

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
GRAFIČKI FAKULTET

**ŽARKO KEIĆ**

**KORELACIJA SUBJEKTIVNE I OBJEKTIVE  
ANALIZE  
KONTROLE KVALITETE NOVINSKOG TISKA**

**DIPLOMSKI RAD**

ZAGREB, 2012.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
GRAFIČKI FAKULTET

SMIJER I MODUL  
TEHNIČKO-TEHNOLOŠKI

**KORELACIJA SUBJEKTIVNE I OBJEKTIVE  
ANALIZE  
KONTROLE KVALITETE NOVINSKOG TISKA**

DIPLOMSKI RAD

Mentor:

Doc. Dr. Sc. IGOR ZJAKIĆ

Student:

ŽARKO KEIĆ

ZAGREB, 2012.

## I. SAŽETAK

Cilj ovog rada je odrediti u kojoj mjeri čitatelji novina mogu vizualno uočiti razlike u kvaliteti novinskog otiska ako su pogreške u tisku unutar tolerancija ISO standarda za novinski tisak.

Kako bi ispitanici lakše odredili razlike u otisku, trebali su odrediti razlike između otiska originala i testiranog primjerka. Napravio se otisak na novinskom papiru koji se sastoji od tri slike s različitim motivima.

Denzitometrijski se izmjerila gustoća obojenja na svim poljima RTV i to za svaku boju posebno. S pomoću izmjerenih vrijednosti i Murray-Davies formule izračunao se ukupni prirast RTV za svaki uzorak i svaku boju.

Tada su se nacrtale krivulje prirasta RTV iz kojih je vidljivo odstupanje izračunatog ukupnog prirasta RTV i teoretskog prirasta RTV koji je određen prema simulaciji smanjenja ili povećanja ukupnog prirasta RTV. Tada su se utvrdile subjektivne kvalitete otisaka, i to bodovanjem razlika testiranih uzoraka i originala. Nakon toga su se usporedili subjektivni i objektivni rezultati.

**Ključne riječi: prirast RTV, kvaliteta tiska, gustoća obojenja, novine**

## ABSTRACT

The purpose of this work was to define the measure of how the newspaper readers can notice the differences in quality of newspaper print if the mistakes in print are in the tolerances of ISO standards for newspaper print.

The examinees should have defined the differences between the original print and the example that was tested, in that way they could define the print differences easier. There was a three picture print made on (news)paper with different motives.

The density of coloring was measured by densitometry method on all RTV-fields for each color especially. With the obtained values and with the help of the Murray-Davies formula the dot gain was calculated for each sample and for each color.

Then the curves of dot gain were made which show the deviation of the calculated total dot gain and of the theoretical dot gain, which is defined by the simulation of reduction or increase of the dot gain. Then were defined the subjective qualities of prints by scoring the differences of the tested samples and the originals. After that, the subjective and the objective results were compared.

**Key words: Dot Gain, Quality of Printing, Density, Newspaper**

## SADRŽAJ

<b>I. SAŽETAK</b> .....	3
<b>II. UVOD</b> .....	8
<b>III. TEORIJA</b> .....	9
<b>1.OFSET</b> .....	12
1.1 POVIJEST OFSETA.....	12
<b>2. NOVINSKI TISAK</b> .....	13
2.1 PRIPREMA ROTACIJE ZA TISAK.....	13
2.2 PROCES PROIZVODNJE NOVINA.....	13
2.2.1 Brzina otiskivanja.....	14
2.2.2 Papirna traka.....	14
2.2.3 Bojanje.....	15
2.2.4 Ovisnost tiskovnih boja i papira.....	16
2.2.5 Vlaženje.....	16
2.2.6 Sušenje otisaka.....	17
2.2.7 Brzo hlađenje.....	17
2.2.8 Izlaganje otiska.....	17
2.2.9 Oslojavanje silikonskim uljem.....	17
2.3 DORADA.....	18
2.3.1 Uređaji za rezanje papirne trake na arke.....	18
2.3.2 Uređaji za premotavanje i okretanje papirnih traka.....	18
2.3.3 Uređaj za savijanje.....	18
2.4 STROJEVI.....	19
2.4.1 Primjeri Strojeva.....	19

<b>3. KVALITETA OTISKA - STRIPOVI.....</b>	<b>20</b>
3.1 DEFINIRANJE KVALITETE OTISKA.....	21
3.1.1 Gumena navlaka.....	21
3.1.2 Vlaženje.....	22
3.1.3 Sivi Balans.....	22
3.1.4 Relativni tiskovni kontrast.....	23
3.1.5 Utjecaj temperature i relativne vlažnosti.....	23
3.1.6 Preslikavnje.....	24
3.1.7 Bojanje.....	25
3.1.7.1 Prihvaćanje bojila.....	26
3.1.7.2 Čupanje otiska.....	28
3.1.7.3 Debljina nanosa bojila.....	28
3.1.7.4 Prejak nanos bojila.....	28
3.1.7.5 Slab prijenos bojila.....	28
3.1.7.6 Ravnoteža boja.....	28
3.1.7.7 Sivoća boje.....	29
3.1.7.8 Efikasnost boje.....	29
3.1.7.9 Neoštar otisak.....	29
3.1.7.10 Tisak dodatnih boja.....	29
3.1.7.11 Pravilan redoslijed tiskanja boja.....	30
3.1.8 Toniranje.....	30
3.1.8.1 Pogreška tona.....	31
3.1.8.2 Prijenos tonskih vrijednosti.....	31
3.2 GUSTOĆA OBOJENJA.....	32
3.2.1 Raspon gustoće obojenja.....	34
3.2.2 Prevelika gustoća obojenja.....	34
3.2.3 Premala gustoća obojenja.....	35
3.2.4 Nejednolika gustoća obojenja po zonama.....	35

3.3 PASER I REGISTAR.....	36
3.3.1 Nepravilan paser.....	36
3.4 RASTER.....	37
3.4.1 Rasterski elementi.....	37
3.4.1.1 Veličina rasterskih elemenata.....	38
3.4.2 Vrste rastriranja.....	39
3.4.2.1 Amplitudno modulirani raster.....	39
3.4.2.1.1 Kutevi rastriranja AM rastera.....	41
3.4.2.1.2 Finoća AM rastera.....	42
3.4.2.2 Frekventno modulirani raster.....	42
3.4.2.3 Hibridni raster.....	42
3.4.2.4 Rasteri s modulacijom obojenja.....	42
3.4.3 Deformacija rasterskih elemenata.....	43
3.4.3.1 Geometrijska deformacija rasterskih elemenata.....	43
3.4.3.1.1 Smicanje.....	44
3.4.3.1.2 Dubliranje.....	44
3.4.3.1.3 Razmazivanje.....	44
3.4.3.2 Optička deformacija rasterskih elemenata.....	45
3.5 PRIRAST RTV.....	46
3.5.1 Prirast rasterskih elemenata.....	46
3.5.2 Prirast rastertonskih vrijednosti.....	46
3.5.3 Krivulja prirasta RTV.....	48
3.5.3.1 Utjecaji na krivulju rastertonskih vrijednosti.....	50
<b>3.6 SUBJEKTIVNA I OBJEKTIVNA KONTROLA KVALITETE U TISKU.....</b>	<b>51</b>
3.6.1 Objektivna kontrola kvalitete otiska (Mjerni stripovi) .....	51
3.6.1.1 Kontrola kvalitete pomoću mjernih stripova.....	52
3.6.1.1.1 FOGRA PMS.....	53
3.6.1.1.2 Polje punog tona.....	53
3.6.1.1.3 RTV.....	53

3.6.2 Subjektivna kontrola kvalitete otiska (Vizualna kontrola tiska).....	54
3.6.2.1 Kontrola kvalitete pomoću signalnih stripova.....	54
3.6.2.1.1 SLUR.....	55
3.6.2.1.2 Zvezdasti strip.....	55
3.6.2.1.3 Paser i registar.....	56
3.6.2.1.4 FOGRA nonius.....	57
3.6.2.1.5 Šabloniranje.....	57
<b>3.7 DENZITOMETRIJA.....</b>	<b>58</b>
3.7.1 Doživljaj boje (Svjetlo i boja) .....	58
3.7.1.1 Miješanje višebojnih reprodukcija u oku.....	59
3.7.2 Denzitometrija.....	60
3.7.2.1 Temperatura boje zračenja.....	61
3.7.2.2 Polarizacija svjetlosti.....	61
3.7.2.3 Definiranje bjeline.....	61
3.7.2.4 Kut mjerenja.....	62
<b>4. STANDARDIZACIJA I UPRAVLJANJE.....</b>	<b>63</b>
4.1 KOLOR MENADŽMENT.....	66
4.2 GAMUT.....	66
4.2.1 Mapiranje gamuta.....	67
4.2.1.1 Perceptualno renderiranja.....	67
4.2.1.2 Saturacijsko renderiranje.....	68
4.2.1.3 Apsolutno kolorimetrijsko renderiranje.....	68
4.2.1.4 Relativno kolorimetrijsko renderiranje.....	68

<b>5. KONTROLA I VOĐENJE TISKA.....</b>	<b>69</b>
5.1 VOĐENJE PROCESA TISKA.....	69
5.1.1 Upravljački pult.....	69
5.1.2 Upravljanje tiskom pomoću uređaja.....	70
5.1.2.1 Elektromički čitač ofsetnih ploča.....	70
5.1.2.2 Automatska kontrola i korekcija pasera.....	70
5.1.2.3 Posebnosti tehnološkoga tiska trake.....	71
5.2 AUTOMATIZACIJA.....	72
5.2.1 Mediji u automatizaciji.....	72
5.2.1.1 Cip3.....	72
5.2.1.2 Cip4.....	73
5.2.1.3 Pdf.....	73
5.2.1.4 Jdf.....	73
5.2.2 Sistemi upravljanja tiskom.....	73
5.2.2.1 Cpc.....	74
5.2.2.2 Cpc-1.....	74
5.2.2.3 Cpc-2.....	74
5.2.2.4 Cpc-3.....	75
5.2.2.5 Cpc-4.....	75
5.2.2.6 Prinect.....	76
5.2.2.7 Rci.....	77
5.2.2.8 Cci.....	77
5.2.2.9 Eps.....	77
5.2.2.10 Pecom.....	77
5.2.2.11 Opera.....	78
5.2.2.12 Logotronic.....	78
5.2.2.13 Donet.....	78
5.2.2.14 Max Net.....	78



<b>IV. EKSPERIMENTALNI DIO</b> .....	79
<b>1. SVRHA I PROBLEM ISTRAŽIVANJA</b> .....	79
<b>2. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA</b> .....	79
2.1. Utvrđivanje objektivne kvalitete otisaka.....	79
2.2. Utvrđivanje subjektivne kvalitete otisaka.....	81
2.3. Usporedba subjektivnih i objektivnih rezultata.....	81
<b>3. UPOTREBLJAVANI STROJEVI I UREĐAJI</b> .....	82
3.1 ManRoland Uniset.....	82
3.2 X-Rite SpectroEye.....	83
<b>3. REZULTATI</b> .....	84
3.1. Izračuni prirasta RTV.....	84
3.2. Subjektivni rezultat-ukupan zbroj dodjeljenih bodova.....	92
3.3. Subjektivni rezultat - ocjene vizualne razlike.....	93
3.4. Odstupanje prirasta.....	94
3.5. Odstupanje gustoće obojenja.....	95
<b>4. DISKUSIJA</b> .....	97
4.1 Magenta.....	97
4.2 Black.....	99
4.3 Cyan.....	100
4.4 Yellow.....	101
4.5 Pogreške kod objektivnog određivanja kvalitete otiska uzoraka.....	102
4.6 Pogreške kod subjektivnog određivanja kvalitete otiska uzoraka.....	103
<b>5. ZAKLJUČAK</b> .....	104

## II. UVOD

*„Kvaliteta nam na najbolji način osigurava vjernost kupaca, ona je ujedno naša najbolja obrana od strane konkurencije i jedini pravi put rastu proizvodnje i profita.“*

Johne F. Walsh “General Electric”

Tokom školovanja uočio sam da je pitanje kvalitete otiska, te utjecaji kvalitete otiska na konzumente otisnutog proizvoda vrlo bitan faktor. Konzumenti tiskarskog proizvoda postavljaju sve veće zahtjeve za kvalitetu otiska, ali i cijenu. Zato je od bitne važnosti uskladiti omjer kvalitete i cijene.

U ovom radu se govori o novinskom tisku, gdje zahtjevi za kvalitetom nisu od prevelikog značaja, ali ipak smatram da je potrebno testirati ovisnost kvalitete novina i njihovih čitatelja kako bi se dobilo trenutno stanje o njihovom odnosu. Premda te odnose prate odgovarajuće institucije koje izdaju certifikate i postavljaju standarde.

### III. TEORIJA

#### Kultura tiska

Izum tiska omogućio je brži protok informacija, što je vrlo bitno za razvoj čovječanstva. Od Guttenberga tisak se nije prestao razvijati, a njegov razvoj bitan je za sva područja znanosti. Poslije baruta i kompasa tiskarski se stroj smatra trećim najvažnijim izumom čovječanstva.

U dvadesetome stoljeću razvili su se elektronski mediji (internet i računalo) koji su postali novi način grafičkoga komuniciranja. 1930. godine pojavila se *xerografija* (digitalno kopiranje), a danas se nastavlja razvoj digitalnoga tiska. Bez obzira na razvoj elektronskih komunikacijskih medija (radio, tv, računala) potreba za tiskom se i dalje povećava. Elektronički mediji se razvijaju jako brzo zbog sve većih zahtjeva korisnika, a time se javlja i potreba za sofisticiranijim tehničkim uređajima, dok kod tiskanoga medija za time nema tolike potrebe.

Tiskani i elektronski mediji spadaju u područje grafičke komunikacije, te nadopunjuju jedni druge. Oba medija omogućuju višebojnu reprodukciju na kojoj se temelji slikovno pamćenje ljudi. Smatralo se da će pojavom elektronskih medija prestati potreba za tiskanima, ali to se nije dogodilo jer ništa ne može zamijeniti osjećaj držanja knjige u ruci.

