja koje izaziva fizikalni podražaj ili stimulus. Isti fizikalni podražaji (stimulusi) mogu izazvati različite osjete boja kod različitih ljudi odnosno isti spektralni sastav svjetla kod različitih uvjeta promatranja izazvat će različite osjete kod istog promatrača.



Slika 6. Ofsetne boje (CMYK)

Grafičke boje (Slika 6.), za razliku od svih ostalih boja, prenose se na tiskovne podloge isključivo pomoću tiskarskih strojeva.

Glavna funkcija tiskarske boje je da odrazi kontrast što bolje uočljiv od podloge, a primjetljiv u svim svojim detaljima (raster točkica) koji zajedno daju cjelinu reprodukcije.

Grafičke, odnosno tiskarske boje su složeni koloidni ili molekularni disperzni sustavi, koji se sastoje od:

- pigmenata ili bojila
- punila (pomoćnog pigmenta)
- veziva (izradjena na bazi umjetnih smola i mineralnih i vegetativnih ulja)
- smola
- otapala (hlapive organske tekućine) ili vode
- voskova
- sušila (sikativa)
- različitih dodataka (aditiva...)

Optimalnom kombinacijom, formuliranjem, navedenih komponenata dobivaju se boje koje su svojim sastavom te fizikalnim i kemijskim osobinama prikladne za tisak određenom tiskarskom tehnikom na odabranu tiskovnu podlogu uz poznatu brzinu tiska. Pogodnost boje za tisak s obzirom na tehniku tiska, konstrukciju i brzinu tiskarskog stroja, vrstu tiskovne forme, kvalitetu tiskovne podloge te ostalih faktora u procesu tiska, uvjetovana je svojstvima boje. Neka od važnijih svojstava su: konzistencija, viskoznost, ljepljivost, tečljivost, hlapljivost, sušivost, sposobnost močenja, pokritnost i izdašnost.

Mekoća, mirnoća i ujednačenost tonova i mogućnost reprodukcije detalja i na hrapavim i jeftinim tiskovnim podlogama je karakteristika kvalitetne boje za ofsetni tisak.

Sastav ovisi o:

1. O procesu sušenja koji može biti oksipolimerizacijom, oksipolimerizacijom i hlapljenje (kod brzосуšećih ofsetnih boja sušenje se ubrzava dodatkom smola otopljenih u lakohlapivom otapalu), isparavanje (kod heat-set boja) ili penetracija u podlogu (kod web-ofset boja) i fotopolimerizacijom (kod UV boja).
2. O vrsti i svojstvima tiskovne podloge – indirektan tisak, boja se prenosi sa elastične ofsetne gume pa se kvalitetno može tiskati na razmjerno hrapavim tiskovnim podlogama. Također utječu na sastav boje upojnost podloge, otpornost prema čupanju, vlaga, pH površine. pH podloge utječe na boju na dva načina. Prilikom tiska dolazi do promjene pH otopine za vlaženje – toniranje, te neadekvatan pH može dovesti do usporenog sušenja boje na otisku.
3. O konstrukciji tiskarskog stroja i naročito o njegovoj brzini – brzina tiska utječe na viskoznost i ljepljivost. Velike brzine postavljaju velike zahtjeve na brzinu sušenja koja mora biti takva da ne dođe do oštećenja ili sljepljivanja filma boje prilikom izlaganja.
4. O materijalu tiskovne forme – s različitim materijalima prenose se na ofsetnu gumu i boje u različitom postotku ovisno o sastavu same boje. Na prijenos boje jako utječe otopina za vlaženje (njen pH i njen sastav, i njena količina u kojoj se nanosi na tiskovnu formu).
5. O otopini za vlaženje – u toku tiska dolazi u direktan dodir s vodom, pojedine komponente boje ne smiju biti topive u vodi i ne smiju kemijski reagirati sa dodacima koji čine pufer u otopini, vezivo boje mora emulgirati određenu količinu vode (30-35 %), ako emulgira prevelike količine vode dobivamo otisak bez sjaja, a vrijeme sušenja se produžuje.

6. Na sastav boje u plošnom tisku utječe i izrazito tanak sloj boje na otisku (2 mikrometra). Da bi se postigla zadovoljavajuća gustoća obojenja potrebno je izraditi boje iz izdašnih pigmentata i da su boje visokopigmentirane (preko 20 %).

### **3. KONTROLA KVALITETE U OFSETNOM TISKU**

Jedan od najbitnijih čimbenika koje u današnje vrijeme vodi do kvalitetnog otiska su konstantna kontrola i upravljanje kvalitetom u ofsetnom tisku. Kako je tržište u današnje vrijeme nemilosrdno i zahtjevi za kvalitetom su iz dana u dan sve veći potrebno je proporcionalno sa time i razvijati tehnologiju koja može pratiti trendove. Iz tog razloga postoje različiti parametri koji se tokom tiskanja moraju pratiti i držati ih unutar određenih granica, odnosno tolerancija.

Uređaji koji se danas koriste za praćenje kvalitete su denzitometar i spektrofotometar, ali još uvijek određen broj tiskara današnjice se pouzda u vizualnu kontrolu tiskara te ne koristi navedene uređaje. Takav način kontrole bi trebalo izbjegavati jer nisu objektivni za razliku od uređaja. Da bi se smanjile varijacije u tisku i kvaliteta držala konstantno potrebna je stalna kontrola.

U nastavku rada će se pričati o načinu dobivanja višetonskog otiska i načinima vizualnog i strojnog kontroliranja kvalitete tih otisaka, koji se usavršavaju iz dana u dan.

#### **3.1. RASTERI I RASTRIRANJE**

U počecima tiskarstva bilo je moguće otisnuti samo jednu tonsku vrijednost, što nije čudno s obzirom na tehnološku razvijenost koja je postojala u tom vijeku. Naime kako je rasla želja za reproduciranjem kvalitetnijih proizvoda, tako je i rasla potreba za boljim tiskarskim rješenjima i izumima. Do 1881. nije postojao način za reprodukciju različitih tonova, tada je njemac Georg Meisenbach izumio način za izradu višetonske reprodukcije, čiji se princip koristi i danas.

U današnje vrijeme stvaranje rastera i rastriranih polja u potpunosti je digitalizirano. U principu je rastriranje isto kao u početku samo što se danas osim promjene veličine rasterskog elementa mjenja i njihov položaj odnosno razmak između njih, a također je i moguće promijeniti oblik rasterskog elementa.

Uspjeh rastera, odnosno sredstva s kojim se danas obavlja rastriranje, leži u tromosti oka na raspoznavanje pojedinačnih malih elemenata. Težina uočavanja rasterskog elementa povećava se sa smanjivanjem istog.

Parametri koji definiraju rasterski element su finoća i linijatura rastera.

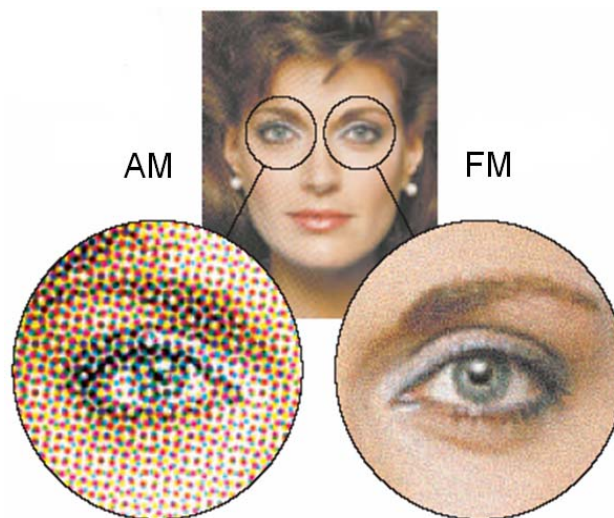
**Finoća rastera (linijatura)** – je definirana brojem linija po centimetru. Što je broj linija veći to raster finiji i reprodukcija je bolja. Može se podijeliti na grubi raster (do 30 lin/cm), srednje fini raster (30-60 lin/cm) i fini raster (iznad 60 lin/cm).

Potrebna linijatura rastera ovisi o karakteru originala, namjeni reprodukcije, tehnici tiska u kojoj će se tiskati, te o papiru i boji koja će se koristiti. (npr. za reprodukciju originala sa puno detalja koristiti će se finiji raster, novinski papir podnosi samo manje linijature, itd...)

**Oblik rasterskog elementa** – najčešći oblik rasterskog elementa je točka, ali rasterski element može imati i oblik elipse, kockice, linije, romba, ili neki drugi posebni oblik.

Rastere dijelimo na 2 vrste (Slika 7.):

1. Amplitudno modulirani rasteri ili klasični raster (AM)
2. Frekventno modulirani rasteri ili stohastički raster (FM)



Slika 7. Razlika između AM i FM rastera

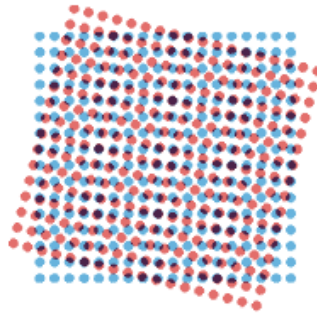
### 3.1.1. AMPLITUDNO MODULIRANI RASTER (AM)

Amplitudno modulirani raster (Slika 8.) je vrlo rasprostranjen u grafičkoj proizvodnji. Razlog tome je vrlo kvalitetna reprodukcija skoro cijelog raspona rasterskih vrijednosti, jedini način upotrebe za koji nije preporučeno koristiti AM raster je za reproduciranje sitnih detalja.



Slika 8. AM raster

Važna stavka prilikom definiranja AM rastera su kutevi rastera između različitih boja sa kojima se tiska (Slika 9.) . Ukoliko se ne koriste preporučeni kutevi za pojedine boje može doći do pojave moarea.



Slika 9. Kutevi rastriranja

Pravilni kutevi rastriranja su:

CYAN- 15°

MAGENTA- 75°

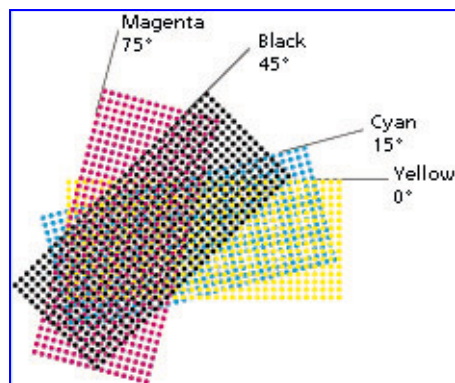
YELLOW- 0°

CRNA- 45°

Crna boja je najkontrasnija te se stavlja pod navedeni kut iz razloga jer oko upravo pod tim kutom naslabije razaznaje detalje. Ostale kontrasne boje se 30° u odnosu na crnu, što znači da je cyan pod kutem od 15°, a magenta 75°. Žuta je najmanje kontrasna te se ona stavlja pod kut od 0°.



Kada boje stavimo pod navedene kuteve dobije se pojava rozete (Slika 10.).



Slika 10. Pojava rozete

Kako bi dobili najkvalitetniju moguću reprodukciju AM rastera potrebno je točno pozicioniranje rasterskih elemenata i osim toga kvaliteta reprodukcije leži u transparentnosti bojila kojima se obavlja tisak.

Ukoliko se dogodi da u tisku dođe do pomaka jedne od boja, dolazi do pada kvalitete te različitog doživljaja reprodukcije, odnosno tonovi mogu postati tamniji ili svjetliji ili mogu imati drugačije boje.

Glavni uzročnik pomaka pasera je dimenzionalna nestabilnost podloge na koju se tiska. Prilikom prolaska papira kroz stroj dolazi do sile pritiska valjaka što rezultira nepoželjnim rastezanjem papira i zbog toga boja ne sjeda na definirano mjesto. Ta pojava se uglavnom dešava na stražnjem djelu arka.

### 3.1.2. FREKVENTNO MODULIRANI RASTER (FM)

Za razliku od AM rastera gdje se osjećaj tonaliteta dobiva promjenom veličine rastera, kod FM rastera osjećaj tonaliteta se dobiva promjenom udaljenosti među rasterskim elementima dok je veličina rastera konstantna.

U ovom slučaju finoća rastera je definirana veličinom rasterskom elementa. Pozitivna karakteristika FM rastera je vrlo kvalitetna reprodukcija sitnih detalja, dok se treba izbjegavati za reprodukcije jednoličnih površina gdje se javljaju „brazde“ koje se dešavaju kao optička varka uslijed tromosti oka. Također problem kod FM rastera predstavlja pojava prirasta rastertonske vrijednosti koja je veća kod rastera s manjim rasterskim elementom.

FM raster (Slika 11.) je veliku primjenu našao kod tiska zaštićenih vrijednosnica gdje je pozicija rastera strogo definirana i koristi se kao jedno od sredstva za zaštitu od krivotvorenja.

Iako je veličina rastera definirana, oblik rastera mogu biti različiti kao što su elipsa, trokuti, romb i sl.



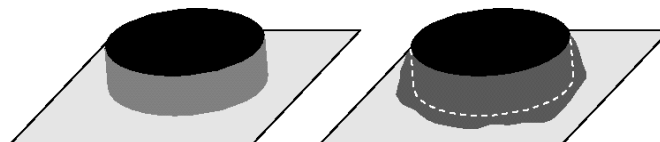
Slika 11. FM raster

### 3.1.3. HIBRIDNI RASTER

Raster koji je sastavljen od elemenata AM i FM rastera. Korištenjem ovakvih rastera povećavamo kvalitetu završnog proizvoda jer u zadnje vrijeme proizvođači uređaja za rastriranje su stvorili nove algoritme koji za reprodukciju malih i velikih RTV koriste FM rastere dok za reprodukciju srednjih tonova koriste AM rastere.

## 3.2. DEFORMACIJA RASTERSKIH ELEMENATA

Jedan od najvažnijih parametara u smanjenju kvalitete tiska je deformacija rasterskih elemenata.



Slika 12. Razlika između teorije i prakse

Osnovni i najvažniji uvjet dobivanja kvalitetnog tiska je ustanovljavanje problema deformacije rasterskih elemenata i kvalitetno postavljen sustav koji tu deformaciju minimalizira. Rasterski element je teoretski definiran da pokriva određeno polje na papiru ali dobiti u praksi tu istu pokrivenost je skoro pa nemoguće (Slika 12.).

Postoje faktori koji utječu na deformaciju rasterskog elementa tijekom proizvodnog procesa. Utjecanja mogu biti pozitivna (povećanje rasterskog elementa) ili negativna (smanjenje rasterskog elementa). Deformacije koje se dešavaju su uglavnom pozitivne, odnosno dolazi do povećanja rasterskog elementa u odnosu na teorijsku površinu (Slika 13.).



Slika 13. Pozitivna i negativna deformacija

Deformacije rasterskih elemenata se dijele na 2 vrste:

1. Geometrijska deformacija
2. Optička deformacija

### 3.2.1. GEOMETRIJSKA DEFORMACIJA

Javlja se usred djelovanja mehaničkih sila uslijed tiska na rasterske elemente. Prilikom tiska svi tehnički parametri moraju biti zadovoljeni. Tu se misli na obodne brzine između cilindra, debljina gumene navlake, pritisak između cilindara i slični parametri. Ukoliko je jedan od parametara nepravilno postavljen dolazi do deformacije rasterskog elementa. Definirane su 3 vrste deformacije: smicanje, dubliranje i razmazivanje.

Smicanje je deformacije u kojoj dolazi do izduženja rasterskog elementa u jednom od smjerova. Ovu deformaciju prepoznamo po tome što je po cijelom izduženju rasterski element slične gustoće obojenja. Uzrok nastajanja ove deformacije je najčešće različita obodna brzina temeljnog, ofsetnog i tiskovnog cilindra.

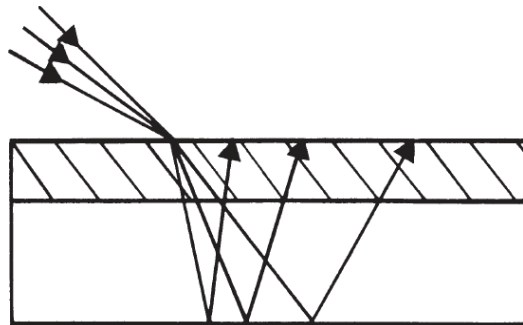
Dubliranje je deformacija gdje dolazi zbog dodira cilindra kada je gumena navlaka nedovoljno nategnuta ili kada su nepravilne vrijednosti debljine podloge ispod gumene navlake. Karakteristično kod ove deformacije je trag rasterskog elementa koji nije iste gustoće kao i sam rasterski element. Također iako je gustoća obojenja manja od prave ona je konstantna kroz cijeli trag deformacije.

Razmazivanje je deformacija do koje ne dolazi tijekom tiska već nakon tiska ukoliko dođe do struganja otisnutih araka. Ova deformacija dolazi na onim djelovima gdje se nalazi veća količina boje koja se nije dovoljno posušila i moguće je razmazivanje. Isto tako do te pojave

dolazi i na neupojnim podlogama. Karakteristično kod razmazivanja je trag kojemu se gustoća obojenja smanjuje u suprotnom smjeru od tiskanja.

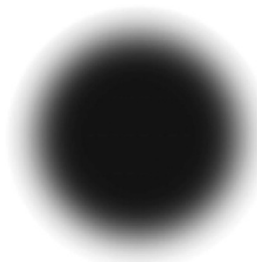
### 3.2.2. OPTIČKA DEFORMACIJA

Osim geometrijske deformacije koje se dešavaju usljed mehaničkog djelovanja postoje i optičke deformacije koje se dešavaju usljed prolaska svjetlosti kroz tiskovnu podlogu. Takva pojava poznatija je pod nazivom „halo efekt“ (Slika 15.).



Slika 14. Lom svjetla unutar papira

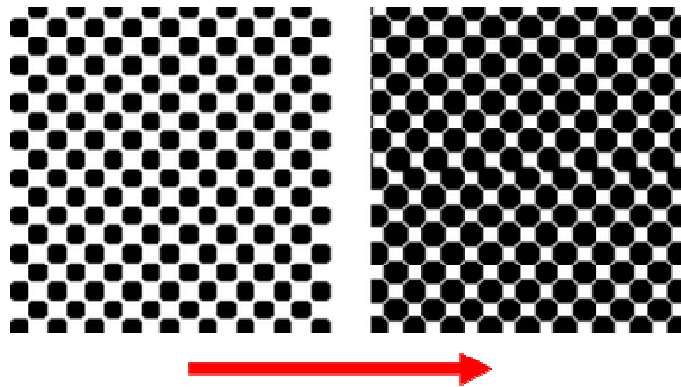
U idealnoj refleksiji reflektirana svjetlost bi se trebala odbiti 100% od podloge i 100% od otisnutog dijela,(Slika 14.) kako je to nemoguće ostvariti i svjetlost prolazi u podlogu i odbija se u različitim smjerovima unutar nje rezultat je vidljiv na sljedećoj slici:



Slika 15. Halo efekt

Navedene deformacije smanjuju kvalitetu tiska na različite načine te je zbog toga potrebno predvidjeti ih prilikom izrade proizvoda. Takvim predviđanjima je moguće smanjiti deformacije pravilnim kalibriranjem i karakteriziranjem proizvodnog sistema posebno definiranim ICC profilima.

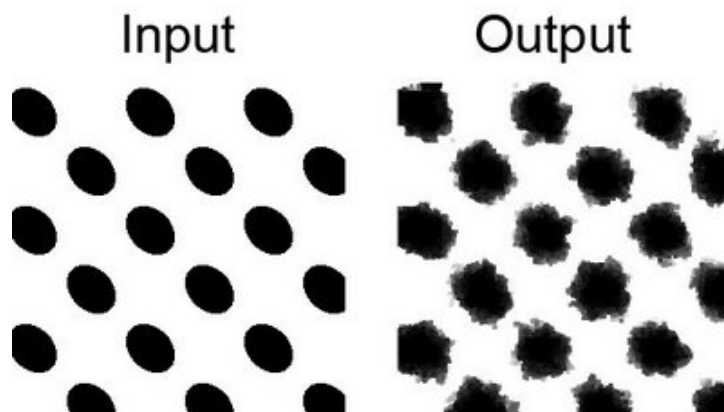
### 3.3. PRIRAST RASTERTONSKE VRIJEDNOSTI



Slika 16. Prirast rastertonske vrijednosti

Zbog pojave različitih deformacija rastertonskih vrijednosti, te je stvarna veličina rasterskog elementa zapravo veća od teorijske (Slika 16.). Takvo povećanje rasterskog elementa naziva se prirast rastertonskih vrijednosti (RTV).