## **1.OFSET**

### **1.1 Povijest ofseta**

Oko 1815. godine Alois Senefelder je izumio litografiju, koja se kasnije razvila u ofset. On je bio glumac u kazalištu, te je trebao tiskati plakate svojih predstava, pa je zbog potrebe za bržim i povoljnijim otiskivanjem došao do ideje da upotrijebi glatku vapnenu ploču koju je jetkao i tako došao do litografije. Izumio je i jeftino bojilo koje se sastojalo od čađe, voska i sapuna, koji su temeljni sastojci bojila u litografiji. Senefelder se uspio obogatiti izumom i prenio ga je diljem Europe.

1904. godine kamenotiskar Rubel patentirao je stroj s rotacijskom prešom koja je imala gumeni cilindar, koji nanosi bojilo na papir koji se nalazi na tiskovnom cinkovu cilindru o. To je bio prvi stroj za ofsetni tisak.

Caspar Hermann 1910. godine je izradio prvu ofsetnu rotaciju. Rotacija je bila sastavljena od četiri cilindra i omogućavala je obostrani tisak na traku po „guma-guma“ principu.

MAN tvornica je 1921. godine izgradila ofsetnu višebojnu rotaciju. U vremenu od 1924. do 1940. godine najveći udio u proizvodnji ofsetnih rotacija za tisak novina i časopisa su imale MANRoland, Konig-Bauer, Heidelberg Haris i Albert Frankenthal.

## **2. NOVINSKI TISAK-NOVINSKE ROTACIJE**

### **2.1 PRIPREMA ROTACIJE ZA TISAK**

Pri pripremi rotacije za tisak potreban je niz kompleksnih podešavanja tiskovnih agregata i uređaja, koja ne može izvršiti samo jedna osoba, već je potreban čitav tim uigranih i osposobljenih poslužitelja. Poslužitelji su podijeljeni po zadacima i vrsti posla. Svatko radi samo vlastiti posao, te svaki poslužitelj stroja mora biti osposobljen za njega. Radnici pripremaju i ulažu koture, podešavaju napetost trake, provode papirnu traku kroz tiskovne agregate sve do uređaja za savijanje i doradu. Prema unaprijed utvrđenu pravilu ugrađuju tiskovne ploče i gumene navlake na unaprijed dogovorene cilindre, pripremaju uređaje za vlaženje i bojanje, te s upravljačkoga pulta podešavaju zonsko obojenje i vlaženje, uključuju uređaje za pranje i čišćenje od boja i drugih prljavština, miješaju boje za otiskivanje i pripremaju sredstva za vlaženje papirne trake. Veći dio radnji se obavlja s upravljačkoga pulta, gdje radnik na ekranu odabire koju funkciju uključuje za pojedini rad. S upravljačkoga pulta se uključuje UV i IR- sušenje, regulira se temperatura u uređaju za sušenje i hlađenje boja, te se regulira registar kod uređaja za savijanje.

## 2.2 PROCESI PROIZVODNJE NOVINA

### 2.2.1 Brzina otiskivanja

Brzina tiska također ovisi i o njegovu formatu i brzini okretanja cilindara, pa za istu brzinu okretanja cilindara, a za veći format tiska moramo povećati brzinu prolaska papirne trake. Tisak iz kolotura klasificira se prema formatu (širini trake i dužini otiska). Tako imamo strojeve stalnoga formata, gdje se ne mijenja format ni forma, te promjenjiva formata, gdje se mijenjaju cilindri tiskovnih jedinica. Strojevi se prema namjeni dijele na strojeve koji tiskaju samo jedan proizvod i na one strojeve koji tiskaju širok asortiman proizvoda. Prema načinu gradnje dijele se na parderne i etažne.

Parderni su strojevi smješteni u jednoj prostoriji i na istome katu, dok se kod etažnih uređaj za odmatanje i promjenu kolotura nalazi na katu ispod glavnine stroja.

Brzina otiskivanja u rotaciji je znatno brža od tiska na arke, primjerice rotacija srednje brzine od 35 000 okretaja može davati 70 000 novina na sat. Zato stroj mora brzo reagirati na sve promjene i uputstva s upravljačkoga pulta.

Zbog brzine tiska mora se voditi računa o što lakšem posluživanju stroja, tj. o što kraćim putovima koje strojar mora prijeći. Tako su uvedena daljinska posluživanja i upravljanja strojem, te računala koja pomoću softvera i podataka sa mjernih uređaja na stroju nastoje što bolje ispuniti zahtjeve.

### 2.2.2 Papirna traka

Zahtjevi papirne trake odnose se na njezinu napetost, probleme otiskivanja i specifičnost sušenja otisaka. Tiskanje u ofsetnoj rotaciji je znatno brže nego kod ostalih tehnika tiska jer se bojilo nanosi na samo jednu veliku površinu. Debljina sloja bojila mora biti jednakomjerna, zato brzina nanošenja bojila ne može biti velika.

Papir za rotacijski ofset se izrađuje miješanjem dviju vrsta vlakana kako bi se dobio dobar opacitet, te velika svjetlost i bjelina. Kod papira za rotacijski tisak vrlo je značajna optimalna napetost trake papira, kako ne bi došlo do pucanja, gubljenja registra i pasera, te radi oštine slike.

Također je bitno da se namotavanje i odmotavanje trake odvija pri jednoličnoj napetosti, stoga je važno imati jednoličnu vlažnost i tvrdoću trake.

Papirna traka se provodi kroz stroj uz pomoć lanca koji putuje po vodilicama koje su smještene na lijevoj i desnoj strani stroja s unutarnje strane bočnih stijena. Papirna traka se pričvrsti za lanac i pomoću motora i skretnica se provodi po vodilicama prema unaprijed definiranoj željenoj rasporedu.

Strojevi su opremljeni instrumentima za kontrolu prolaska trake. U slučaju da papirna traka ne prođe kroz zadana mjesta ili pukne, stroj će se zaustaviti.

### **2.2.3 Bojanje**

Zbog brzine tiska potrebno je da se bojilo vrlo brzo suši. Bojilo se u ofsetu na arke suši oksipolimerizacijom, dok se u rotacijama suši penetracijom. Korištenjem *Heatsset* bojila otisci se suše i utjecajem povišene temperature. Zagrijavanjem dolazi do isparavanja bojila i do vezivanja pigmenta na površinu papirne trake. Tako se postiže vrlo brzo sušenje bojila.

Bojanje se u ofsetu odvija tako da se tiskovna forma prvo navlaži sredstvom za vlaženje što će ovlažiti slobodne hidrofilne površine. Zatim se forma oboji uljnim bojilom, što će obojiti tiskovne površine jer su oleofilne. Zbog brzine tiska, bojilo kod ofsetnih rotacija je nižega viskoziteta što ima za posljedicu slabiju kvalitetu otiska.

Bojanik mora osigurati jednoliku debljinu sloja bojila na otisku, te mora imati mogućnost brze reakcije za reguliranje debljine nanosa bojila. Zonski vijci na bojaniku se reguliraju elektromotorom kojim se upravlja s upravljačkoga pulta. Duktorom se također upravlja tako.

Princip građe klasičnoga bojanika gdje se tiska na beskonačnu traku. Broj valjaka za razribavanje i nanošenje bojila je manji nego kod ofsetnoga tiska iz araka.

## 2.2.4 Ovisnost tiskovnih boja i papira

Tiskovne boje se proizvode prema vrsti papirne podloge (premazane ili nepremazane), te se prema tome i odabiru. Također se razlikuju boje za hladni i topli tisak - *Heatsset* i *Coldset* boje. Pri tiskanju takvim bojama valja imati na umu trebaju li grijači i sušači boja biti uključeni za vrijeme tiska. Pri potrošnji boja, bitna je upojnost i površina papira. Pri novinskom tisku je papir vrlo upojan, pa se tako ujedno i suši. Sama reprodukcija boje ovisi o kvaliteti papirne podloge. Novinski papir ima visoku apsorpciju (zbog čega se bojilo prima jako brzo), malu prozirnost i mali potrošak boje, ali je moguće taloženje i čupanje boje.

## 2.2.5 Vlaženje

Uređaji za vlaženje na ofsetnim rotacijama moraju vlažiti tiskovne forme velikom brzinom i to jednolično, konstantno i sigurno. Od konvencionalnih uređaja razlikuju se po tome što se kod prijenosa sredstva za vlaženje do tiskovne forme javlja prekid koji kod prijenosa uzrokuje prijenosni valjak. To se prilikom rotacija ne smije dogoditi, pa se zbog toga ugrađuju uređaji koji konstantno vlaže formu. Pri rotacijama uređaji za vlaženje imaju manji broj valjaka za vlaženje ili se ono vrši prskanjem, bez valjaka. Sredstvo kojim se forme vlaže je uglavnom voda s dodatkom izopropilnoga alkohola. Za vodu je bitna tvrdoća koju u sebi sadrži kreč koji se prima za gumene navlake, stoga tvrdoća vode mora biti manja od 15 dH, a također je bitna i pH-vrijednost vode koja mora biti između 4,8 i 5,5 pH. Kiselost ili lužnatost utječu na pojavu nestabilne emulzije, koja pak dalje utječe na nestajanja rasterskih tonova.

Duktor uređaja za vlaženje pogonjen je elektromotorom, sinkroniziran je tako da slijedi brzinu rada stroja. Upravljanjem položajem sjenila, postizemo nanošenje željene količine sredstva za vlaženje. Također se upravlja sa upravljačkog pulta. Zbog korištenja beskontaknog uređaja za vlaženje onemogućen je prijenos čestica prašine s papira i bojila na četku, odnosno u sredstvo za vlaženje.

Takav sistem uređaja dobro reagira na promjene pri zastoju i ravnoteža bojilo-otopina za vlaženje se brzo postiže. Nanos otopine se jednostavno regulira, održavanje je jednostavno, a broj makulatura je relativno malen.



### **2.2.6 Sušenje otisaka**

Sušenje otvorenim plamenom se odvija tako da se otvori ventil za plin, a električni uređaji pale taj plin na plamenicima. Papirna traka prolazi izravno kroz plamen koji suši otisak na traci s obje strane. U slučaju zastoja plamen se automatski gasi.

Sušenje otiska toplim zrakom se odvija tako da se zagrijavaju otisci, ali i papirna traka. Kako ne bi došlo do valovitosti papirne trake, papirna traka se hladi hladnim valjcima, a zagrijani zrak se odvodi i dodatno spaljuje da bi se izbjeglo/smanjilo zagađenje.

### **2.2.7 Brzo hlađenje**

Otisak i papirna traka koja se suši plinskim plamenom ili vrućim zrakom mora se nakon zagrijavanja ohladiti, stoga obavezno nakon uređaja za sušenje dolazi uređaj za brzo hlađenje. Uređaj za hlađenje ima tri glatka valjka kroz koje protječe hladna voda koja hladi stijenke valjka, a valjci hlade boju na otisku i papirnu traku.

### **2.2.8 Izlaganje otiska**

Kako bi se dobio tiskarski proizvod u zamišljenju izgledu i formatu, papir se nakon tiskanja mora izrezati i saviti. Rezati se može uzdužno i poprečno, a savijanje lijevaka i poluga se izvodi zračnim jastucima kako bi se smanjilo trenje. Za proizvod gotova formata papirnu traku je potrebno provući kroz kombinaciju lijevaka, skretnih poluga, valjaka, hvataljki, noževa, te na kraju perforirati ili zašiti.

### **2.2.9 Oslojavanje silikonskim uljem**

Tim uređajem se na ofsetnoj rotaciji navlažuje papirna traka s obje strane. Tim vlaženjem se postiže napetija papirna traka, što je uvjet za točan paser. Takvo obostrano vlaženje je potpuno automatizirano i vrši se samo onda kada to zahtijeva potreba za točnošću pasera. Isto tako, ovim se uređajem može vršiti vlaženje ili premazivanje papirne trake silikonskim uljem, u cilju dobivanja površinske glatkoće papira i lakšeg odvijanja dorade zbog smanjenja trenja između papirne trake i valjaka.

## 2.3 DORADA

### 2.3.1 Uređaji za rezanje papirne trake na arke

Uređaj reže papirnu traku na arke željenih formata. Ugrađuje se nakon uređaja za savijanja trake.

### 2.3.2 Uređaji za premotavanje i okretanje papirnih traka

Ovi uređaji služe za premotavanje ili okretanje papirne trake, uz nastojanje da se dobije dobar paser ili registar te točan poredak stranica kod kojih se slike točno poklapaju. Okretanje i premotavanje papirne trake se mora vršiti da bi se omogućilo točno savijanje i spajanje više traka u točan poredak stranica.

### 2.3.3 Uređaj za savijanje

Papirne trake na uređaj za savijanje dolaze preko lijevka koji papirnu traku savija na pola i to po cijeloj dužini. Tada se papirna traka savija poprečno, te se odmah nakon toga prereže na odgovarajući format. Traka se savija s pomoću poprečnoga noža. Tada se gotovi arci skupljaju pomoću cilindara koji ih dalje izlažu na transportnu traku koja ih šalje na pakiranje.

## 2.4 STROJEVI

### 2.4.1 Primjeri strojeva za novinski tisak



*Slika 1. Albert Frankenthal stroj za novinski tisak (parderni)*



*Slika 2. König-Bauer stroj za novinski tisak (etažni)*

### **3. KVALITETA OTISKA - STRIPOVI**

Kvaliteta tiska ovisi o tehnološkim mogućnostima kojima se može otisnuti grafički proizvod i o zahtjevima potrošača koji se mijenjaju, odnosno postaju sve veći. Tako je sredinom 20. stoljeća zahtjev za kvalitetom bio manji nego danas, jer je kvalitetniji otisak bio mnogo skuplji. Posljednih godina visokokvalitetni tisak može se izvesti uz sve manje troškove i u sve kraćemu roku.

Tisak se općenito dijeli na visokokvalitetni, srednjekvalitetni i tisak niske kvalitete. Kvalifikacije kvalitete tiska se mijenjaju. Nekada je srednja kvaliteta tiska bila standard za visoku kvalitetu tiska, no to se promijenilo jer za se tiskom srednje kvalitete smatrao četverbojan tisak, a danas rijetko koji proizvod nije otisnut u sve četiri boje. Visokokvalitetnim se tiskom smatra tisak s dodatnim bojama i različitim vrstama lakova i to sve u svrhu privlačenja potencijalnoga kupca. Zato se danas najviše ulaže u tisak ambalaže, jer zapravo ambalaža prodaje proizvod.