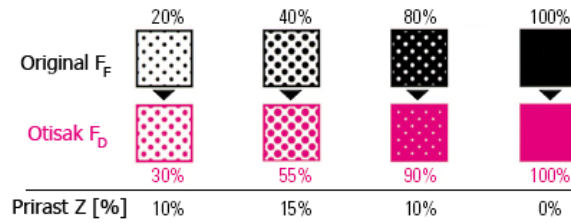
Taj se problem gotovo pa uvijek javlja u procesu tiska i može se riješiti jedino na način da se predvidi i ustanovi koliki će prirast biti te određenim mjerama smanji prije i tokom tiska (Slika 17.).



Slika 17. Teorijski i stvarni oblik rasterskog elementa

Prirast se može objasniti na taj način da je stvarni otisak tamniji nego što je trebao biti i mijenja konačni izgled proizvoda.

Strip za mjerenje RTV vrijednosti sastoji se od niza polja, kojima se povećava pokirvenost rastertonskih vrijednosti za 10 % (Slika 18.).



Slika 18. Strip za mjerenje RTV

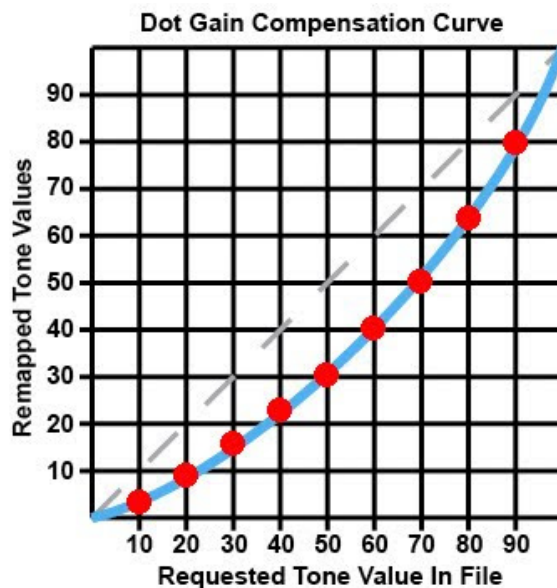
Formula za stvarnu RTV vrijednost glasi:

$$F_D = \frac{1 - 10^{-D_R}}{1 - 10^{-D_{PP}}} \times 100\%$$

gdje je  $-D_R$  gustoća obojenja polja koje se mjeri, a  $D_{PP}$  gustoća obojenja punog polja.

Jedan od glavnih ciljeva grafičke tehnologije je reprodukcija koja što više sliči originalu, jedan od glavnih preduvjeta za to postizanje je smanjenje prirasta RTV-a. Prirast je pojava koju je nemoguće izbjegnuti, ali zato postoje drugi načini rješavanja tog problema gdje se prirast standardizira na određene uvijete i računa se na njega pri svakoj izradi ploče, naravno to sve uz što manje tolerancije kako bi konačni proizvod izgledao što kvalitetnije.

Iz tog razloga se razvila krivulja koja otprilike izgleda kao na slici. Putem nje je moguće odrediti koliki će prirast biti na otisku te tako ga kontrolirati što je kvalitetnije moguće (Slika 19.).



Slika 19. Graf prirasta RTV-a

### 3.4. KONTROLA I VOĐENJE TISKA



Slika 20. Stripovi za kontrolu tiska

U današnje vrijeme razvijeni su mnogi sustavi koji služe kao pomagala tiskaru za vođenje naklade i provjeru kvalitete. To su polja koja su postavljena na arku papira koji se obrezuje i neće biti vidljiva na konačnom proizvodu (Slika 20.).

Alati koji služe za kontrolu i vođenje naklade nazivaju se kontrolni stripovi. Oni su prosječne veličine 5 x 6 mm i nalaze se na slobodnom djelu arka koji se reže nakon tiska. Postoje kontrolni stripovi koji vizualno signaliziraju strojaru da nešto nije u redu sa nakladom i postoje stripovi koji služe za aparativno mjerenje poput spektrofotometra ili denzitometra kako bi se odredila gustoća obojenja ili slični parametri.

Zbog toga se kontrolni stripovi dijele na:

1. Signalne stripove
2. Kontrolne stripove

#### 3.4.1. SIGNALNI STRIPOVI

Signalni stripovi su kao što ime kaže stripovi koji signaliziraju tiskaru vizualnim putem da nešto nije u redu sa nakladom. Znanje tiskara je tu potrebno da tu grešku vidi i ispravi.

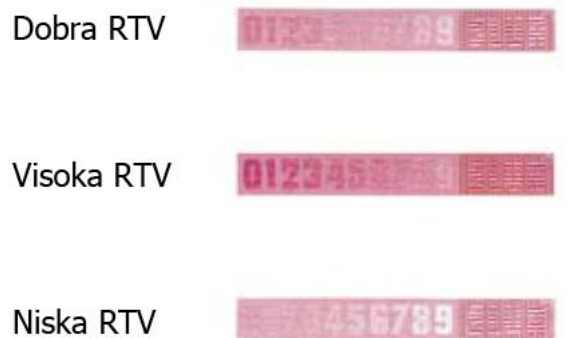
Jedan od prvih stripova pomoću kojih su se mogle ustanoviti deformacije u tisku je bio sastavljen od tankih vodoravnih, okomitih i kosih linija. Ukoliko je došlo do deformacije u bilo kojem smjeru određene linije bi se podebljale te bi to bilo vidljivo strojaru, također putem ovog stripa moguće je odrediti u kojem smjeru je nastala deformacija.

Postoje stripovi koji umjesto tankih linija sadrže deblje linije koje su postavljene u lepezast kružni oblik i u sredini su linije uže nego na rubovima. Linije će dati latentni osjećaj kružnice u sredini kada je otisak kvalitetan, ali i pri manjoj deformaciji umjesto te kružnice nastat će elipsast oblik.

Postoje i stripovi koji umjesto linija sadrže elemente preko kojih se može odrediti i vrijednost ukupne deformacije. Jedan od takvih stripova je nazvan „SLUR“. Strip je jednim dijelom sastavljen od brojeva 0 do 9 dok je na drugom dijelu ispisana riječ SLUR (Slika 21.).

Prvi dio stripa koji je sastavljen od brojki koje se sastoje od rasterskih elemenata veće fineće nego njihova okolina. RTV vrijednost pada što je broj veći, a napravljene su na taj način kad se broj 3 ne vidi da je otisak najkvalitetniji.

Drugi dio stripa se sastoji od riječi SLUR koja je sastavljena od vodoravnih linija za razliku od njezine okoline koja ima okomite linije. Pomoću tih linija moguće je ustanoviti da li je deformacija u smjeru tiska ili okomito na smjer tiska.

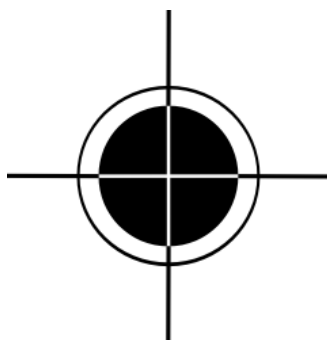


Slika 21. SLUR strip

Osim stripova koji služe za ustanovljavanje geometrijskih deformacija postoje i drugi vrste stripova koji mogu značajno utjecati na kvalitetu grafičkog proizvoda.

Jedan od takvih stripova koji se najčešće koristi i bez kojega je 100% pogoditi sjedanje boje na boju je paser (Slika 22.). Jednostavan element koji se sastoji od dvije okomite linije jedna na drugu.

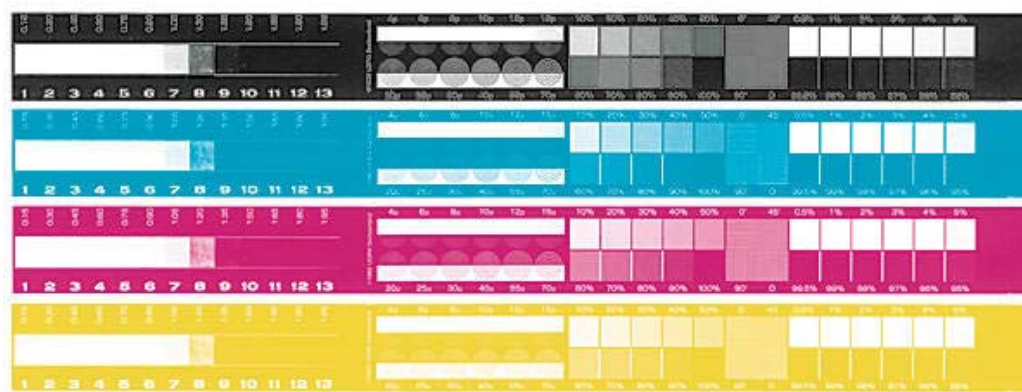




Slika 22. Paser

Postoje i stripovi za ustanovljavanje optimalnog prijenosa rasterskih elemenata na tiskovnu podlogu (Slika 23.). Oni se sastoje od polja malih i velikih rastertonskih vrijednosti te mikrolinija kojima se kontrolira razlučivost tiskovnih formi.

Kako bi ofsetni tisak bio što kvalitetniji polja od 97% RTV nebi smjela biti zapunjena, a polje od 3% bi trebalo biti vidljivo. Isto tako za kvalitetan otisak je potrebno da linije od 10  $\mu\text{m}$  budu vidljive.



Slika 23. Strip za provjeru optimalnog prijenosa rasterskih elemenata

### 3.4.2. MJERNI STRIPOVI

Iz razloga jer svaki promatrač drugačije doživljava otisak potrebna je kontrola tiska i upravljanje putem mjernih stripova. Kako bi zadali svakom polju određene parametre koji su mjerljivi instrumentima, a ne samo promatrani golim okom potrebno je smjestiti standardizirane stripove koji bi se mjerili određenim instrumentima.

Mjerni stripovi su slična polja kao i signalni stripovi, slične veličine te su na dijelu arka koji se obrezuje. Oni služe za mjerenje otisaka tako da se cijela naklada vodi pod optimalnim

uvijetima. U današnje vrijeme je kvalitetan grafički proizvod bez mjernih stripova gotovo pa nemoguće napraviti.

Kako je cilj tiskanja da se boja što bolje prenese sa original, mjerni stripovi nam služe za provjeru koliko je taj proces zapravo uspio.

Polja koja se najčešće nalaze na tiskovnom arku su prekrivena 100%-nim RTV, ali mogu se nalaziti i polja sa točno određenim RTV-om. Pomoću njih je moguće ustanoviti:

1. Prirast RTV-a
2. Relativni tiskovni kontrast
3. Prihvatanje boje
4. Sivoća boje
5. Efikasnost boje
6. Pogrešku tona
7. Sivi balans.

Mjerni uređaji pomoću kojih obavljamo mjerenja kontrole kvalitete reprodukcije su denzitometar i spektrofotometar.

### 3.5. DENZITOMETAR



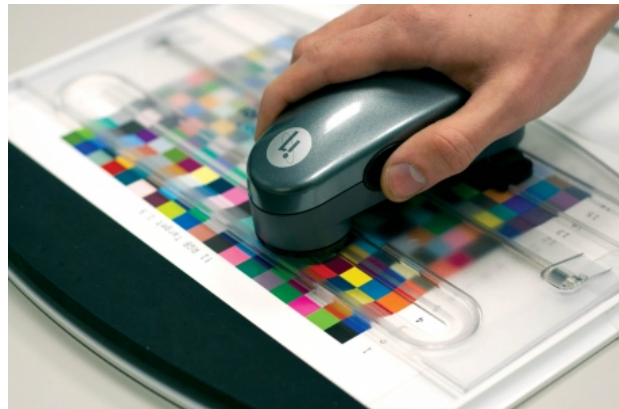
Slika 24. Denzitometar

Denzitometar (Slika 24.) je uređaj za mjerenje faktora refleksije ili transmisije, tj. omjera između upadnog svjetla koji je usmjeren na uzorak i reflektiranog ili propuštenog svjetla koji

dođe do fotoćelije u uređaju. Pomoću dobivenih informacija denzitometar izračunava optičku gustoću ( $D$ ), izražena u obliku logaritamskih vrijednosti. Matematički gledano optička gustoća bi se mogla definirati kao logaritamska vrijednost opaciteta (neprozirnost). Odnosno stupanj do kojeg materijali apsorbiraju svjetlost je optička gustoća. Gustoća je veća što je više svjetla apsorbirano. Denzitometri nemaju definirani izvor svjetla. Koriste se filteri boja aditivne sinteze.

### 3.6. SPEKTROFOTOMETAR

Spektrofotometar je uređaj koji mjeri promjene u refleksiji, transmisiji ili zračenju, u određenim intervalima, uzduž valnih duljina vidljivog dijela spektra (Slika 25.).



Slika 25. Spektrofotometar

Spektrofotometrijska krivulja je rezultat mjerenja faktora refleksije ili transmisije u pojedinim valnim područjima. U grafičkoj industriji najčešće se koriste krivulje u valnom području od 350 do 750 nm. Uređaj pomoću monokromata rastavlja bijelo svjetlo na pojedinačne valne duljine, a kao monokromat se koristi prizma ili optička rešetka. Nakon puštanja svjetla ono se reflektira i dolazi do fotoćelije koja ih pretvara u električne impulse. Dobiveni impulsi se dalje preračunavaju kako bi se na skali mogu očitati faktor refleksije ili transmisije pri određenoj valnoj duljini.

### 3.7. RELATIVNI TISKOVNI KONTRAST

Kako bi postigli što kvalitetniju reprodukciju postizanje što većeg raspona gustoće je jedan od uvjeta koje treba ispuniti. Najmanji raspon gustoće obojenja u ofsetnom tisku iz arka bi trebala biti od 3% pa do 97%.

Relativni tiskovni kontrast dobiva se pomoću formule:

$$K_{rel} = \frac{D_{PP} - D_R}{D_{PP}} \times 100\%$$

Gdje je  $D_{pp}$  gustoća obojenja punog polja,  $D_r$  gustoća obojenja tričetvrtinskog polja (70%-80% RTV)

Izračunavanje  $K_{rel}$  obavlja se na način da se naprave otisci s obojenjem većim od preporučenih vrijednosti te se daljnje otiskivanje obavlja bez dotoka bojila u sistemu za obojenje. Na otiscima koji su različiti po gustoći obojenja izmjere se po formuli navedena polja. Otisci na kojima je  $K_{rel}$  najveća smatra se optimalnim obojenjem.

### 3.8. PRIHVAĆANJE TONA



Slika 26. Polja za mjerenje prihvaćane tona

Otiskivanje kolornih otisaka nastaje reprodukcijom osnovnih boja supraktivne sinteze tako da se one tiskaju jedna preko druge pomoću rasterskih elemenata. Kod tiskanja u ofsetnom tisku može se govoriti o tisku jedne boje preko druge na dva načina (Slika 26.).

Kada se radi o načinu da boju tiskamo na bojilo koje se prethodno osušilo onda govorimo o tisku mokro na suho, dok je kod višebojnih tiskarskih strojeva kada boja nema vremena između tiskovnih jedinica da se posuši, tiskanje mokro na mokro.

Usljed nabrojenih načina otiskivanja moguće je odrediti kvalitetu prihvaćanja bojila jednostavnom formulom:

$$f = \frac{D_{1+2} - D_1}{D_2} \times 100\%$$

$D_{1+2}$  je gustoća obojenja dvije boje na istoj površini punog polja,  $D_1$  gustoća obojenja prvog bojila na površini punog polja i  $D_2$  gustoća obojenja drugog bojila također na površini punog polja.

### 3.9. SIVOĆA BOJE (GREYNESS)



Slika 27. Polja za mjerenje sivoće

Formulom za sivoću boje dobivamo informaciju koliko se otisnuta boja razlikuje od svoje željene po sivoći. Kromatičnost raste što je sivoća manja (Slika 27.). Mjerenje se obavlja na punim tonovima cyana, magente i žute, a mjeri se najveća i najmanja gustoća obojenja te se uvrštava u formulu:

$$Sb = \frac{D_L}{D_H} \times 100\%$$

### 3.10. EFIKASNOST BOJE

Tijekom tiska boju mogu onečistiti i reflektirane izmjene kolorimetrijske vrijednosti. Do takvih promjena dolazi zbog poznate interakcije bojila s tiskovnom podlogom ili mješanja sa drugim bojilom. Zbog tih razloga za dobivanje kvalitetne grafičke reprodukcije potrebno izračunati efikasnost boje  $E_f$ .

$$E_f = \frac{1 - (L + M)}{2H} \times 100\%$$

L- najniža gustoća obojenja,

M- srednja gustoća obojenja,

H- naviša gustoća obojenja.

### 3.11. POGREŠKA TONA



Slika 28. Polja za mjerenje pogreške tona

Mjerenjima je utvrđeno da niti jedna procesnih boja nije idealno reflektirana, odnosno da jedna procesna boja reflektira i dio ostalih dvije što naravno nije poželjno i utječe na kvalitetu reprodukcije boja.

Zbog navedene realne refleksije uvjetuje tisak crne boje koja djelomično kompenzira greške realne refleksije. Kako bi se tisak odvijao što kvalitetnije ponekad je potrebno odrediti pogrešku tona kojom bi se ustanovilo koliki je udio refleksije ostalih boja.

Pogreška tona mjeri se na punim tonovima osnovnih boja (Slika 28.), a određuje se mjerenjem refleksije svjetlosti kroz crveni, zeleni i ljubičasto plavi filter te uvrštavanjem u sljedeću formulu:

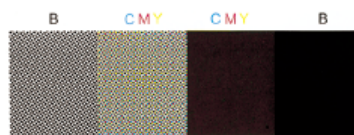
$$T_{pogr} = \frac{M - L}{H - L} \times 100\%$$

L- najniža gustoća obojenja

M- srednja gustoća obojenja

H- najviša gustoća obojenja.

### 3.12. SIVI BALANS



Slika 29. Polje za mjerenje sivog balansa

Sivo polje sastavljeno od cijana, magente i žute pored koje se nalazi polje crne boje sa točno određenim RTV vrijednostima koje daju dojam sive boje (Slika 29.).

Pošto je ljudsko oko najosjetljivije na sivi ton, najlakše će primjetiti promjenu između ta 2 polja, ukoliko polja sa osnovnim procesnim bojama ne daje istu sivu kao i čista crna boja onda znamo da su uvjeti i parametri u tisku poremećeni.

Navedena polja mogu se kontrolirati vizualno i spektrofotometrom. Ukoliko se kontrolira vizualno trebala bi se primjetiti razlika između 2 polja gdje polje sa procesnim bojama „vuče“

više na jednu od procesnih boja, a ne na sivu. Kada se kontrolira spektrofotometrom dobiju se CIE L\*a\*b\* vrijednosti pomoću kojih se izračunava  $\Delta E$  i uspoređuje sa RTV-om crne boje.

Formula preko koje se dobiva  $\Delta E$ :

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2 + (\Delta L^*)^2}$$

Nakon obavljenih mjerenja i uspoređivanjem sa RTV-om crne boje, gleda se jesu li vrijednosti unutar tolerancije, te ukoliko nisu onda se obavljaju korekcije vrijednosti obojenja u tisku. Kriteriji prema kojima se gleda jesu li vrijednosti unutar tolerancije:

$\Delta E < 1$  razlika boja se ne vidi

$\Delta E = (1 - 2)$  vrlo mala razlika, razlika optimalna

$\Delta E = (2 - 3,5)$  umjerena razlika

$\Delta E = (3,5 - 5)$  razlika

$\Delta E > 5$  velika razlika

## 4. EKSPERIMENTALNI DIO

### 4.1. CILJ I PLAN ISTRAŽIVANJA

U ovom radu se pokušalo utvrditi kolika je zapravo tolerancija gustoće obojenja u tisku, odnosno koliko varira gustoća obojenja od početka tiska pa sve do zadnjeg otiska. Tokom godina razvili su se standardi i dopuštene tolerancije kojih se možemo držati, a da kvaliteta konačnog proizvoda ne bude manja nego što je zadana.

Kako bi se utvrdilo koliko gustoća obojenja varira tokom naklade i da li je unutar tolerancije uzeli smo jednu nakladu i pratili je od zaprimanja radnog naloga pa sve do kraja tiska. Naklada je bila 5000 kom, a uzimao se svaki 500-ti otisak kako bi se obavila mjerenja.

Cilj istraživanja je utvrditi kolika je varijacija gustoće obojenja od početka do kraja naklade, tko određuje da li otisak zadovoljava kvalitetom, načini kojima se provjeravala i vodila naklada te kojim postupcima ih je tiskar tokom naklade regulirao.

Papir koji se koristi za nakladu je Magno Satin, premazani papir, 200 g/m<sup>2</sup>. Mjerena su obavljena od prvog arka koji je otisnut pa svakih sljedećih 500. Na svakom od tih araka mjerila se gustoća obojenja na lijevo strani, na sredini i na desnoj strani gdje je procjenjeno da se tiska najviše boje. Mjerenjem smo dobili gustoću obojenja i CIE L\*a\*b\* vrijednosti.