Niska kvaliteta tiska se koristi u izravnoj prodaji. Istraživanja pokazuju da će potreba za visokom i niskom kvalitetom rasti, dok će se potreba za srednjom kvalitetom smanjivati.

Kvaliteta otisaka u ofsetnoj rotaciji zaostaje za kvalitetom otiska koja se postiže na ofsetnom tisku iz arka.

Točno određivanje obojenja prilikom tiska zavisi o trima faktorima: debljina sloja boje, veličina rasterskih elemenata i prihvaćanje (primanje) boje za papir.

Vrlo je bitna debljina sloja bojila, jer utječe na kontrast između bjeline papira i gustoće otiska, a i vide se razlike u tonovima boje kao i razlika između punijih i slabijih rasterskih elemenata.

### 3.1 DEFINIRANJE KVALITETE OTISKA

Za definiranje kvalitete tiska potrebno je definirati što više različitih parametara iz različitih dijelova proizvodnje (priprema, tisak, dorada) koji utječu na proces proizvodnje.

Kvaliteta otiskivanja ovisi o mehaničkim i kemijskim interakcijama za vrijeme tiska, isto tako ovisi o promjeni viskoznosti bojila i promjeni kemijskih karakteristika otopine za vlaženje. Iz tog razloga se kvaliteta otiska kontrolira *obojenjem punog polja, ponekad kontrolom obojenja rasterskog polja, a ponekad kolorimetrijskim vrijednostima sivog balansa*. Konstantne vrijednosti gustoće obojenja se kroz cijelu nakladu mogu vizualno promijeniti, pogotovo kod višebojne reprodukcije sivkastih tonova. Isto tako, ako se tisak kontrolira kontrolom sivog balansa, mali i srednji tonovi se dobro reproduciraju kroz cijelu nakladu, međutim, može doći do promjene doživljaja obojenja kod velikih RTV. Zbog toga se kod motiva s velikim RTV preporuča denzitometrijska kontrola gustoća obojenja na punim poljima, dok se kod motiva s malim i srednjim RTV preporuča denzitometrijsko mjerenje gustoće obojenja rasterskih polja.

#### 3.1.1 Gumena navlaka

Zbog mogućnosti tiska na različitim vrstama tiskovnih podloga s različitim gumenim navlakama na prijenosnom cilindru koje se mogu prilagoditi prema vrsti podloge, definirano je pet kategorija CIE  $L^*a^*b^*$  vrijednosti:

Tablica 1. Pet kategorija CIA  $L^*a^*b^*$  vrijednosti

Vrsta papira	$L^{*1)}$	$a^{*1)}$	$b^{*1)}$	Glatkoća [%]	Svjetlina <sup>2)</sup> [%]	Gramatura [gm <sup>2</sup> ]
Sjajni premazani, bezdrvni	93	0	-3	65	89	115
Mat premazani, bezdrvni	92	0	-3	38	89	115
Sjajni premazani za rototisak	87	-1	3	55	70	70
Nepremazani bijeli	92	0	-3	6	93	115
Nepremazani žućkasti	88	0	6	6	73	115
Tolerancija	±3	±2	±2	±5	-	-

Gumena navlaka se najčešće oštećuje prilikom tiska na debljim podlogama (kartoni ili polukartoni). Pri ulaganju tiskovne podloge, u stroj mogu ući dvije ili više tiskovnih materija, a pogreška se sprječava uređajima za kontrolu dvostrukog ulaganja. Moguće je da u stroj uđe oštećen papir, koji također može oštetiti gumenu navlaku. Problem se može uočiti na otisku tako da se neki dijelovi na otisku ostanu neotisnuti, a to oštećenje nema nagli prijelaz. Ako se problem pojavljuje učestalo znači da nije odabrana tvrdoća gumene navlake optimalna za kvalitetu i materijal na kojem se tiska. Gumene navlake mogu biti tvrde, srednje tvrde i mekane, a najčešće se oštete tvrde gumene navlake.

Pomicanje rasterskih elemenata lako se može utvrditi linijskim rasterom. Do pomicanja dolazi zbog prejakog pritiska među cilindrima. Također je moguće da je napetost i tvrdoća gumene navlake upitna a postoji i mogućnost da uređaj za vlaženje neodgovarajuće vlaži.

### **3.1.2 Vlaženje**

Vrlo je važna kemijska kvaliteta otopine za vlaženje koja se nanosi na tiskovnu formu prije obojenja. Vlaženjem se mora brzo i cijelovito prekriti hidrofilne slobodne površine. Sredstva za vlaženje sadrže vodu, gumiarabiku, različite konzervanse i smjesu kiseline i soli koja služi kao pufer. Ta sredstva za vlaženje moraju spriječiti primanje boje na slobodne površine, uspostaviti ravnotežu između boje i otopine za vlaženje te smanjiti količinu otopine za vlaženje.

U slučaju da je otopina za vlaženje prekisela boja se neće sušiti, tiskovna forma se može oštetiti, prekinut će se hidrofilnost tiskovne forme, a otopina će se predugo miješati s bojom. Bitno je da se kroz tisak naklade ne mijenja pH, odnosno kiselost otopine, a u tome nam pomažu pH puferi, koji trebaju održavati kiselost otopina na 4,8 – 5,5. U tom području kiselina pospješuje djelovanje gumiarabike i pomaže joj da se održi na slobodnim površinama.

Isto tako je bitna tvrdoća otopine za vlaženje, jer tvrda voda sadrži kredu, vapnence te ione kalcija i magnezija koji se talože na valjcima. Zato neke tiskare imaju omekšivače koji razbijaju taloge. Otopine za vlaženje sadrže i sredstvo za podmazivanje, sredstvo za sprječavanje korozije i sredstvo koje suzbija pjenjenje.

Za kvalitetan tisak i za omogućivanje kvalitetnoga rada pufera, također je bitna i vodljivost otopine za vlaženje. Predlaže se da vodljivost treba biti u rasponu 1200 – 1600  $\mu$ S. Kroz cijelu nakladu potrebno je održavati optimalne vrijednosti pH i vodljivosti kako bi se održavala kvaliteta otiska.

Isto tako, za otopinu za vlaženje bitna je njezina površinska napetost, pa se u nju zato stavlja 12% II – propanol koji smanjuje površinsku napetost sredstva za vlaženje, čime se postiže bolje kvašenje slobodne površine tiskovne forme, odnosno potrebno je puno manje sredstva za vlaženje da se pokriju netiskovni elementi. Jedini problem je što je II-propanol ekološki neprihvatljiv, stalno hlapi i zapaljiv je, stoga se želi što je više moguće smanjiti koncentracija II-propanola u sredstvu za vlaženje.

Otopine za vlaženje također sadrže biocide kako bi se suzbila prisutnost bakterija, algi i gljivica koje dolaze u otopinu gumiarabikom i papirnom prašinom.

Prilikom pojave viška otopine za vlaženje, može se ustanoviti kako se boja ispire sa rubova otiska, što je posebno naglašeno blizu čeonih marki. Naposljetku, cijeli otisak postane ispraniji, svjetliji, odnosno bljedunjav.

Do pojave viška otopine za vlaženje dolazi kod nepravilno podešenog uređaja za vlaženje ili kada je teško uspostaviti dobar odnos boja - otopina. Uzrok tome je nepravilna kemija sredstva za vlaženje. Isto tako, do pojave može doći ako se tiska na neupojnu tiskovnu podlogu.

Ovakvi problemi se rješavaju upotrebom alkolor sistema za vlaženje, kod kojih je jedino bitno obratiti pažnju na količinu II-propanola.

Ako u tisku dođe do preoštrg otiska, znači da kemijski sastav otopine za vlaženje nije optimaliziran. Preoštar otisak može se uočiti ako na tiskovnim elementima nema blagih prijelaza gdje se spajaju tamniji i svjetliji tonovi.

Do razmazivanja rasterskih elemenata dolazi zbog nedostatka sredstva za vlaženje. Kruti tiskovni materijali također su uzrok mazanja. U rotaciji se mazanje događa u kupu, kada su otisci na traci ili su savinuti arci koji nisu dovoljno osušeni.

### 3.1.3 Sivi Balans

Prikazuje je li postignut uvjet optičke ravnoteže između tri osnovne boje (CMY). Sve tri rastrirane boje se otiskuju zajedno jedna na drugu i tako se dobije akromatska siva boja koja se uspoređuje sa sivom bojom dobivenom od crne.

Definiranje sivog balansa kod definiranja kvalitete tiskovnih formi prikazano je u tablici 2.

Tablica 2. Preporuke sivog balansa

C (%RTV)	M (%RTV)	Y (%RTV)
25	19	19
50	40	40
75	64	64
28	21	19
75	62	60
70	60	60

Vrlo je bitno znati u kojim situacijama je potrebno kontrolirati kvalitetu otiska gustoćom obojenja, a kada mjerenjem sivoga balansa. Prilikom proizvodnje događaju se situacije u kojima nije lako zadovoljiti kvalitetu otiska, kao npr. promjena viskoznosti bojila, kemijskog sastava otopine za vlaženje, temperature valjaka i prostora tiska. Sve to utječe na različito prihvaćanje bojila na tiskovnu podlogu, jer ono se razlikuje kod malih RTV i velikih RTV. Ako kontroliramo kvalitetu otiska mjerenjam gustoće obojenja punog polja, može se dogoditi da se ona ne mijenja tijekom cijele naklade, jer se na puno polje bojilo dobro prihvaća, dok će se recimo bojilo loše prihvaćati na rastrirana polja te je zato potrebno kontrolirati sivi balans.

Na neujednačenost dotoka bojila na tiskovnu podlogu utječu sile adhezije i kohezije između tiskovnog materijala i bojila i unutar samoga bojila. Tako definirana polja zovu se polja *sivoga balansa*. Polja možemo kontrolirati vizualno i spektrofotometrijski.



Ako se upravljanje tiska vrši kontrolom sivog balansa veća je vjerovatnost da će višebojni i višetonski motivi biti isti na početku i na kraju naklade. Promjenom CIEL\*a\*b\* vrijednosti će se na kontrolnom stripu za kontrolu sivog balansa moći korigirati gustoće obojenja. Kada se kontrolira sivi balans na početku tiska, CPC-2 uređaj definira i pamti vrijednost sivog balansa i kroz cijelo vrijeme tiska će gustoću obojenja podešavati tako da vrijednosti sivog balansa budu kao one na početku tiska. Zbog nesavršenosti sistema može se dogoditi da ima određenih odstupanja u gustoći obojenja na početku i na kraju tiska, stoga su definirane tolerancije sivog balansa u  $\Delta E$  vrijednosti, a one mogu biti  $\Delta E = 1$ ,  $\Delta E = 2$ ,  $\Delta E = 3$ . Za kvalitetnu reprodukciju preporučuje se  $\Delta E = 2$  ili manje.

### 3.1.4 Relativni tiskovni kontrast

Vrlo bitna karakteristika koja omogućuje kvalitetan tisak je postizanje što većeg raspona gustoće obojenja, gdje je minimalan raspon kod tiska iz arka od 3 – 97%, iz koture 3 – 95% , a kod novinskog tiska 3 – 90%. Potrebno je odrediti optimalan raspon gustoće obojenja za određeni tiskarski sustav, no u nekim slučajevima taj optimalni raspon gustoće obojenja za grafičkog konzumenta i ne mora biti najkvalitetniji (zbog zahtjeva za određenim komercijalnim efektima). Optimalno obojenje za određeni tiskarski sustav se postiže izračunom *relativnoga tiskovnog kontrasta*:

$$K_{rel} = [ (D_{pp} - D_R) / (D_{pp}) ] \times 100\%$$

Gdje je  $D_{pp}$  gustoća obojenja punog polja,  $D_R$  gustoća obojenja rastriranog četvrtinskog polja (70 – 80% RTV).

Relativni tiskovni kontrast računa se tako da se na tiskarskome stroju naprave otisci s većim obojenjem od preporučenih vrijednosti, te se otiskivanje obavlja bez dotoka bojila u sistem za obojenje. Na tim otiscima s različitim gustoćama obojenja izmjere se u formuli navedena polja. Otisak na kojem  $K_{rel}$  ima maksimalnu vrijednost smatra se optimalnim obojenjem.

### 3.1.5 Utjecaj temperature i relativne vlažnosti

Prostorije u tiskari trebaju biti klimatizirane tijekom cijele godine (od 15 do 20 °C) kako ne bi došlo do negativnih djelovanja na mnogim elementima u tisku, kao što su pucanje trake, promjena viskoznosti tiskarske boje itd., a to sve ima za posljedicu povećanje makulature i zastoja stroja. Relativna vlažnost prostorije treba biti od 55% do 65%.

### 3.1.6 Preslikavnje

Preslikavanje se može dogoditi na pozadini otiska, kada se duplicira otisak na mjestima gdje ga ne želimo. Do problema dolazi kada se otiskuje prevelika gustoća obojenja ili je bojilo pre mokro, pa dolazi do otiranja otiska. Također je moguće da je dozvoljeni ukupan nanos bojila premašen (320%). Problem se može smanjiti pudranjem otiska ili lakiranjem.

### 3.1.7 Bojanje

Također bitna karakteristika kvalitetnoga tiska je i spektralna definicija bojila za višebojni tisak. Ona se odnosi na CIELAB vrijednosti te gustoće obojenja kojima se obavlja tisak.

Bez obzira na veličinu naklade osiguranje kvalitete tiska se definira kroz cijelu nakladu i to određivanjem devijacije i varijacije spektralnih karakteristika bojila.

*Tablica 3. Tolerancije devijacije i varijacije kroz tisak*

	<i>C</i>	<i>M</i>	<i>Y</i>	<i>K</i>
Tolerancija devijacije	5	5	5	5
Tolerancija varijacije	4	4	5	4

Ako spektralna refleksija osnovnih tiskarskih bojila nije pravilna, reprodukcija boje na tisku neće biti zadovoljena, a slučaj se pojačava ako gustoće obojenja nisu prilagođene karakteristikama bojila ili kad kolor menadžment između medija i uređaja nije prilagođen točno definiranim profilima. Stoga je kvalitetan otisak definiran rasponom gustoće obojenja: kod tiska iz arka od 3 -97% RTV (za linijaturu rastera 70 lin/cm), 3 – 95% (70 -80 lin/cm), od 3 – 95 % kod revijalnoga tiska, te od 3 – 90% kod novinskoga tiska. Rasterski element kod donje i gornje granice raspona gustoće obojenja mora biti vidljiv, na način da je odvojen od susjednog rasterskog elementa, tj. da se na tisku vidi bjelina, odnosno netiskovni elementi.