Sva mjerenja su obavljana istim spektrofotometrom X-rite Spectroeye. Spectroeye je ručni spektrofotometar koji osim standardnih denzitometrijskih funkcija sadrži i kolorimetrijske funkcije.

Za tiskanje naklade korišten je četverbojni stroj KBA Rapida 105 (Slika 30.), a format koji se koristio je klasični B1 (1000x720 mm) dok je maksimalni format koji ulazi u stroj 1020x720 mm, ali zbog grajfera maksimalni otisak je 1020x700 mm.



Slika 30. KBA Rapida 105

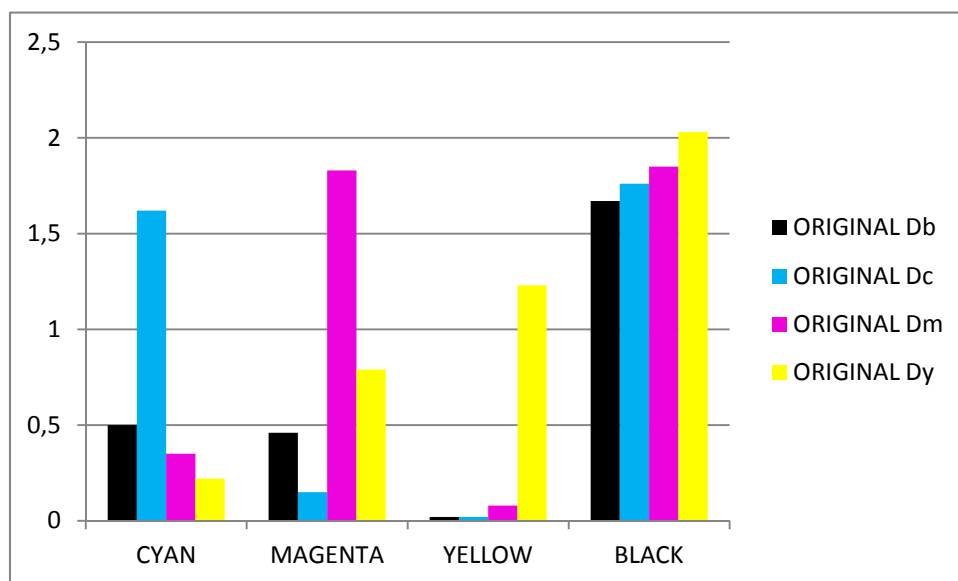


## 4.2. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Gustoća obojenja mjerena je na punim poljima cyana, magente, žute i crne boje. Upravo je ovaj parametar jedan od najbitnijih prema kojemu strojar određuje gdje i koliko će povećati ili smanjiti obojenje i taj parametar bi se trebao pratiti kroz cijelu nakladu.

Tablica 1. Rezultati mjerenja na prvom otisku koji je izašao nakon podešavanja

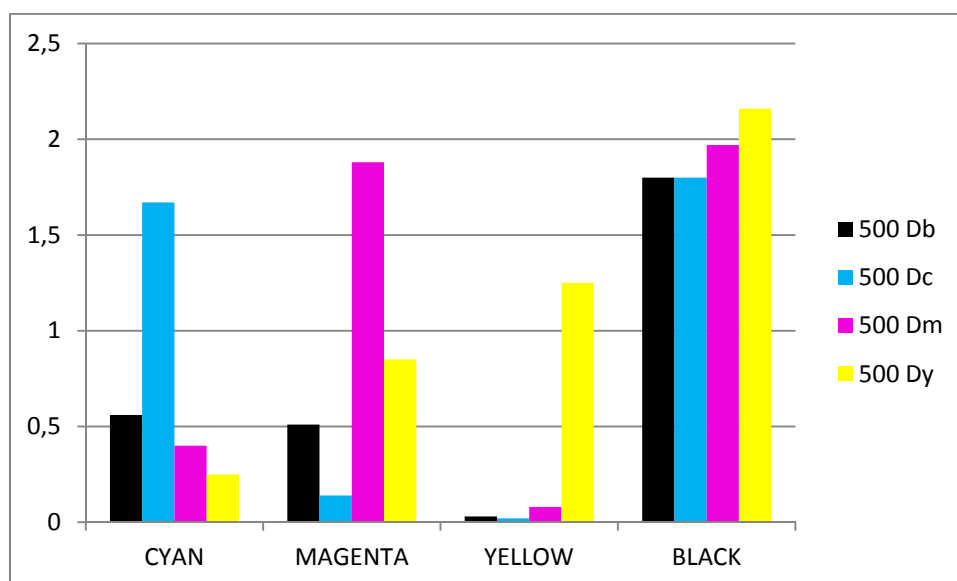
	ORIGINAL			
	D <sub>b</sub>	D <sub>c</sub>	D <sub>m</sub>	D <sub>y</sub>
<b>CYAN</b>	0,5	1,62	0,35	0,22
<b>MAGENTA</b>	0,46	0,15	1,83	0,79
<b>YELLOW</b>	0,02	0,02	0,08	1,23
<b>BLACK</b>	1,67	1,76	1,85	2,03
<b>SR. VR.</b>	0,6625	0,8875	1,028	1,068



Graf 1. Grafički prikaz gustoće obojenja za prvi otisak

Tablica 2. Rezultati mjerenja poslije 500 otisaka

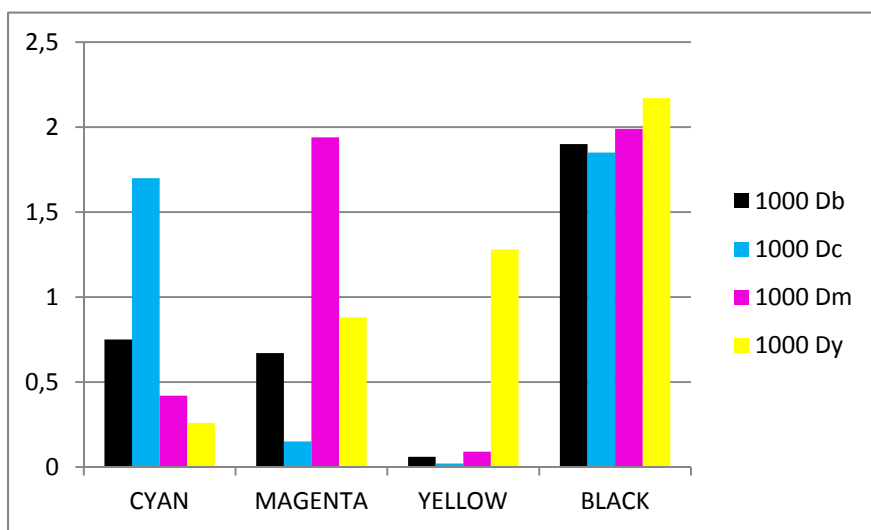
	500			
	D <sub>b</sub>	D <sub>c</sub>	D <sub>m</sub>	D <sub>y</sub>
<b>CYAN</b>	0,56	1,67	0,4	0,25
<b>MAGENTA</b>	0,51	0,14	1,88	0,85
<b>YELLOW</b>	0,03	0,02	0,08	1,25
<b>BLACK</b>	1,8	1,8	1,97	2,16
<b>SR.VR.</b>	0,725	0,9075	1,0825	1,1275



Graf 2. Grafički prikaz gustoće obojenja poslije 500 otisaka

Tablica 3. Rezultati mjerenja poslije 1000 otisaka

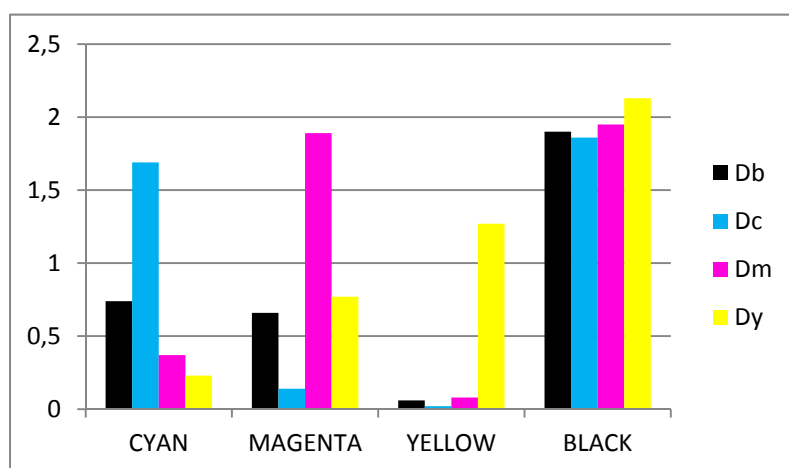
	1000			
	D <sub>b</sub>	D <sub>c</sub>	D <sub>m</sub>	D <sub>y</sub>
<b>CYAN</b>	0,75	1,7	0,42	0,26
<b>MAGENTA</b>	0,67	0,15	1,94	0,88
<b>YELLOW</b>	0,06	0,02	0,09	1,28
<b>BLACK</b>	1,9	1,85	1,99	2,17
<b>SR.VR.</b>	0,845	0,93	1,11	1,1475



Graf 3. Grafički prikaz gustoće obojenja poslije 1000 otisaka

Tablica 4. Rezultati mjerenja poslije 1500 otisaka

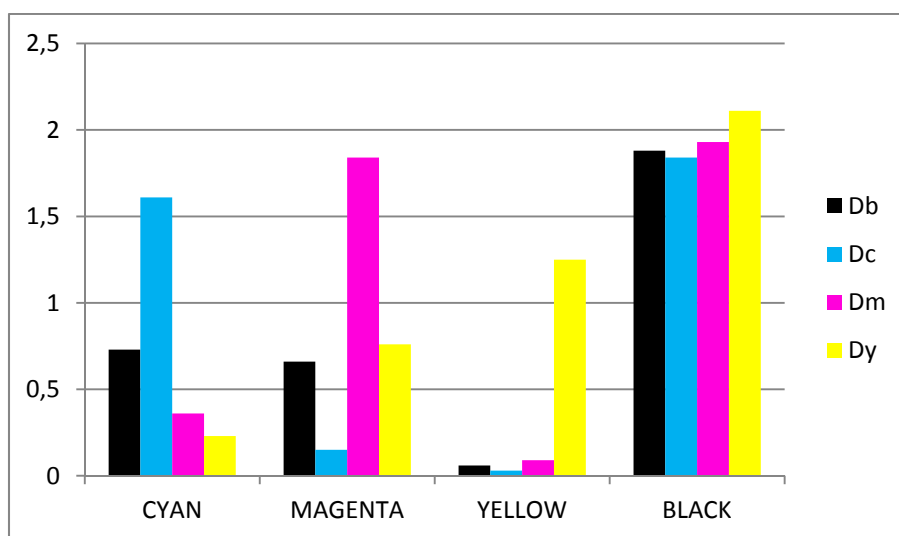
	1500			
	D <sub>b</sub>	D <sub>c</sub>	D <sub>m</sub>	D <sub>y</sub>
<b>CYAN</b>	0,74	1,69	0,37	0,23
<b>MAGENTA</b>	0,66	0,14	1,89	0,77
<b>YELLOW</b>	0,06	0,02	0,08	1,27
<b>BLACK</b>	1,9	1,86	1,95	2,13
<b>SR.VR.</b>	0,84	0,9275	1,0725	1,1