### 3.1.7.1 Prihvaćanje bojila

Za kvalitetu tiska je bitna i karakteristika prihvaćanja bojila, zbog mogućnosti tiska s većom ili manjom gustoćom obojenja koja izravno ovisi o kvaliteti tiskovne podloge i sušenju bojila.

Problem prihvaćanja bojila javlja se prvenstveno zbog tiska mokro na mokro, gdje se boja ne stigne dovoljno osušiti, osobito kod velikih brzina tiska. Problem je vidljiv kod srednjih i tamnih tonova, gdje otisak postaje flekav. Razlog neprihvaćanja bojila može biti i u svojstvima boje, kao što je ljepljivost i razvlačivost (svojstvo tečenja), što je od osobite važnosti za distribuciju bojila. Kemijski sastav otopine za vlaženje također utječe na prihvaćanje bojila, osobito tvrdoća otopine.

Višebojne reprodukcije nastaju tako da se rasterski elementi tiskaju jedan do drugoga, ili jedan preko drugoga ovisno u kojem je položaju rasterski element u odnosu na kružni vijenac. Doživljaj boje je vezan uz suptraktivno, aditivno i rastersko miješanje boja, te za način na koji rasterski element ili puna površina reflektira svoje trisimultane vrijednosti.

Također je bitno nanaša li se drugo bojilo na prvo nakon sušenja (kažemo da je to tisak *suho na mokro*) ili se bojilo nanosi na prethodno u jednom prolazu bez sušenja (tisak *mokro na mokro*). Ovisno o kojem načinu prihvaćanja bojila je riječ, može se izračunati kvaliteta prihvaćanja bojila jedno na drugo:

Postotak prihvaćanja bojila:

$$f = [ (D_{1+2} - D_1) / (D_2) ] \times 100\%$$

gdje je  $D_{1+2}$  gustoća obojenja dvije boje na istoj površini punoga polja mjereno komplementarnim filterom s drugim bojilom,  $D_1$  je gustoća obojenja prvoga bojila na površini punog polja i  $D_2$  gustoća obojenja drugoga bojila na površini punog polja

Ukupan nanos bojila:

$$F_{tr} = \frac{1 - 10^{-D_{F1+F2}}}{1 - 10^{-(D_{F1}+D_{F2})}}$$

Gdje je  $D_{F1}$  gustoća obojenja punoga polja prvootisnutoga bojila izmjerena komplementarnim filterom,  $D_{F2}$  gustoća obojenja punoga polja drugoga bojila izmjerena komplementarnim filterom i  $D_{F1+F2}$  je gustoća obojenja punoga polja otisnute obje boje izmjerene komplementarnim filterom druge boje.

### **3.1.7.2 Čupanje otiska**

Do čupanja otiska dolazi zbog nepravilnoga prihvaćanja bojila na tiskovnu podlogu. Čupanje otiska je uočljivo kada se na otisku pojave male površine na kojima nedostaje boje. Čupanje se javlja kada je bojilo gušće nego što tiskarski sustav može prihvatiti, a to se događa ako klimatski uvjeti u tisku nisu optimalni (oko 20 °C i 55-65% rel. vlage), odnosno ako je u prostoru tiska hladnije. Temperatura valjaka za obojenje također utječe na viskoznost bojila, ona mora biti optimalna od 28-33 °C.

### **3.1.7.3 Debljina nanosa bojila**

Debljinom sloja boje potrebno je jednolično i točno obojavati tiskovnu podlogu. Da bi to bilo omogućeno, debljina sloja boje mora se kretati od 0,7 do 1,1 µm. Za kontrolu debljine nanosa bojila upotrebljava se spektralni denzitometar kojim se lako utvrđuju razlike u debljini slojeva boje.

### **3.1.7.4 Prejak nanos bojila**

Uzrok punijeg rasterskog elementa i zapunjavanja je prejako nanošenje bojila, odnosno sloj bojila je predebeo, premalo je nanoseno sredstva za vlaženje, pritisak je prejak ili je preslaba napetost gumene navlake. U tom slučaju, tisak bude nešto tamniji od originala. Kako bi se riješio taj problem potrebno je češće ispirati gumene navlake, promijeniti redoslijed tiska boje, provjeriti položaj valjaka za nanašanje bojila i podesiti pritisak valjaka.

### **3.1.7.5 Slab prijenos bojila**

Slab prijenos bojila se javlja na tamnijim i većim djelovima otiska, a uočljiv je zbog toga što je otisak svjetliji na tim mjestima. Problem se javlja kod slabog pritiska između ofsetnog i temeljnog cilindra, koji se prilagođava prema debljini, kvaliteti i upojnosti tiskovne podloge. Također je bitna i debljina gumene navlake, koja zajedno s tiskovnom podlogom mora imati propisanu debljinu.

### **3.1.7.6 Ravnoteža boja**

Kod kontrole ravnoteže boja, polje na kojima su upotrijebljene šarene boje se uspoređuje s 40 %-tnim i 80 %-tnim poljima crne boje. Takva usporedba je znatno teža na hrapavim tiskovnim podlogama, jer se teško mogu vizualno odrediti nijanse sivih boja.

### 3.1.7.7 Sivoća boje

Mjerenje sivoće boje obavlja se također zbog realne refleksije C, M, Y boja. Naime, boje na rubovima CIE L\*a\*b\* sustava su jače zasićene od onih boja koje su bliže akromatskoj osi, koje su slabije zasićene i u ljudskom oku stvaraju osjećaj sivosti. Dakle, što je veća sivoća boje to je kromatičnost boje manja, odnosno veći je akromatski dio u tim bojama. Sivoća boje računa se:

$$S_b = (L / H) \times 100\%$$

### 3.1.7.8 Efikasnost boje

Usljed samoga tiska bojilo se može onečistiti drugim bojilom ili na neki drugi način i tako reflektirati izmijenjene kolorimetrijske vrijednosti. To je moguće i kod slabije interakcije bojila s podlogom. Za kvalitetnu reprodukciju potrebno je izračunati efikasnost boje:

$$E_f = [ 1 - (L + M) / 2H ] \times 100 \%$$

### 3.1.7.9 Neoštar otisak

Zbog premale viskoznosti bojila otisak može postati neoštar i ponekad se preko cijeloga otiska pojavi lagani ton boje. Često tiskari stavljaju pastu u bojilo kako bi postalo rjeđe, odnosno da se smanji makulatura, ali ako se doda previše te paste bojilo postane prerijetko. Bojilo može postati manjega viskoziteta i zbog klimatskih uvjeta, pogotovo ako je lošije kvalitete. To se može optimizirati dodatkom veziva koje bojilu daje viskoznost, tečljivost, plastičnost, ljepljivost, sušivost i ostale pogodnosti za tisak.

### 3.1.7.10 Tisak dodatnih boja

Za poboljšanje vizualnog doživljaja tiskarskoga proizvoda povećav se gustoća obojenja i gamut i otiskuju se dodatne boje, što ima za posljedicu probleme otiranja i preslikavanja.

### 3.1.7.11 Pravilan redoslijed tiskanja boja

Kako bi se dobio željeni ton boje, treba obratiti pažnju na to otiskuje li se boja na boju kao *mokro na mokro* ili je jedna boja već suha, a na nju dolazi mokra boja, jer to utječe na rezultat dobivenoga tona. Ako otiskujemo magenta boju na već otisnuti cyan i time dobijemo jednoličan željeni ton, znači da nam je redoslijed otisnutih boja pravilan. Ako je redoslijed tiskanja boja nepravilan, nećemo dobiti željeni ton boje.

Pravilan redoslijed boja određen je FOGRA standardom. Kod višebojnoga tiska na ofset jednobojkama crna se tiska zadnja (mokro na suho). Boje i motivi mogu uvjetovati redoslijed boje kod tiska, na primjer, ako cyan boja određuje izgled slike (npr. plavo nebo) tada se prvo tiska cyan.

Za četverbojni tisak mokro na mokro, prvo se otiskuje crna, zatim cyan, magenta i žuta na kraju, kao što je slučaj kod novinskoga tiska.

### 3.1.8 Toniranje

Do pojave toniranja dolazi kada se na netiskovne i tiskovne elemente počinje hvatati bojilo. Do pojave dolazi zbog tiska s premalo otopine za vlaženje ili ako otopina za vlaženje ima neodgovarajuću kiselost, ukupnu tvrdoću i vodljivost. Isto tako, do pojave toniranja može doći ako je na tiskovnoj formi ostao dio kopirnoga sloja (kod klasičnog postupka izrade tiskovne forme). Toniranje može uzrokovati i prerijetko bojilo, odnosno maloga viskoziteta.

Pojava toniranja je uočljiva bez vizualnih i mjernih pomagala, a može se uočiti kada otisak počinje naglo primati jednu od boja na mjestima koje nisu predviđene za tu boju. Ta mjesta na otisku počinju sve jače i jače bivati obojena tom bojom, dok u jednom trenutku cijeli arak ne postane obojen tom bojom.

### 3.1.8.1 Pogreška tona

Teoretske, odnosno idealne kolorimetrijske vrijednosti gustoće obojenja  $C$ ,  $Y$ ,  $M$  boja nije moguće provesti u tisku, jer u grafičkoj reprodukciji refleksija boja nije idealna, pa svaka od navedenih boja neće reflektirati samo svoje vrijednosti refleksije, već i dio refleksije jedne ili druge boje. Zbog toga se tiska i crna boja koja djelomično kompenzira greške realne refleksije. Kako na kvalitetu grafičke reprodukcije tonova utječu tiskovni materijali, bojila itd., potrebno je odrediti pogrešku tona pomoću koje se može ustanoviti koliki je udio refleksije ostalih boja.

Pogreška tona (*Hue Error - HE*) određuje se mjerenjem refleksije kroz crveni, zeleni i ljubičasto-plavi filter, te se računa po formuli:

$$T_{Pogr} = [ (M - L) / (H - L) ] \times 100\%$$

gdje je  $L$  najniža gustoća obojenja,  $M$  srednja gustoća obojenja i  $H$  najviša gustoća obojenja. Pogreška tona se u grafičkoj reprodukciji određuje prilikom kalibracije i karakterizacije uređaja.

### 3.1.8.2 Prijenos tonских vrijednosti

Za određivanje prijenosa tonских vrijednosti, prvo se denzitometrom odrede gustoće obojenja na 40 %-tnom, 80 %-tnom rasterskom polju i na polju punoga tona. Da bi se dobilo što kvalitetnije mjerenje, potrebno je prije mjerenja odstraniti smicanje i dubliranje. Kada se dobiju vrijednosti  $D_R$  i  $D_P$ , može se s pomoću različitih pomagala odrediti rastertonska vrijednost filma i otiska. Ta pomagala su FOGRA-nomogram, Hartmanova računска pločica, Huberov reproračunar itd. Danas se rastertonske vrijednosti mogu direktno izmjeriti denzitometrima.

### 3.1.9 GUSTOĆA OBOJENJA

Za supraktivno miješanje boja koristi se termin gustoća obojenja. Mjerenje gustoće obojenja supraktivnog miješanja boja u relaciji je s mjerenjem intenziteta aditivnoga miješanja boja. Gustoća obojenja  $D_i$  izražava vrijednost logaritma ukupne površine  $S$  u odnosu na površinu koja je obojena  $S_a$  :

$$D_i = \log O, \text{ gdje je } O = I/R \text{ i } R = [(S - S_a)/S] \text{ ----> } D_i = \log [(S - S_a)/S]$$

Gustoća obojenja definira refleksiju ukupne svjetlosti koja ulazi u oko ili uređaj, neovisno o rastertonskoj vrijednosti.

Pokrivenost tiskovne površine računa se:

$$a = (R_0 - R)/(R_0 - R_s)$$

gdje je  $R$  - refleksija papirne površine,

$R_0$  – integralna gustoća obojenja netiskovnih elemenata i

$R_s$  – integralna gustoća obojenja tiskovnih elemenata

Grafička reprodukcija nastaje nanošanjem osnovnih bojila suptraktivnom sintezom jedne na drugu nakon procesa separacije. Osim tri osnovne boje, tiska se i crna zbog neidealne refleksije boja s površine tiskovne podloge gdje se uvijek djelomično reflektiraju i valne duljine ostaloga dijela vidljivoga spektra.

U proizvodnome procesu najveća transformacija vizualnih elemenata događa se u pripremi i samome tisku, te se zbog toga prijenos informacija o tonovima mora dovesti u optimalni međuodnos. Tu uvelike pomaže tehnologija sa Ctp uređajem. Ctp uređaj je skupa investicija i ne mogu si ga priuštiti manje tiskare te zato ne mogu konkurirati industrijskim tiskarama koje proizvode bolji, jeftiniji i brži proizvod.

U procesu tiska bitan je redosljed nanošanja bojila, koji je kod četverbojnog tiska K, C, M, Y, a kod jednobojnih i dvobojnih C, M, Y, K.

Promjena gustoće obojenja je pozitivna kada se isprave pogreške nastale u ranijim fazama proizvodnje, kod kolor menadžmenta ili kad tiskovne forme nisu dobro napravljene.



Negativna promjena gustoće obojenja ima za posljedicu često ispravljanje gustoće obojenja i potrebu stalne pažnje tiskara za vrijeme tiska, ili promjenu gustoće obojenja po zonama koja ovisi o potrošnji bojila po zonama.