Graf 4. Grafički prikaz gustoće obojenja poslije 1500 otisaka

Tablica 5. Rezultati mjerenja poslije 2000 otisaka

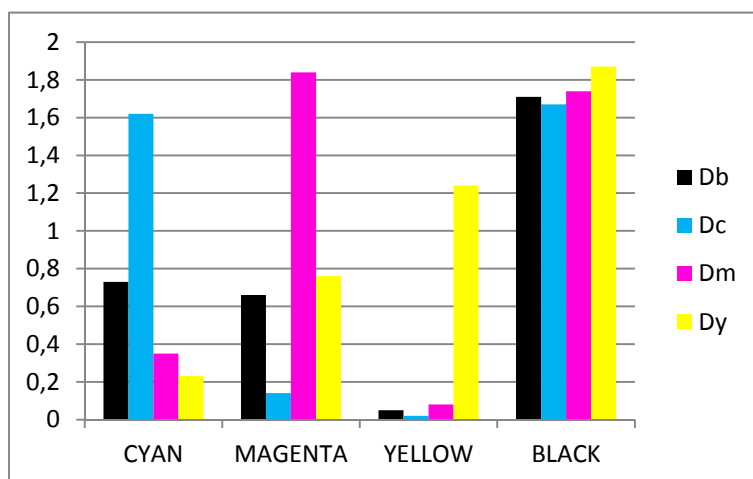
	2000			
	D <sub>b</sub>	D <sub>c</sub>	D <sub>m</sub>	D <sub>y</sub>
<b>CYAN</b>	0,73	1,61	0,36	0,23
<b>MAGENTA</b>	0,66	0,15	1,84	0,76
<b>YELLOW</b>	0,06	0,03	0,09	1,25
<b>BLACK</b>	1,88	1,84	1,93	2,11
<b>SR.VR.</b>	0,833	0,908	1,055	1,088



Graf 5. Grafički prikaz gustoće obojenja poslije 2000 otisaka

Tablica 6. Rezultati mjerenja poslije 2500 otisaka

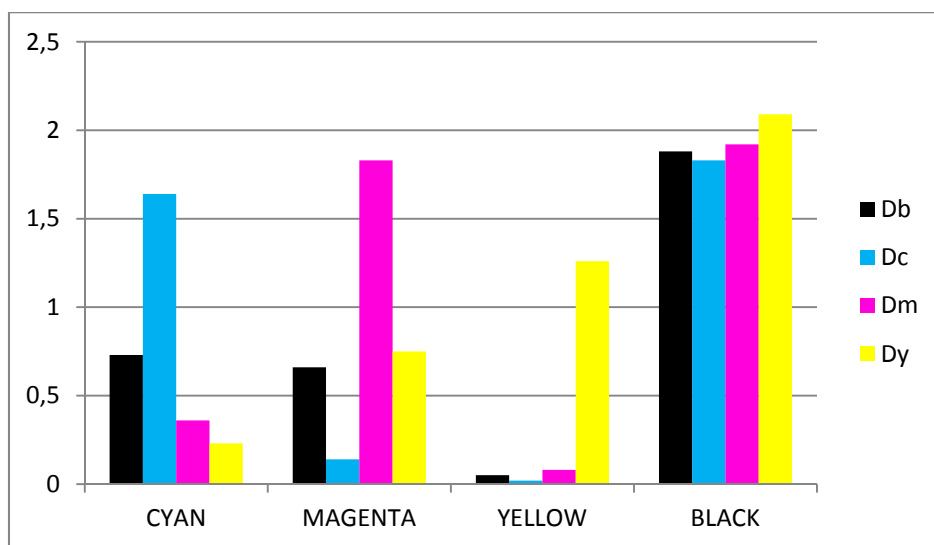
	2500			
	D <sub>b</sub>	D <sub>c</sub>	D <sub>m</sub>	D <sub>y</sub>
<b>CYAN</b>	0,73	1,62	0,35	0,23
<b>MAGENTA</b>	0,66	0,14	1,84	0,76
<b>YELLOW</b>	0,05	0,02	0,08	1,24
<b>BLACK</b>	1,71	1,67	1,74	1,87
<b>SR.VR.</b>	0,7875	0,8625	1,003	1,025



Graf 6. Grafički prikaz gustoće obojenja poslije 2500 otisaka

Tablica 7. Rezultati mjerenja poslije 3000 otisaka

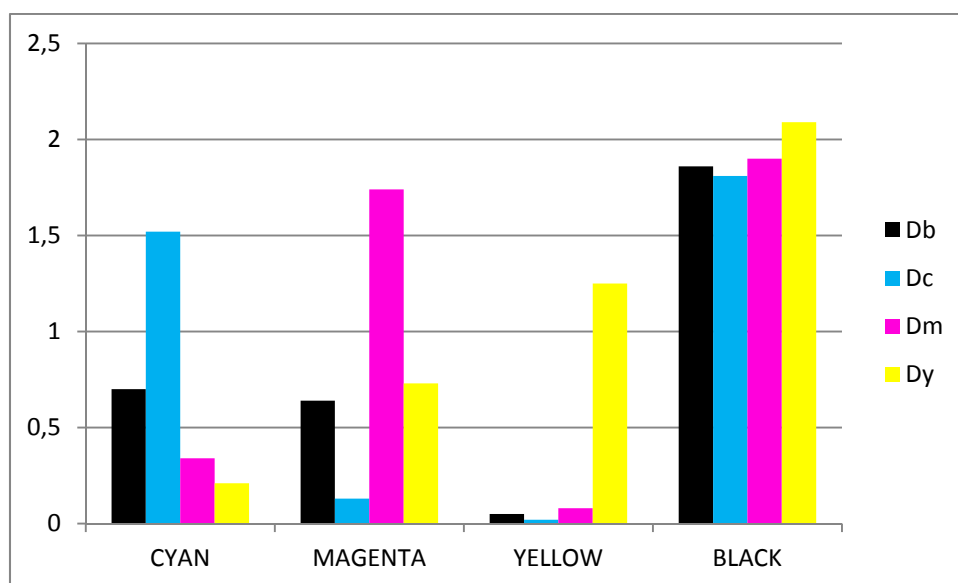
	3000			
	D <sub>b</sub>	D <sub>c</sub>	D <sub>m</sub>	D <sub>y</sub>
<b>CYAN</b>	0,73	1,64	0,36	0,23
<b>MAGENTA</b>	0,66	0,14	1,83	0,75
<b>YELLOW</b>	0,05	0,02	0,08	1,26
<b>BLACK</b>	1,88	1,83	1,92	2,09
<b>SR.VR.</b>	0,83	0,9075	1,0475	1,0825



Graf 7. Grafički prikaz gustoće obojenja poslije 3000 otisaka

Tablica 8. Rezultati mjerenja poslije 3500 otisaka

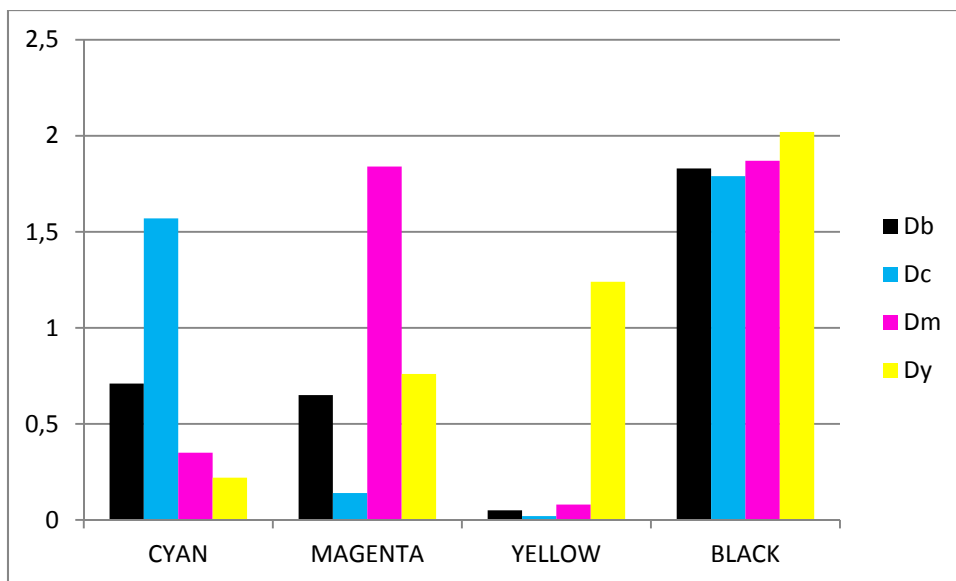
	3500			
	D <sub>b</sub>	D <sub>c</sub>	D <sub>m</sub>	D <sub>y</sub>
<b>CYAN</b>	0,7	1,52	0,34	0,21
<b>MAGENTA</b>	0,64	0,13	1,74	0,73
<b>YELLOW</b>	0,05	0,02	0,08	1,25
<b>BLACK</b>	1,86	1,81	1,9	2,09
<b>SR.VR.</b>	0,8125	0,87	1,015	1,07