Vrlo je bitna činjenica da sam proizvođač bojila i tiskarskih strojeva preporučuje kojim gustoćama obojenja je omogućen kvalitetan tisak. Bojila imaju svoja ograničenja (izdašnost i koncentracija pigmenta i kvaliteta bojila) pa često to nije moguće provesti u praksi. Zbog toga postoje preporuke za različite vrste bojila:

*Tablica 4. Preporučene vrijednosti gustoće obojenja punog polja*

Vrsta materijala	$D_i C$ nepol./pol.	$D_i M$ nepol./pol.	$D_i Y$ nepol./pol.	$D_i K$ nepol./pol.
Sjajni premazani, bezdrvni	1,52/1,66	1,38/1,54	1,41/1,55	1,62/1,95
Mat premazani, bezdrvni	1,38/1,54	1,33/1,49	1,16/1,34	1,48/1,84
Sjajni premazani za rototisak	1,35/1,57	1,37/1,47	1,30/1,44	1,57/1,89
Nepremazani bijeli	1,00/1,10	0,90/1,05	0,88/1,06	1,10/1,35
Nepremazani žućkasti	1,03/1,15	0,96/1,14	0,98/1,16	1,10/1,37

Gustoća obojenja može se mjeriti polarizacijskim filterom ili bez njega. Razlika jednoga i drugoga mjerenja je u tome što se kod mjerenja polarizacijskim filterom djelomično eliminira sjajnost bojila, što znači da se mjerenje može izvoditi na mokrom ili suhom otisku.

### **3.2.1 Raspon gustoće obojenja**

U tisku se javlja problem smanjenja reprodukcije raspona gustoće obojenja, što direktno utječe na kvalitetu reprodukcije malih i velikih RTV. Kako bi se to što je više moguće spriječilo potrebno je kvalitetno snimiti tiskovnu formu

Kod rastriranih višebojnih otisaka postoje ograničenja ukupnoga nanosa gustoće obojenja. Zbog nemogućnosti sušenja prevelikoga sloja bojila na tiskovnoj podlozi, bojilo se suši penetracijom, oksidacijom i hlapljenjem. Zbog toga su definirane vrijednosti ukupne gustoće obojenja: za tisak iz role 280% (max 300%), za tisak z arka 320% (max 350%), te za novinski tisak 240% (max 260%).

Ako je tiskovna podloga manje kvalitetna ukupan nanos gustoće bojila treba biti manji, te se treba koristiti UCR ili GCR metoda rastriranja. Kod velikih gustoća obojenja javlja se problem zapunjenja rasterskih elemenata, zbog toga je potrebno kvalitetno definirati kvalitetu predloška i tiskovne forme, te na kraju i tiskovne podloge.

### **3.2.2 Prevelika gustoća obojenja**

Zbog zahtjeva za što većom kvalitetom tiska, tisak se često obavlja na graničnim uvjetima koristeći različite kvalitete tiskovnih podloga. Proizvođači stvaraju nove vrste papira koji nisu dobri za postizanje gustoće obojenja koju kupac želi, ali takvi papiri su povoljniji. Često se javlja problem kod reprodukcije jednog motiva na više različitih podloga (npr. logo), pa taj motiv ne izgleda jednako na svim podlogama. Problem se rješava izradom probnog tiska na istom materijalu, koji se proslijedi kupcu. Također, ovaj problem uzrok je nestandardiziranoga tiska, što otežava proces tiska.

Problem je kod prevelike gustoće obojenja što se ona očituje tako da se smanji raspon gustoće obojenja, odnosno dolazi do zapunjavanja netiskovnih elemenata i povećanja prirasta RTV na srednjim i velikim RTV.

### **3.2.3 Premala gustoća obojenja**

Kod premale gustoće obojenja otisak se čini bljedunjav. Problem se javlja kad se tiska na neupojnim materijalima pa povećanjem gustoće obojenja dolazi do preslikavanja. Uzrok tog problema može biti pretvrda otopina za vlaženje. Ako se ne može postići preporučena gustoća obojenja, onda se treba tiskati po pravilu da je gustoća obojenja crne najveća, zatim cijan, pa magenta i na kraju žuta. Ako se dobar otisak dobije s drugačijim vrijednostima, znači da sustav kalibracije i karakterizacije uređaja i strojeva nije podešen. Tisak s malim gustoćama obojenja najčešće se javlja kod strojeva koji imaju klasičan uređaj za obojenje (tekstilni valjci), dok se kod alkolor uređaja za obojenje taj problem ne javlja.

### **3.2.4 Nejednolika gustoća obojenja po zonama**

Problem nastaje kada na tiskovnu formu pada različita količina bojila, ovisno o motivu koji se tiska, pa je količina bojila na tiskovnoj podlozi različita. Stoga je potrebno dozirati onu količinu bojila koja će se potrošiti na tiskovnoj podlozi. Zato je potrebno dozirati dotok bojila na valjak prenosač s obzirom na potrošnju. Moderni strojevi su problem riješili automatskim doziranjem, tako da se gustoća obojenja u tisku povremeno snima i automatski korigira. Isto se tako mogu snimiti tiskovne forme, pa se automatski već na početku tiska zone namjeste kako treba. Problem nejednolike gustoće obojenja po zonama javlja se i kad aksijalan pomak valjaka za razribavanje bojila nije optimalan.

### 3.3 PASER I REGISTAR

Obodni registar (registar u smjeru tiska) se može podesiti zakretanjem temeljnoga cilindra naprijed ili natrag uz odgovarajuće pomicanje ofsetnog cilindra. Kod rotacija se taj proces obavlja automatski ili poluautomatski, s tim da je kod nekih strojeva zakretanje cilindara neograničeno.

Za postizanje dobrog obodnog registra, može se produžiti ili skratiti papirna traka koja se nalazi između dva tiskovna agregata. Pomicanjem registra valjka može se precizno produžiti ili skratiti put papirnoj traci i time podesiti registar u smjeru kretanja.

Bočni registar se može podesiti pomicanjem tiskovne forme. Tako se otisak na papirnoj traci može bočno pomaknuti najviše za nekoliko milimetara. Točnost bočnog registra se može postići i uređajem koji translacija papirnu traku.

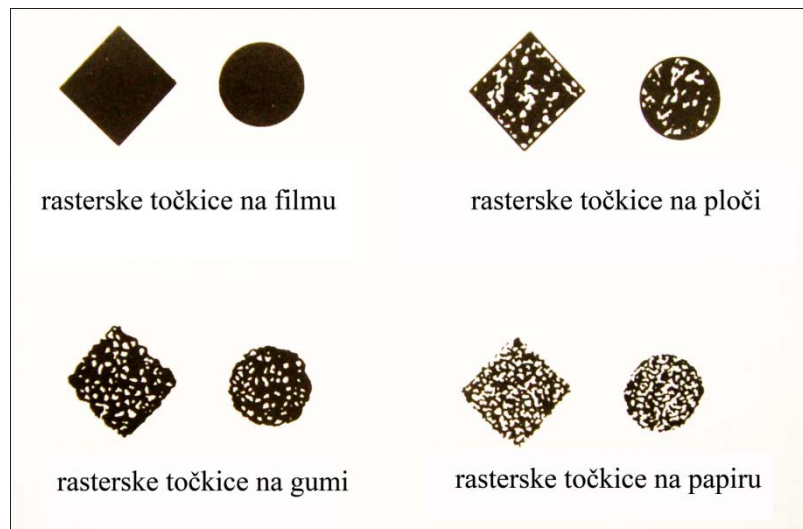
Registar se kontrolira automatski ili poluautomatski u vrijeme tiska s pomoću uređaja za mjerenje položaja bočnoga ruba papirne trake. Uređaj optičkim sklopovima utvrđuje rub papirne trake i šalje podatke u upravljački sklop za korekciju registra.

#### 3.3.1 Nepravilan paser

Pojava gdje se boje ne otiskuju na točno definirano mjesto je vidljiva čak i laiku, a najčešći uzrok je u nepravilnom ulaganju papira, odnosno kada se papir ne nasloni dobro na čeone i bočne marke. Kod višebojnih strojeva do problema dolazi zbog dimenzionalne nestabilnosti papira, odnosno kvalitete papira. Također je bitno da tok vlakana bude paralelan s osi cilindra, jer se papir najviše rasteže u smjeru okomitom na tok vlakana. Problem se može riješiti i mijenjanjem radijusa temeljnoga cilindra i to tako da se smanjenjem radijusa cilindra dobiva veći otisak i obrnuto. Problem može nastati ako ima previše otopine za vlaženje, ili ako ima premalo II-propanola, koji mora biti od 10 – 15%.

## 3.4 RASTER

### 3.4.1 Rasterski elementi



*Slika 3. Prikaz kako se rasterski elementi mijenjaju kroz cijeli postupak otiskivanja*

Rasterski elementi se mijenjaju kroz razne postupke u kojima elementi nastaju. Vrlo je bitno na koju će se tiskovnu ploču kopirati, isto tako zavisi i na kojem tiskovnom agregatu će se tiskati, s kojim bojilom, te kakav je nanos bojila. Kod različitoga omjera vode i bojila, reagirat će jačim ili slabijim pokrivanjem, postat će deblja ili šiljatija. Rasterski element reagira na sve promjene: napetost gume kod tiska, kvalitetu gume, vlažan ili suh zrak u pogonu, toplinu ili hladnoću, je li sredstvo za vlaženje kiselo, alkalno ili neutralno te ovisi o hrapavosti, upojnosti i vrsti tiskovne podloge. Element ovisi o vrsti stroja, njegovoj kvaliteti, dotrajalosti i kvaliteti održavanja.

### 3.4.1.1 Veličina rasterskih elemenata

Kako bi nijansa boje bila u potpunosti zadovoljena, potrebno je zadovoljiti debljinu slojeva boje i veličinu pojedinačnih rasterskih elemenata koje se mijenjaju s rasterskim elementima drugih (CMYK) boja. Dakle, veličinom rasterskih elemenata reproducira se odgovarajuća tonska vrijednost na slici na točno određenome mjestu. Na otisku su svijetli dijelovi rastavljeni u male, a tamni dijelovi u veće rasterske elemente.

Utvrđivanje različitih polutonova, odnosno omjer između površine rasterskih elemenata i bjeline papira brojčano se prikazuje rasterskom vrijednošću  $F$  (%). Za vrijednost  $F = 0$  % je bjelina papira, a za  $F = 100$  % je puni ton. Kod 40 % rasterske vrijednosti, rasterski elementi pokrivaju 40 % površine, a ostalih 60 % čini bjelina papira.

U svim nakladama dolazi do promjene rasterskih elemenata na pločama i tiskovnim podlogama, čime dolazi do štete unaprijed određene vrijednosti tona. Zbog toga uzroci odstupanja elemenata trebaju utvrditi i ukloniti, odnosno treba ih kontrolirati tijekom tiska. Rasterski elementi se mogu smanjiti ili povećati, mogu promijeniti oblik, a može doći i do samog pomaka rasterskog elementa. To sve na kraju utječe na odstupanje od zadane tonske vrijednosti.

Uzroci zbog kojih dolazi do promjene rasterskih elemenata su različiti: sam prijenos rasterskih elemenata s filma na tiskovnu ploču, s ploče na tiskovnu gumu, te onda na tiskovnu podlogu utječu na geometrijski oblik rasterskih elemenata. Vrlo je bitna površina i vrsta materijala s kojom se radi, također je bitno koje se bojilo koristi, kao i sredstvo za vlaženje.

Raster je sredstvo kojim se obavlja rastriranje, a produkt rastriranja je rasterski element. Nastanak višetonskih reprodukcija omogućen je zbog tromosti ljudskoga oka i nemogućnosti raspoznavanja malih rasterskih elemenata. Stoga je bitno da je rasterski element što manji.

Osnovna razlika među rasterima je u veličini i razmaku rasterskih elemenata, koji definiraju finoću (linijaturu) rastera. Osjećaj tonova rastera definira se *relativnom vidljivosti*  $V$ :

$$V = (\Delta I / 2) / I_{srednje}$$

### 3.4.2 Vrste rastriranja

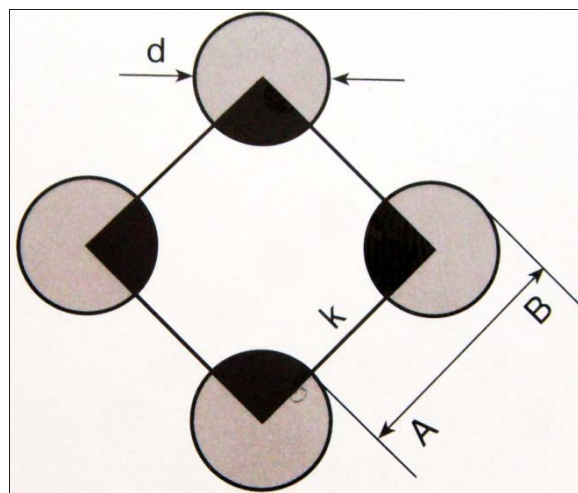
Rastriranjem višetonskoga originala vrijednosti tonaliteta transformiraju se u tiskovni i netiskovni element.

Intenzitet reflektirane svjetlosti sa okrugloga rasterskog elementa ovisi o veličini i pokrivenosti bojila samoga rasterskog elementa. U realnoj situaciji u tisku, pokrivenost i oblik rasterskoga elementa ovisi o postupku tiska, tiskovnim materijalima, bojilima, itd. Dakle, niz različitih elemenata u tisku utječe na doživljaj različitih tonaliteta, isto tako na kvalitetu tonaliteta utječu i prethodne faze nastajanja rasterskog elementa, kao što je izrada predloška za tisak ili izrada tiskovne forme. Zbog svega toga javila se potreba za različitim vrstama rastriranja, kako bi se dobila što kvalitetnija grafička reprodukcija.

Raster se dijeli na *amplitudno modulirani (AM)* i na *frekventno modulirani raster (FM)*. Postoje kombinacija ta dva rastera koja se naziva *hibridni raster* te rasteri s *modulacijom obojenja*.

#### 3.4.2.1 Amplitudno modulirani raster

Kod ovog rastera na doživljaj različitih tonaliteta utječu promjene veličine rasterskih elemenata. Razmak među rasterskim elementima je konstantan bez obzira na veličinu rasterskoga elementa.



Slika 4. Amplitudno modulirani raster

Elementarni kvadrat čine četiri rasterska elementa, odnosno rasterski element kod amplitudno moduliranoga rastera pokriva dio površine elementarnoga kvadrata. U elementarnom kvadratu  $k$  predstavlja površinu elementarnog kvadrata,  $A - B$  razmak između rasterskih elemenata i  $d$  promjer rasterskoga elementa.

Jednadžba za izračunavanje površine elementarnoga kvadrata je:

$$k = IA - B^2$$

Jednadžba za izračunavanje *relativne rasterske površine* koja je bitna za rastersko reproduciranje određenoga tona je:

$$a = F_g / F_a$$

$F_g$  je površine pokrivena rasterskim elementom

$F_a$  je ukupna površina

Umnoškom relativne rasterske površine i broja 100 dobijemo rastertonsku vrijednost (RTV):

$$RTV = 100 (F_g / F_a)$$

Rastertonska vrijednost izražava se u postocima i označava sa % *RTV*.

Upotreba amplitudno modeliranoga rastera je raspostranjena i njime se može reproducirati velik raspon rastertonskih vrijednosti, što ukazuje na vrlo veliku mogućnost reproduciranja, ali kod vrlo sitnih prijelaza tonova kod velikih rastertonskih vrijednosti pokazao se manjkavim.



### 3.4.2.1.1 Kutevi rastriranja AM rastera

Zbog pojave *moarea*, odnosno interferencije rasterskih elemenata u oku, potrebno je pravilno postaviti kuteve rastera i to tako da:

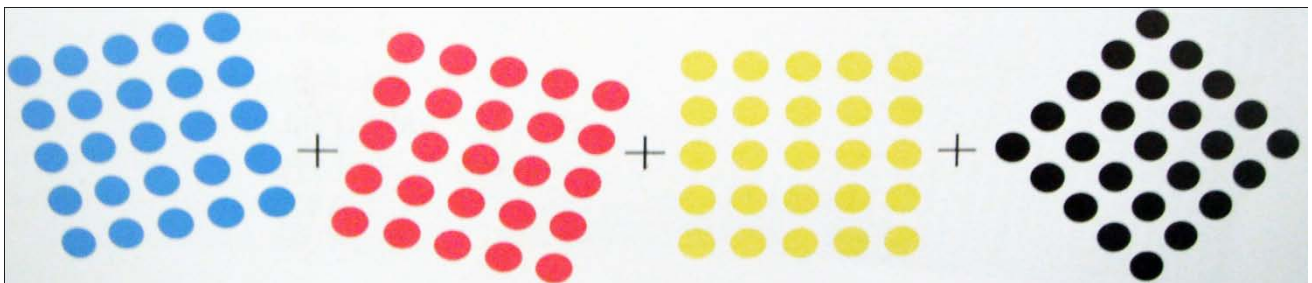
-za cijan pod kutem od  $15^{\circ}$

-magenta pod kutem od  $75^{\circ}$

-žuta pod kutem od  $0^{\circ}$

-crna pod kutem od  $45^{\circ}$

Kutevi cijan i magente mogu biti zamijenjeni.



Slika 5. Kutevi rastriranja

Kada su kutevi rastera dobro podešeni, pod povećanjem se vidi „rozeta“.

Ako kutevi rastera nisu dobro podešeni dolazi do nepoželjne pojave *moarea*, što utječe na reprodukciju tonova, odnosno neki tonovi mogu izgledati tamnije, svjetlije ili mogu imati drugačiju boju. Zato je vrlo bitno da za vrijeme tiska ne dođe do pomaka pasera niti jedne boje.

Uzrok pomaka pasera jedne boje u odnosu na drugu u procesu tiska uzrokuje dimenzionalna nestabilnost tiskovne podloge, naime, tiskovna se podloga prolaskom kroz tiskovne agregate rasteže i tako drugo bojilo ne dolazi na svoje mjesto.

### **3.4.2.1.2 Finoća AM rastera**

Finoća rastera zapravo znači linijatura rastera, odnosno, što je manja površina elementarnoga kvadrata to ljudsko oko teže uočava rasterske elemente. Ljudsko oko vrlo teško prepoznaje rastere linijature 60 ili više i to na udaljenosti od 1 cm.

Kod srednje kvalitete ofsetnog tiska koriste se rasteri linijature 60 lin/cm, kod visoke kvalitete rasteri 70 do 80 lin/cm, a više linijature se ne koriste zbog pojave velikoga prirasta rasterskih vrijednosti.

### **3.4.2.2 Frekventno modulirani raster**

Osjećaj tonaliteta kod ovoga rastera se dobiva različitom udaljenošću rasterskih elemenata, dok je veličina rastera konstantna. Finoću rastera definira veličina rasterskoga elementa, a ne veličina elementarnoga kvadrata. Veličina rasterskog elementa se definira u  $\mu m$  i to od 20  $\mu m$  do 40  $\mu m$ .

Mogućnost frekventno moduliranog rastera je reproduciranje vrlo sitnih detalja, no kod reprodukcije motiva s jednoličnim površinama dolazi do optičke varke „brazdi“ koje zapravo ne postoje, ali se vide zbog tromosti oka. Kod manjih rasterskih elemenata dolazi do pojave prirasta RTV.

FM raster se najčešće koristi kod izrade visokokvalitetnih proizvoda tiskanih na visokokvalitetne tiskovne podloge, te kod tiskanja vrijednosnica gdje se strogo definira položaj rasterskih elemenata.

### **3.4.2.3 Hibridni raster**

Hibridni rasteri imaju elemente amplitudnog i frekventno moduliranog rastera. Pomoću različitih algoritama moguća je reprodukcija malih i velikih RTV upotrebom FM rastera, dok se srednji tonovi reproduciraju uz pomoć AM rastera. Prijelaz s jednog na drugi raster kreće se u određenom rasponu RTV. Rasterski elementi mogu biti i različitih oblika i simbola, čime se može zaštititi vrijednosnica.

### **3.4.2.4 Rasteri s modulacijom obojenja**

Koristi se u bakrotisku, *ink jetu* ili elektrofotografiji. Kod ovog rastera se doživljaj gustoće obojenja postiže različitom obojanošću rasterskih elemenata, dok se u ostalim vrstama rastera doživljaj tonaliteta postiže veličinom i položajem rasterskih elemenata.

### 3.4.3 Deformacija rasterskih elemenata

Smanjenje kvalitete tiska direktno ovisi o deformacijama rasterskih elemenata, stoga je bitno imati sustav sa što manjom deformacijom rasterskih elemenata. To je ujedno i najbitniji uvjet za kvalitetu tiska, ponovljivosti procesa, održavanje kvalitete otiska tijekom tiska i povećanje kvalitete grafičkog proizvoda.

Kvaliteta reprodukcije i raspon integralne gustoće obojenja ovise o veličini rasterskog elementa prilikom prijenosa kroz reprodukcijski lanac te o fizikalno-kemijskim uvjetima u samome procesu tiska. Proizvodnja utječe na rasterski element tako da se on poveća ili smanji u odnosu na teoretsku površinu, u većini slučajeva rasterski se element povećava.

Deformacija rasterskog elementa može se ustanoviti razlikom radijusa stvarnog rasterskog elementa i teoretskog, ako nije riječ o okruglom rasteru uzima se najduža dijagonala. Do deformacije rasterskog elementa dolazi neovisno o vrsti rastriranja. Deformacije rasterskih elemenata su neizbježne ali ih valja održavati konstantnima i što manjima.

Najčešći uzrok deformacije su sile pritiska između valjaka (uređaji za obojenje i vlaženje), bubnjeva (prijenosni dijelovi između tiskovnih agregata) i cilindara (temeljni, ofsetni i tiskovni). Isto tako, problem je održavati istu količinu obojenja kod rasterskih elemenata tijekom cijelog procesa, a nestalnost obojenja javlja se zbog temperature, vlage, kemijskih karakteristika bojila i otopine za vlaženje, adhezivnih i kohezijskih sila bojila i tiskovne podloge. Stoga je potrebno dozirati količinu bojila kojoj je *relativni tiskovni kontrast* ( $K_{rel}$ ) maksimalan.

Deformacije se dijele na geometrijske i optičke.

#### 3.4.3.1 Geometrijska deformacija rasterskih elemenata

Nastaje mehaničkim djelovanjem na rasterski element za vrijeme i nakon tiska. Među najvećim problemima je postizanje jednake obodne brzine između cilindara, stoga cilindri moraju biti točno definiranih dimenzija, a i debljina gumene navlake s podlogom mora biti po propisanim vrijednostima, kako bi obodne brzine bile u optimalnom odnosu. Isto tako, kada se tiska na različite tiskovne podloge, mora se voditi računa da se svaki put dobro podesi pritisak ofsetnog cilindra i tiskovne podloge, što isto ima za posljedicu promjenu obodnih brzina cilindara. Rasterski element postaje veći već kod prijenosa na gumeni cilindar, jer uslijed tlačne sile među cilindrima dolazi do savijanja kompresibilnog sloja, a isto tako dolazi do proklizavanja dijelova koji prenose rasterski element.

Geometrijske deformacije rasterskih elemenata su: smicanje, dubliranje i razmazivanje.

#### **3.4.3.1.1 Smicanje**

Do smicanja dolazi zbog nepravilnih obodnih brzina cilindara, loše postavljene ofsetne gume ili tehnički neispravnog stroja, a rasterski element se deformira tako da se izduži u smjeru u kojem se tiska. Smicanje se otkriva pod velikim povećanjem kojim postaju vidljivima razlike u gustoći obojenja teoretske i stvarne površine rasterskog elementa.

#### **3.4.3.1.2 Dubliranje**

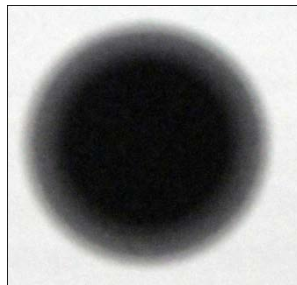
Do dubliranja dolazi kada je ofsetna gumena navlaka nedovoljno nategnuta ili kod nepravilne debljine tiskovne podloge. Vrlo često se pojavljuje kod obostranog tiska kada dio bojila ostaje na tiskovnom cilindru prvog tiskovnog agregata, te kada se okrene arak taj dio se tiska na poledinu arka. Najčešće se dubliranje javlja kod starih strojeva i ne može se u potpunosti ukloniti, ali se može smanjiti obrezivanjem araka prije nego ulaze u stroj. Raster kod ovakve deformacije se izdužuje, ali trag koji je nastao suprotno od smjera tiska manje je gustoće obojenja od gustoće obojenja teoretskog rastera. Ova deformacija se rijetko događa i teško se može ustanoviti.

#### **3.4.3.1.3 Razmazivanje**

Razmazivanje je deformacija koja se ne događa za vrijeme tiska, već nakon tiska kada dolazi do struganja nekih dijelova stroja ili poledine tiskovnog materijala otiska koji nadolazi. Isto tako, kada svježe otisnut arak dolazi u mehanički kontakt s dijelovima stroja, a da se prije toga bojilo nije dovoljno osušilo ili ako rasterski elementi nisu u mogućnosti zadržati se na tiskovnoj podlozi. Također se razmazivanje događa kod višebojnog tiska pri prijenosu tiskovne podloge pomoću bubnjeva koji razmazuju rasterske elemente, stoga je vrlo bitna hrapavost površine bubnja. Do razmazivanja dolazi i ako je prevelik nanos bojila, a premalo sredstva za vlaženje, ali tada kažemo da dolazi do zapunjenja rasterskih elemenata, odnosno toniranja. Posljedica toniranja smanjuje raspon gustoće obojenja, a time i pad kvalitete grafičkog proizvoda.

### 3.4.3.2 Optička deformacija rasterskih elemenata

Geometrijske deformacije rasterskih elemenata bi se vrlo lako uočile i riješile da je intenzitet svjetlosti koji se reflektira od otiska idealan, no to u praksi nije tako. Dio svjetlosti koji se reflektira od otiska sastoji se i od dijela svjetlosti koji je reflektiran i od unutarnjih slojeva tiskovne podloge i time doživljavamo rasterske elemente proširenima, ta pojava se naziva *halo efekt*.



*Slika 6. Pojava halo efekt*

Dakle, optička deformacija nastaje uslijed refleksije svjetlosti s unutarnjih slojeva tiskovne podloge. Bez obzira na vrstu deformacija rasterskog elementa, za posljedicu imamo smanjenu kvalitetu grafičkog proizvoda. Zato ih je bitno pravodobno ustanoviti, kako bi se mogle predvidjeti prilikom izrade proizvoda, jer samim predviđanjem deformacija moguće je smanjiti ih ICC profilima (International Color Consortium) i jer se njima može pravilno kalibrirati i karakterizirati proizvodni sustav.

## 3.5 PRIRAST RTV

### 3.5.1 Prirast rasterskih elemenata

Prirast rasterskih elemenata može se utvrditi pomoću kontrolne trake, odnosno mjernog stripa i to vizualno ili mjernom metodom.

Vrlo je bitno definirati kako i u kojoj količini tiskovna forma prenosi bojilo na tiskovnu podlogu. Rasterski element na tiskovnoj formi nije iste veličine prije i poslije nanosa bojila i sredstva za vlaženje, što ima za posljedicu prirast RTV. Bojilo nanoseno na rasterski element djelomično prelazi preko rasterskog elemenata, a ako je lošije vlaženje bojilo će još više prelaziti preko rasterskog elementa. Bez obzira na veličinu površine koja je prešla preko rasterskog elementa, ona utječe na kvalitetu tiska.

### 3.5.2 Prirast rastertonskih vrijednosti

Deformacijom rasterskih elemenata odnosno njihovim povećanjem na površini otiska, dolazi do povećane pokrivenosti tonova otisnute površine u odnosu na teoretsku pokrivenost površine otiska. Takvo povećanje stvarne pokrivenosti površine u odnosu na teorijsku pokrivenost naziva se *prirast rastertonskih vrijednosti RTV*.

Pojava prirasta rastertonskih vrijednosti uvijek se javlja u tisku, a rješava se tako da se ustanove vrijednosti prirasta RTV, pa se određenim metodama prirast smanji prije i tokom tiska. Stvarna vrijednost prirasta RTV, odnosno ukupni prirast rastertonskih vrijednosti dan je Murray-Davies jednadžbom:

$$F(a) = (1-10^{-Dr}) / (1-10^{-Dpp}) \times 100 \%$$

gdje je  $Dr$  gustoća obojenja polja koje se mjeri, a  $Dpp$  je gustoća obojenja punog polja.

Prirast RTV (Dot Gain ili Tone Increase Value) na otisku dobiva se razlikom stvarne pokrivenosti površine od teoretske pokrivenosti površine.

$$DG = F(mj) - F(a)$$

Prirasti rastertonskih vrijednosti nisu isti na četvrtinskim, srednjim i tročetvrtinskim vrijednostima rastertonskih vrijednosti, stoga se prirasti rastertonskih vrijednosti svrstavaju u osam kvalitativnih kategorija (A-H), gdje su točno definirani postoci prirasta za točno definirane rastertonske vrijednosti.