Graf 8. Grafički prikaz gustoće obojenja poslije 3500 otisaka

Tablica 9. Rezultati mjerenja poslije 4000 otisaka

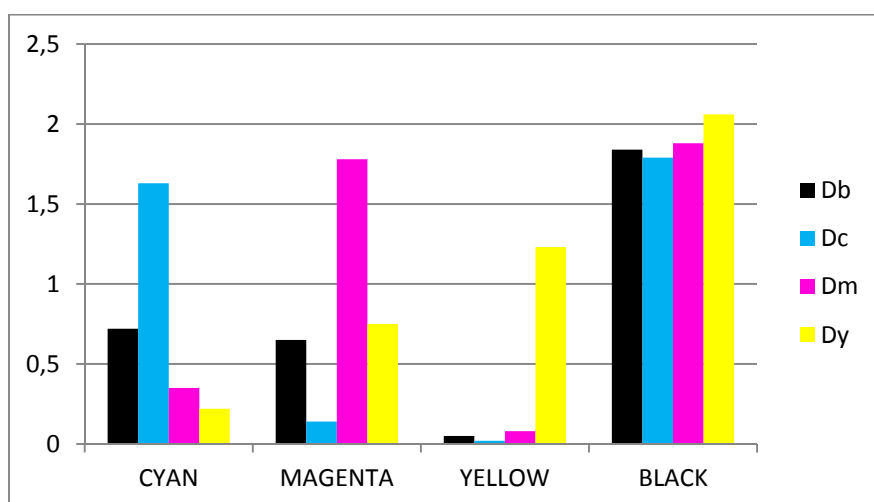
	4000			
	D <sub>b</sub>	D <sub>c</sub>	D <sub>m</sub>	D <sub>y</sub>
<b>CYAN</b>	0,71	1,57	0,35	0,22
<b>MAGENTA</b>	0,65	0,14	1,84	0,76
<b>YELLOW</b>	0,05	0,02	0,08	1,24
<b>BLACK</b>	1,83	1,79	1,87	2,02
<b>SR.VR.</b>	0,81	0,88	1,035	1,06



Graf 9. Grafički prikaz gustoće obojenja poslije 4000 otisaka

Tablica 10. Rezultati mjerenja poslije 4500 otisaka

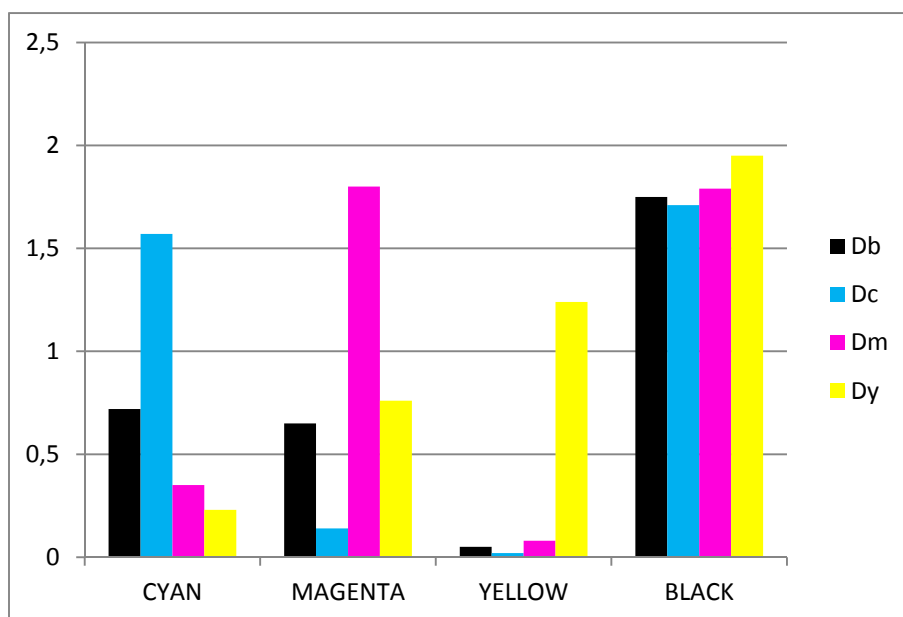
	4500			
	D <sub>b</sub>	D <sub>c</sub>	D <sub>m</sub>	D <sub>y</sub>
<b>CYAN</b>	0,72	1,63	0,35	0,22
<b>MAGENTA</b>	0,65	0,14	1,78	0,75
<b>YELLOW</b>	0,05	0,02	0,08	1,23
<b>BLACK</b>	1,84	1,79	1,88	2,06
<b>SR.VR.</b>	0,815	0,895	1,0225	1,065



Graf 10. Grafički prikaz gustoće obojenja poslije 4500 otisaka

Tablica 11. Rezultati mjerenja poslije 5000 otisaka

	5000			
	D <sub>b</sub>	D <sub>c</sub>	D <sub>m</sub>	D <sub>y</sub>
<b>CYAN</b>	0,6	1,57	0,35	0,23
<b>MAGENTA</b>	0,51	0,14	1,8	0,76
<b>YELLOW</b>	0,02	0,02	0,08	1,24
<b>BLACK</b>	1,5	1,71	1,79	1,95
<b>SR.VR.</b>	0,658	0,86	1,005	1,045



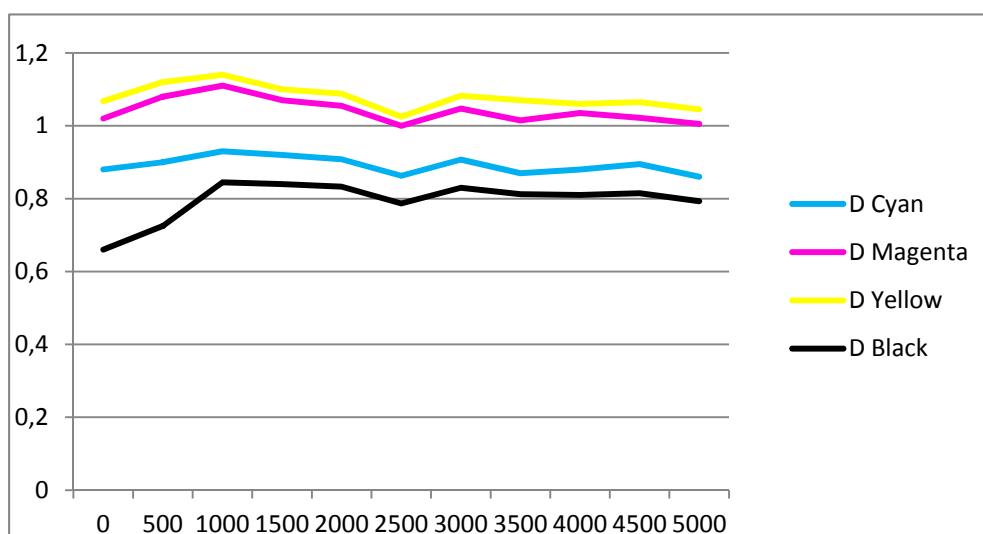
Graf 11. Grafički prikaz gustoće obojenja poslije 5000 otisaka



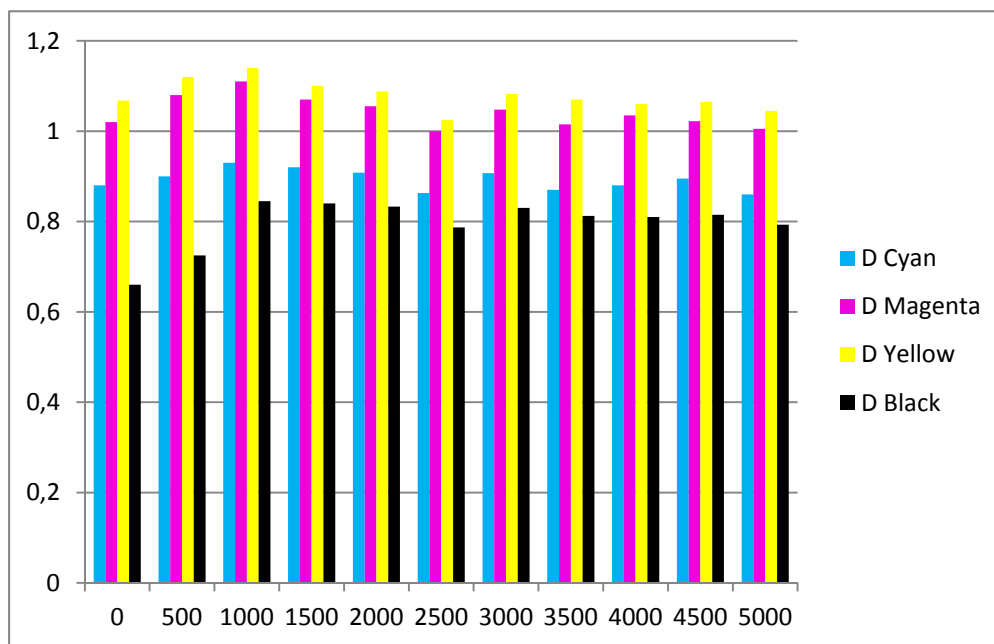
### 4.3. GUSTOĆA OBOJENJA TIJEKOM NAKLADE

Tablica 12. Rezultati mjerenja gustoće obojenja tokom cijele naklade

	0	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000
D Cyan	0,88	0,9	0,93	0,92	0,908	0,863	0,907	0,87	0,88	0,895	0,86
D Magenta	1,02	1,08	1,11	1,07	1,055	1	1,0475	1,015	1,035	1,022	1,005
D Yellow	1,068	1,12	1,14	1,1	1,088	1,025	1,0825	1,07	1,06	1,065	1,045
D Black	0,66	0,725	0,845	0,84	0,833	0,787	0,83	0,8125	0,81	0,815	0,793



Graf 12. Gustoća obojenja tijekom cijele naklade



Graf 13. Gustoća obojenja tijekom cijele naklade

### **4.3. DISKUSIJA REZULTATA I PROCESI RADA TIJEKOM TISKANJA**

U sljedećim rečenicama ćemo pričati koje zapravo procese tiskar obavlja kako bi kontrolirao kvalitetu i tehnički vodio tisak od prvog do zadnjeg otiska.

Proces sam promatrao u tiskari Printera Grupa na tiskarskom stroju KBA 105 sa 4 tiskovne jedinice, što znači da može otisnuti 4 boje u jednom prolazu papira. Naklada koju sam promatrao je bio tisak letaka u 4/0 obojenja što znači 4 (CMYK) boje na A stranu arka i 0 boja na B stranu arka, a tiskalo se na 200g/m<sup>2</sup> premazani papira Magno Satin.