Za uspješnu reprodukciju originala, potrebno je smanjiti prirast RTV, stoga je težnja svake tiskare standardizirati rastertonske vrijednosti na što manje tolerancije.

*Tablica 5. Osam kvalitativnih kategorija RTV na otisku*

RTV na otisku	Prirast rastertonskih vrijednosti (%)							
	A	B	C	D	E	F	G	H
25	9	12	15	18	20	23	26	29
40	13	16	19	22	25	28	31	34
50	15	17	20	23	25	28	31	33
70	14	16	17	18	20	21	23	24
75	13	14	15	16	17	18	19	20
80	12	12	13	14	14	15	16	17

Moguće je prirast RTV dovesti vrlo blizu graničnim vrijednostima, odnosno nuli. To je slučaj kod vrlo grubog rastera, gdje raster može biti vrlo velik, npr. kod izrade plakata, gdje se otisak gleda s velike udaljenosti i ljudsko oko ne vidi rasterske elemente.

Ekstremno velik optički prirast RTV javlja se ako u procesu tiska upotrebljavamo hrapave tiskovne podloge, pa je svjetlost koja se reflektira od podloge toliko velika da je duplo veća od rastera, pa kod 50 % RTV imamo prirast 25 %. Ta pojava se može desiti kod FM finih rastera.

Kod ekstremno velikog ukupnog prirasta RTV prirast je toliko velik da više ne utječe na reprodukciju tonova, već se ton dobiva samo supraktivnim miješanjem. Takav prirast moguć je kod FM finih rastera, ali i na otiscima *ink jet* digitalne tehnologije. Za pokrivenost površine pri 50 % RTV, ekstremni ukupni prirast doseže granicu do 30% prirasta RTV.

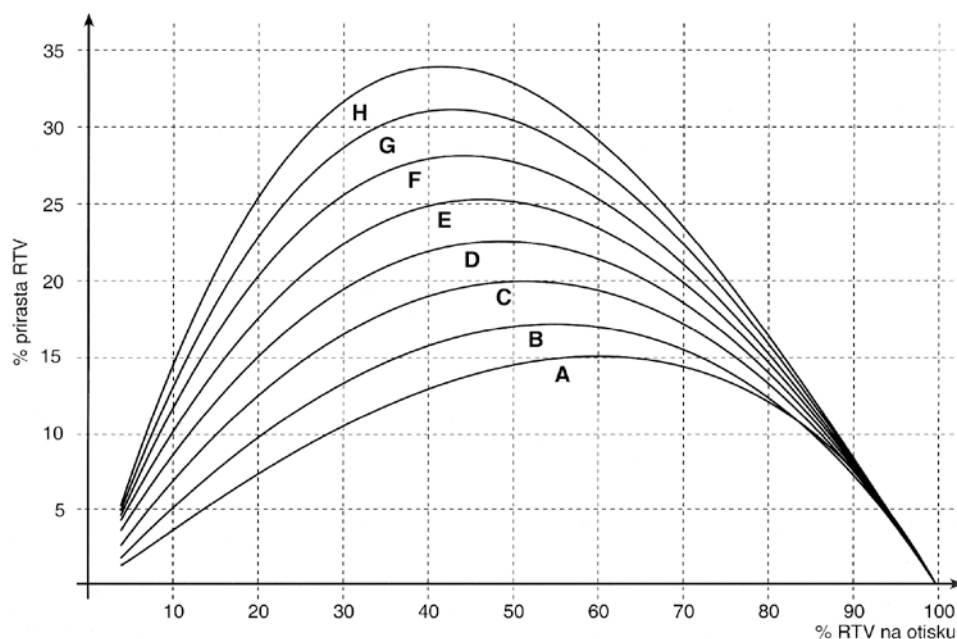
### 3.5.3 Krivulja prirasta RTV

Kod različitih vrsta tiskovnih podloga preporučaju se sljedeće vrijednosti prirasta pri 50% RTV.

Tablica 6. Preporuke vrijednosti prirasta pri 50% RTV

Vrsta papira	% prirasta 50% RTV.
Sjajni prema- zani, bezdrvni	17
Mat prema- zani, bezdrvni	17
Sjajni prema- zani za rototisak	19
Nepremazani bijeli	23
Nepremazani žučkasti	23

Kako bi se napravila krivulja prirasta RTV potrebno je otisnuti polja od 25, 50 i 75% RTV. Krivulja nam pomaže pri kontroli kvalitete otisaka, tako da stalno pratimo oblik krivulje. Uvijek je potrebno težiti prema vrijednostima koje prikazuju manje vrijednosti prirasta RTV. Krivulja prirasta ne smije biti više ukošena ili imati velika odstupanja na samo nekim RTV.



Slika 7. Krivulje različitih kategorija prirasta RTV

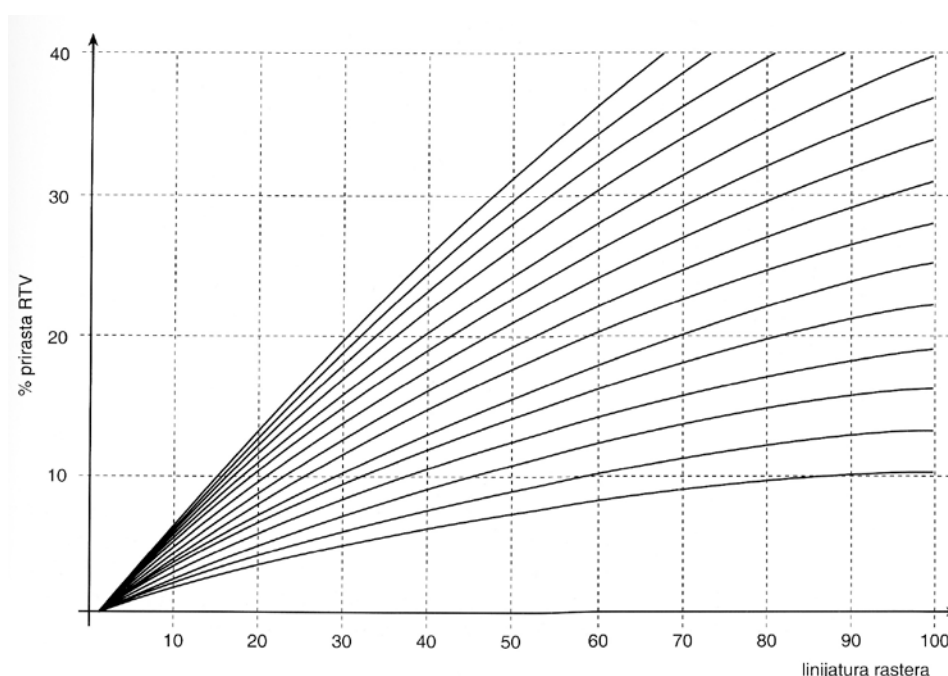


Za kvalitetnu reprodukciju potrebno je i osigurati tolerancije kroz tisak cijele naklade.

Tablica 7. Tolerancije devijacije prirasta RTV kroz tisak naklade

% RTV	tolerancija devijacije s probnim otiskom	tolerancija varijacije kroz cijelu nakladu
40 ili 50	3	4
75 ili 80	2	3
Razlika među bojama	4	5

Vrijednosti prirasta RTV ovise i o finoći rastera:



Slika 8. Krivulja ovisnosti prirasta RTV i linijature rastera

#### Nepравilan pritisak među cilindrima

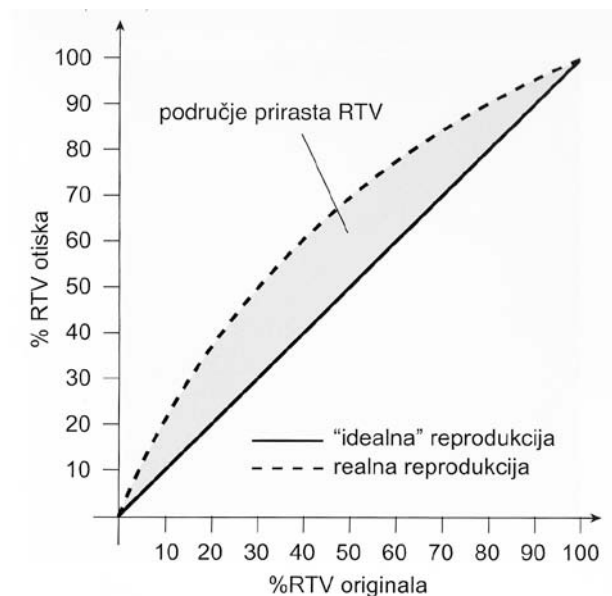
Za kvalitetu otiska vrlo je bitan dobro podešen tehnološki prostor stroja, odnosno debljina tiskovne forme s podlogom. Isto tako vrlo je bitno da debljina gumene navlake bude onakva kakvu proizvođač propisuje, a ona se često stanji uslijed dužeg rada. Razlika u debljini može biti i u stotinkama milimetra, ali ipak može doći do problema u tisku. Problem se ne očituje toliko kod strojeva kod kojih se razmak među cilindrima regulira kliznim prstenovima.

Posljedica nepravilnog pritiska među cilindrima, odnosno neujednačene obodne brzine cilindara je prevelik prirast RTV. Time otisak postaje tamniji u cijelosti, osobito u srednjim tonovima, a moguća je i pojava tamnijih, debelih paralelnih linija na osi cilindra.

Smicanje i dubliranje uzrokuje veći prirast RTV.

### 3.5.3.1 Utjecaji na krivulju rastertonskih vrijednosti

U prijelaznom koraku od tiskovne forme do tiskovne podloge nastaju najveće razlike u prijenosu tonskih vrijednosti. Veličina utjecaja tonskih vrijednosti može se izmjeriti i prikazati krivuljom prijenosa rastertonskih vrijednosti u tisku. Krivulja prikazuje momentalno stanje kvalitete prijenosa i izučen promatrač na temelju tih informacija može smanjiti greške i poboljšati uvjete tiska.



Slika 9. Krivulja prirasta RTV

Gustoća punog tona ne može se uvijek podesiti bez utjecaja na reprofotografiju. Pri prevelikom dotoku bojila, odnosno prevelikoj debljini nanosa sloja bojila na tisku dolazi do prezasićenosti tiskarske boje i do krivog reflektiranja tonskih vrijednosti reprodukcije. Kod standardiziranog tiska to se ne bi smjelo raditi.

Ljepljivost bojila utječe na povećanje tonske vrijednosti u tisku i to u svim mjerenjima, te kod velike količine bojila dolazi do zatvaranja rastera. Temperatura uređaja za bojanje utječe na viskozitet bojila, a time i na ljepljivost, pa se održavanjem temperature bojila i otopine za vlaženje može utjecati na prijenos tonskih vrijednosti.

### 3.6 SUBJEKTIVNA I OBJEKTIVNA KONTROLA KVALITETE U TISKU

Kontrolni stripovi su alati kojima se obavlja kontrola kvalitete tiska i upravljanje tiskom. To su otisnuta polja veličine 5 x 6 mm i nalaze se na dijelu otisnutog arka koji se obrezuje. Pomoću njih se vizualno ili spektrofotometrijskim i denzitometrijskim metodama pronalaze pogreške u tisku koje se onda rješava. Kontrolni stripovi se dijele na signalne i mjerne stripove.

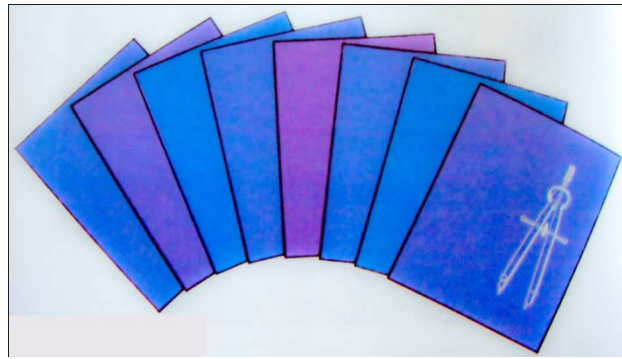
Pored mjernih kontrolnih stripova imamo i signalne stripove sa signalnim poljima i stripove za kontrolu tiskovne forme. Pomoću stripova se standardizira proces reprodukcije od predloška do otiska, ali uz uporabu različitih mjernih aparata i sklopova. Standardizacijom procesa tiska poboljšava se vjernost i vizualni izgled otiska, smanjuje se makulatura i ubrzava cjelokupan rad uz viši stupanj kvalitete. Uređaji kojima se mjeri reprodukcija su denzitometar i spektrofotometar.

Sastoje se od dijela gdje su polja punog tona, taj dio iznosi 54 mm, a smješten je između lijevog i središnjeg križića pasera. Služi za kontrolu nanosa bojila i otisak triju osnovnih boja jedne iznad druge na jednom te istom polju stripa.

Drugi dio stripova dugačak je 224 mm i smješten je između srednjeg i desnog križića pasera. Ovaj dio sadrži potrebna mjerna i kontrolna polja za četiri osnovne boje.

#### **3.6.1 Objektivna kontrola kvalitete otiska (Mjerni stripovi)**

Bez objektivne kontrole kvalitete tiska, rezultat je u pravilu više loš nego dobar. Tiskovna se kvaliteta procjenjuje prema originalnom predlošku, a tonska vrijednost i njegova stabilnost procjenjuju se unutar naklade. Najčešći uzrok reklamacije su razlike koje se javljaju u obojenju, a te razlike se vrlo lako mogu vizualno uočiti- lapezasto se prostru otisci. Kod vizualnog ocjenjivanja tona boje, veliku ulogu ima osvjetljenost prostorije u kojoj se gleda otisak, također je bitna činjenica da svaki tiskar doživljava boje subjektivno. Stoga postoje određeni standardi za vizualnu kontrolu otiska, primjerice: standardno svjetlo iznad otiska se podesi na 6500 °K, zajedno se tiskaju kontrolni elementi za paser i registar, primjenjuju se kontrolna polja za rastezanje, dupliranje i primanje boje. Kako bi dobili što objektivniju ocjenu kvalitete otiska potrebne su objektivne mjerne jedinice, kao i prikladan način mjerenja.