Proces podešavanja stroja počinje od učitavanja parametara preko upravljački pult tiskarskog stroja. Preko CIP file-a se učitava format papira, količina obojenja, pozicioniranje zonskih vijaka, pritisak cilindara i slično. Nakon što se stroj podesi po učitanim parametrima pomoćni radnik stavlja paletu papira na odgovarajuće mjestu na ulagačem stroju, a prilikom toga na vrh kupa stavlja stotinjak makulatura kako bi se odnos boje i tekućine za vlaženje ujednačio prije dolaska pravog papira za tisak. Ovim procesom se štedi na papiru, a posebno se prakticira kada se tiska na visokokvalitetan papir sa visokom cijenom. Prije otiskivanja je potrebno promijeniti iskorištene tiskarske ploče sa novima koje odgovaraju nalogu koji se otvorio.

Kada su te operacije obavljene tiskar pušta stroj u tisak i nakon otisnutih 100 makulatura otiskuje još 10 čistih araka kako bi mogao podesiti gustoću obojenja i pasere, te vidio jesu li ploče pravilno razvijene.

Paser se provjerava kroz lupu i tiskar već prema iskustvu može procijeniti koliko treba određene boje pomaknuti u kojem smjeru, cilj je poklopiti sve 4 boje da padaju na isto mjesto na srednu arka. Gustoća obojenja se provjerava pomoću denzitometra i pokušavaju se dobiti optimalne vrijednosti propisane od proizvođača stroja, a to su: K- 1.60, C- 1.50, M- 1.50, Y- 1.40. Također sa svakim nalogom tiskar dobije montažni ispis i match print. Pomoću montažnog ispisa kontrolira raspored stranica i sadržaja na otisnutom arku, dok pomoću match printa kontrolira kvalitetu te se bojom pokušava maksimalno približiti dobivenom match printu.

U ovom slučaju na prvom otisku je obojenje bilo slabije nego zadano te je strojar otvorio zonske vijke na mjestima gdje je to bilo potrebno i sveukupno povećao nanos bojila. Nakon obavljenih podešavanja pomoćni strojar stavlja opet makulature na vrh kupa i tiskar pušta

stroj u tisak, te kao prvi put pusti sve makulature i desetak čistih araka kako bi imao za mjerenja.

Nakon 2. probnog prolaza uzima se arak i obavljaju mjerenja te se dolazi do zaključka da je potrebno još malo podešavanja i da je stroj spreman otiskivati prema dobivenom match printu. Za svaki slučaj se stavlja još desetak makulatura, provjerava se količina bojila u bojaniku i kreće se sa nakladom. Kada su prošle makulature i par čistih, tiskar označava komadom papira nakladu kako bi dorada znala koji arci su makulatura i od kuda kreće kvalitetna naklada. Nakon označavanja naklade uzima se još jedan otisak i rade minimalne provjere tokom tiska. Tiskar je procjenio da je optimalna brzina otiskivanja sa obzirom na količinu boje 8400 otisaka/satu.

Kada su svi parametri podešeni i tisak je počeo počinje kontrola kvalitete tiska svakih 500 araka i vođenje naklade kako bi prvi i zadnji otisak imali što sličnije kolorimetrijske vrijednosti. Vođenje naklade je potrebno jer tokom tiska dolazi do promjena na koje ne možemo utjecati drugačije nego podešavanjem nanosa bojila i tekućine obojenja, također je potrebno svako malo provjeravati paser zbog rastezanja papira koji može raditi probleme ukoliko je lošije kvalitete. U ovom dijelu tiska pomoćni strojar je zadužen da provjerava stanje boje u bojanicama.

Nakon 2600 otisaka tiskar zaustavlja stroj kako bi podjelio nakladu na 2 palete. Taj postupak se radi ukoliko strojar procjeni da na otisku ima velike plohe kojima je potrebno duže vrijeme sušenja, pa kako ne bi došlo do pojave „apciganja“ (preslikavanje otiska na stražnju stranu sljedećeg arka) zbog težine cijelokupne naklade, ona se razdjeljuje na 2 dijela.

Zbog stajanja stroja par minuta dodaje se još desetak makulatura i isto se označuje kao i na prvoj paleti sa komadom papira. Uzima se dobar otisak, provjerava obojenje i paser te se rade minimalne izmjene kako bi se ostalo unutar zadanih parametara. Iste operacije se ponavljaju nakon 3100 i 4800 otisaka. U ovom slučaju količina čistih araka nije bila dovoljna i po broju otisnutih araka na stroju broj nije došao do zadane količine od 5000 araka. U tom slučaju se uzima čisti arak koji su se spremili od ostalih radnih naloga kada ih je bilo previše, a čuvaju se upravo iz ovog razloga, kako bi u slučaju nedostatka imali rezervu. Nakon dotiskivanja još stotinjak araka naklada je gotova i slijedi pranje stroja i učitavanje novog radnog naloga kako smo naveli na početku teksta.

Nakon opisivanja procesa tiska povezoao bih podešavanja tiskara sa gornjim grafom gdje se vidi da je na samom početku tiska gustoća obojenja bila najniža. Tiskar nakon mjerenja povećava cijelokupni nanos boje koje se vidi kako raste do 500-og otiska nakon čega je počeo lagani pad i ujednačavanje boja. Žuta i magenta su prevladale na otisku pa je samim time i količina boje veća od cijane i crne. Zbog toga i primjećujemo veće promjene kod tih 2 boje. Od 1500 otiska do 2500 otiska je gustoća obojenja u laganom padu, ali otisak je unutar tolerancije obojenja.

Kod 2500 otiska vidimo nagli pad gustoće obojenja što je rezultat stajanja stroja par minuta i dijeljenja kupa papira na 2 dijela. Tiskar je upravo iz tog razloga dodao pedesetak makulatura prije početka tiska, bez obzira što je stroj stajao samo 5 minuta. Kada je počeo tisak naklade na čiste arke izvadio je par araka i provjerio gustoću obojenja. Utvrđeno je da je gustoća obojenja pala nakon mjerenja denzitometrom, ali je i vizualno vidljivo da arak nije u istom tonu kao i prethodni. Zbog toga strojar povećava 10% nanos bojila kako bi se gustoća vratila na prethodne vrijednosti i nakon 500 otisaka smanjuje nanos i održava ga unutar propisanih vrijednosti.

U slučaju da je nanos ostao povećan za 10% do kraja naklade velika je vjerojatnost da bi došlo do prevelikog nanosa boje i zapunjenja rasterskih elemenata, ali je tiskar to predvidio i smanjio nanos na vrijeme.

Do kraja naklada nije bilo promjena i gustoća obojenja je bila konstanta.

## 5. ZAKLJUČAK

Tehnologija u grafičkoj industriji je daleko dogurala od Gutenbergovih pomičnih slova pa sve do tiskanja gdje je prisutnost tiskara gotovo nepotrebna te se cijeli tisak obavlja automatizirano. Nažalost hrvatsko grafičko tržište je jako malo i ne može pratiti trendove i razvoj tehnologije u količini kojoj bi trebala. Još uvijek se sve tiskare pouzdaju u svoje strojare da će napraviti kvalitetan otisak koji će zadovoljiti želje klijenta. Također i u ovom radu smo zaključili da u jednoj od vodećih tiskara u Hrvatskoj se primjenjuje taj sustav gdje tiskar uz pomoć denzitometra i match printa pokušava dobiti zadovoljavajuću kvalitetu, što nije pouzdano zbog činjenice da svaka osoba drugačije percipira boju.

U radu se vidi i to da je strojar sam zadužen da procjeni kad je otisak zadovoljavajuć, a kada nije jer niti u jednom momentu nije došao netko od voditelja da vidi jel sve u redu i iznese svoje mišljenje. Najbliže toj situaciji je kada u rijetkim slučajevima stranka zahtjeva da dođe na odobrenje otiska kako bi se sama uvjerila u kvalitetu otisaka, te nakon potpisivanja zadovoljavajućeg otiska se on koristi za referencu kroz cijelu nakladu.

Dokazalo se da i najmanja promjena može dovesti do promjene obojenja i prekoračenja tolerancije obojenja. To možemo vidjeti kod 2500 otiska gdje je gustoća obojenja naglo pala zbog kratkog stajanja stroja od 5 minuta. Zbog toga možemo zaključiti da znanje i iskustvo strojara igra veliku ulogu kod dobivanja kvalitetnog otiska i bez obzira na razvoj tehnologije uvijek će biti potreban konstantan nadzor nad proizvodnim procesom tiskanja jer i minimalna promjena bilo kojih od parametara (temperature, vlage, brzine stroja) može dovesti do neželjenih posljedica.

Možemo zaključiti da se najveće promjene dešavaju u prvih 500 otisaka bilo koje naklade i na tiskaru je da što prije dovede parametre unutar granica tolerancije kako, također i poslije svake sljedeće promjene kao što je stajanje stroja zbog dijeljenja kupa ili tiska na drugu stranu naklade potrebno otprilike 500 araka kako bi se ujednačila proizvodnja i dobile optimalne vrijednosti za tisak. Nakon postizanja optimalnih vrijednosti potrebno je provjeravati otisak svakih stotinjak otisaka ovisno o kompliciranosti motiva koji se tiska.

## 6. LITERATURA

### Knjige

1. Helmut Kipphan, Handbook of Print Media, Springer, Berlin, 2001
2. Igor Zjakić, Upravljanje kvalitetom ofsetnog tiska, Hrvatska sveučilišna naklada, Zagreb, 2007
3. Stanislav Bolanča, Glavne tehnike tiska, Acta Graphica, Zagreb, 1997

### Web stranice

4. KBA- tiskarski strojevi

<http://www.kba.com/>, 15.08.2012.

5. Ofsetni tisak- seminarski rad

[sr.scribd.com/doc/54506936/Seminar-Ski-Rad-Ofsetni-Tisak](http://sr.scribd.com/doc/54506936/Seminar-Ski-Rad-Ofsetni-Tisak), 15.08.2012.

6. X-rite- spektrofotometar

[www.xrite.com/](http://www.xrite.com/), 20.08.2012.

7. Ofsetni tisak

[http://hr.wikipedia.org/wiki/Ofsetni\\_tisak](http://hr.wikipedia.org/wiki/Ofsetni_tisak), 10.08.2012.

8. Ambalaža

<http://www.ambalaza.com/hr/>, 10.08.2012.

9. Package printing

<http://www.packageprinting.com/industrycenter/ofset-printing>, 13.08.2012.

10. Osnove tiska- T. Kosic

<http://www.studij dizajna.com/tkoscic/tisak.pdf>, 10.08.2012.

### Članci

11. Stanislav Bolanča, Kristijan Golubović, Tehnologija tiska od Gutenberga do danas, 2008. 10.08.2012.