Slika 10. Lapezasta kontrola otisaka

### 3.6.1.1 Kontrola kvalitete pomoću mjernih stripova

Kvaliteta reprodukcije crteža može se odrediti korištenjem reprodukcije tona, gustoće obojenja i reprodukcije oštrote crteža. Kod tiska crteža u boji bitno je da se dobro usklade boje crteža na uzorku, na probnom otisku i na krajnjem otisku. Za postizanje određene boje na krajnjem otisku, potrebno je miješati tri osnovne boje (cijan, magenta i žuta) i to u određenom omjeru. Ukoliko ton boje na krajnjem otisku ne odgovara tonu boje na uzorku, znači da se nije pogodio točan omjer osnovnih boja, a najčešći uzrok pogreške u tonu boje je proširenje rasterskog elementa. Znači, ako se želi dobiti kvalitetan ofsetni tisak potrebno je ovladati proširenjem rasterskog elementa. Na toj osnovi se temelje mjerni kontrolni stripovi za kvalitetu otiska koji pouzdano i jednostavno prikazuju promjene rasterskih elemenata. Na promjenu rasterskih elemenata utječe prijenos bojila s ofsetne gume, promjena temperature bojila te različito primanje otopine za vlaženje. Količina udjela pojedinih boja (ravnoteža boja) također se mora kontrolirati.

Današnji kontrolni mjerni stripovi se sastoje od mjernih polja s punom plohom te mjernih polja s različitim vrstama rastera (grubi ili fini raster sa različitim rastertonskim vrijednostima). Upravljanje i kontrola tiska *mjernim stripovima* potrebna je kako bi se tisak mogao potpuno automatizirati, a i sama kontrola kvalitete je objektivnija nego kod signalnih stripova, jer se isključuje subjektivnost promatrača. Mjerni stripovi služe da se uz pomoć denzitometra i spektrofotometra procesi u tisku dovedu u optimalno stanje. Stoga su mjerni stripovi u današnje vrijeme nezamjenjivi.

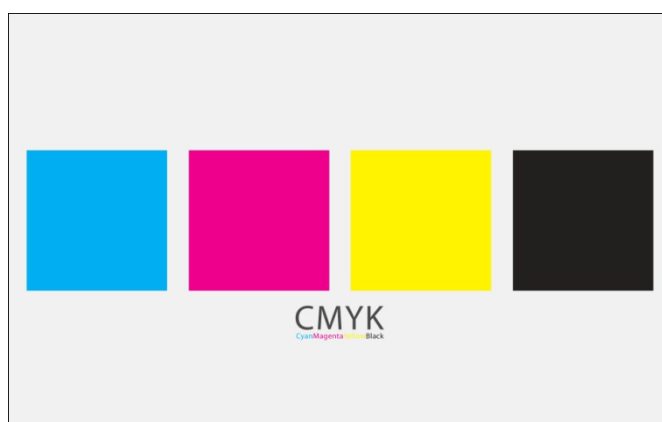
Jedan od glavnih uvjeta kvalitetnog tiska je postizanje optimalnog obojenja čime proces tiska postaje standardiziran i ponovljiv. Kontrola obojenja se obavlja mjerenjem mjernih stripova sa 100 % RTV te njime možemo ustanoviti *integralnu gustoću obojenja, CIE L\*a\*b osnovnih boja*. Na mjernom stripu se nalaze polja s definiranim RTV vrijednostima i njima možemo ustanoviti *prirast RTV, relativni tiskovni kontrast, prihvaćanje boje, sivoću boje i efikasnost boje, pogreška tona i kromatične koordinate sivog balansa*.

### 3.6.1.1.1 FOGRA PMS

Ovim stripom se upravlja četverbojnim tiskom uz pomoć mjerljivih veličina. Tiska se 10 mm od ruba papira u smjeru pravca tiska. Strip omogućava vizualni i denzitometrijski nadzor kopiranja ploče i obojenja tiska te ravnotežu boja., nanos bojila, pomicanje i dubliranje.

### 3.6.1.1.2 Polje punog tona

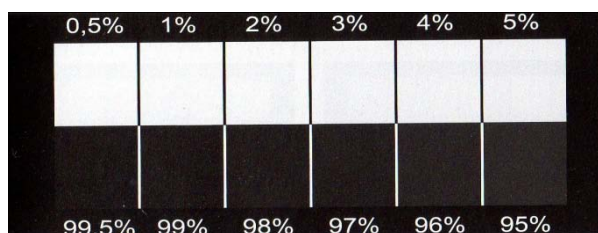
Polja punog tona su smještena jedna pored drugoga na dužini 5 cm. Polja omogućavaju mjerenje kojim se kontrolira izjednačenost obojenja preko cijelog formata, odnosno obojenje po zonama. Služi za kontrolu nanosa bojila i tiskanje boje preko boje.



*Slika 11. Mjerna polja punog tona*

### 3.6.1.1.3 RTV

Za ustanovu optimalnog prijenosa rastertonskih elemenata od trenutka stvaranja tiskovne forme pa do otiskivanja na tiskovnu podlogu koriste se stripovi koji su sastavljeni od malih i velikih RTV i mikrolinija debljine 4  $\mu\text{m}$  kojima se kontrolira razlučivost tiskovne forme. Najčešća polja su od: 1 %, 2%, 3 %, 4 %, i 5 % RTV i iod 96 %, 97 %, 98 %, 99 % i 99.5 % RTV.



*Slika 12. Signalni strip za ustanovu raspona gustoće obojenja*

### **3.6.2 Subjektivna kontrola kvalitete otiska (Vizualna kontrola tiska)**

Kod svakog tiskarskog posla bitan je sklad između kvalitete otiska, vremenskog roka tiska i ekonomije. Kvaliteta se kontrolira usporedbom predloška i gotovog otiska. Iskusan strojar može vizualno odrediti razlike u kvaliteti otiska i predloška. Za kvalitetniji otisak se na nakladi tiskaju križići rastera, kako bi se kvaliteta pasera održavala tijekom tiskanja naklade.

U realnoj grafičkoj reprodukciji vrlo je teško ustanoviti pad kvalitete, osobito na malim dijelovima reprodukcije. Isto tako, pad kvalitete se često otkrije kada se šteta već povećala u odnosu na početak štete, pa se prekasno zamijeti da je došlo do puno veće štete. Zbog toga je bitan stalni pregled naklade. Kontrola također ovisi i o kvaliteti stroja i materijala, te o samom iskustvu strojara. Isto tako, vrlo je bitno vodi li se tisak automatski, odvijaju li se mjerenja po cijeloj dužini arka, odvija li se mjerenje ručnim uređajima i procjenjuje li se kvaliteta vizualnom kontrolom.

Vizualna kontrola kvalitete u nekim segmentima nije preporučljiva, ali je preporučljiva gdje se greške mogu vidjeti golim okom ili ih je nemoguće pravodobno izmjeriti.

#### **3.6.2.1 Kontrola kvalitete pomoću signalnih stripova**

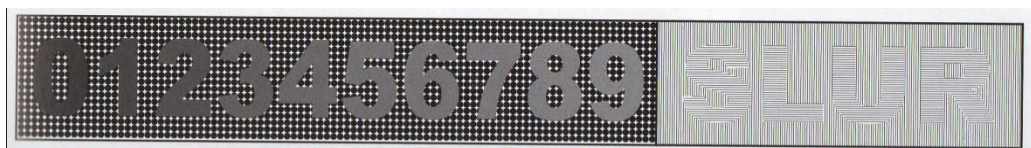
Oko reagira na najmanje promjene koje se mogu dogoditi u tisku, a kako bismo još pojačali mogućnosti uočavanja tih promjena koristimo signalne stripove. Tako imamo stripove koji pomažu ustanoviti geometrijske deformacije u tisku i to tako što se strip sastoji od tankih okomitih, vodoravnih te kosih linija. Ako dođe do geometrijske deformacije linije koje su okomite na smjer deformacije postaju deblje. Takvim stripovima lako se određuju pogreške smicanja i dubliranja, no teško se raspoznaje razlika između smicanja i dubliranja. Kada nema geometrijskih deformacija u tisku stripovi s linijama moraju izgledati isto po svojoj gustoći obojenja. Tako se geometrijske deformacije mogu odrediti mjerenjem gustoće obojenja tih linija i one ne bi trebale prelaziti 3 %. Postoje stripovi koji se sastoje od linija koje su usmjerene u svim smjerovima, te se pomoću njih vrlo lako uočava da je došlo do geometrijske pogreške.

Korištenjem signalnih stripova dolazi do skraćivanja pripreme tiskarskih strojeva, smanjuje se postotak makulatura, što je vrlo bitno za cijenu tiskanja, a također se brže i bolje određuje sama kvaliteta otiska. Ali prije uvođenja kontrole kvalitete treba napraviti uvid o potrebi kvalitete krajnjeg korisnika. Postoji mogućnost da zahtjevi za kvalitetom nisu potrebni. Signalni stripovi pomoću oblika i linija zorno prikazuju greške u tisku i to tako da optički pojačavaju grešku koja je nastala u tisku.

Svi signalni stripovi prikazuju povećanje ili smanjenje rasterskih elemenata na principu finog i grubog rastera. Ono se bolje očituje na finijim rasterima. Ako otisak postaje puniji to znači da ima previše boje ili je došlo do pomicanja ili dubliranja. Ako je otisak slabiji, moguće da je preslabo obojen ili neodgovarajuća ofsetna ploča. Kod jednakih uvjeta tiska i kod jednakog povećanja tiskovnih elemenata dobivamo različito povećanje rastertonskih vrijednosti kod grubog i finog rastera, a time i različitu reprodukciju tonova. To se događa jer fini raster koji se sastoji od mnogo malih elemenata ima zajedno veći opseg nego malo elemenata grubog rastera, ako se promatraju jednako velike površine na kojima je raster smješten. Više će se bojila okupiti oko finih rasterskih elemenata nego oko grubih. Zato će polja signalnog stripa u finom rasteru izgledati tamnije od polja sa grubim rasterom.

### 3.6.2.1.1 SLUR

Signalna traka je izrađena u tonu grubog rastera. Brojevi od 0 do 9 izrađeni su od finog rastera, a njihova tonska vrijednost opada od broja 0 prema 9. Kod kvalitetnog otiska brojka 3 i polje grubog rastera trebaju prikazivati jednake vrijednosti, a brojka 3 se ne vidi. Što su punija rasterski elementi, to će rastertonska vrijednost grubog rastera trake i rastertonska vrijednost finog rastera brojeva imati jednaku vrijednost kod viših brojeva. Ako je slabiji rasterski element, jednaka vrijednost će biti kod nižih brojeva.



*Slika 13. Signalni strip „SLUR“*

Pomoću povećala ili mikroskopa još se jasnije može odrediti radi li se o punijem otisku, pomicanju ili dubliranju, te se jasnije uočavaju preklapanja grubog i finog polja. Na signalnom stripu se nalazi tekst SLUR koji postaje jasno vidljiv kada se radi o dubliranju ili pomicanju.

### 3.6.2.1.2 Zvezdasti strip

U kombinaciji SLUR signalnog stripa koristi se strip u obliku zvijezde. Kod dobrog tiska cijela zvijezda unutar stripa ima približno jednaku rastertonsku vrijednost, a u središtu se nalazi bijelo polje. Kod punijeg tiska, strip postaje tamniji s bijelom mrljom oko središnje bijele točke. Slabiji otisak ima šire bijele linije.



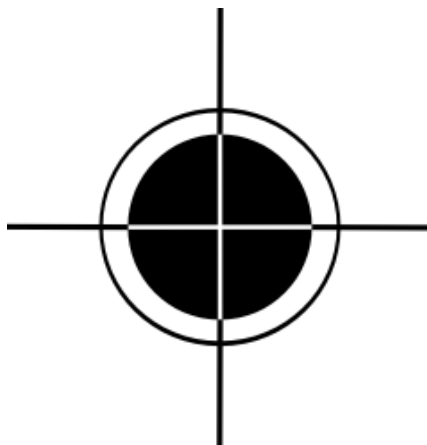
*Slika 14. Signalni strip u obliku zvijezde*

Zvjezdasti strip može prikazati pogreške pomicanja u stranu (bočno pomicanje koje je okomito na pravac tiskanja), pomicanja po obujmu (po pravcu tiska), te pogreške pomicanja i dubliranja.

### **3.6.2.1.3 Paser i registar**

Strip se sastoji od dvije okomite linije sa 100 % RTV koje mogu se nalaziti i u kružnici. Tiskaju se u svim bojama višebojne reprodukcije. Pomažu u ustovnjivanju greške nalijeganja jedne boje na drugu, ili kod obostranog tiska ukazuju na grešku pasera.

Najčešće se za kontrolu registra i pasera koriste križići.

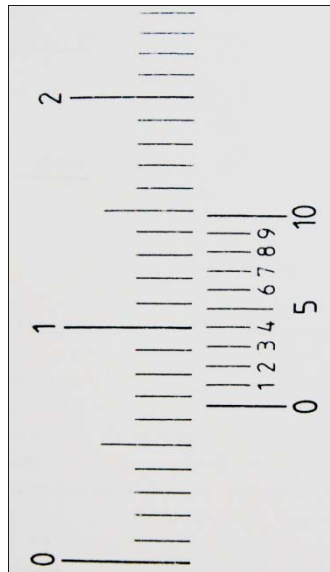


*Slika 15. Strip za kontrolu pasera i registra*



#### 3.6.2.1.4 FOGRA nonius

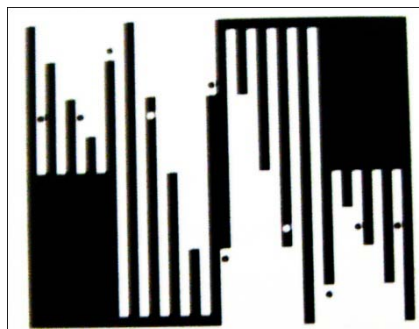
Strip koji određuje deformacije papira.



*Slika 16. Signalni strip FOGRA nonius*

#### 3.6.2.1.5 Šabloniranje

Do šabloniranja dolazi ukoliko je na otisku nejednoliko obojenje, te se pojavljuje slika na mjestima gdje je ne bi trebalo biti. Pogreška se može ustanoviti jedino signalnim stripom koji je za to namijenjen.



*Slika 17 Signalni strip za šabloniranje*

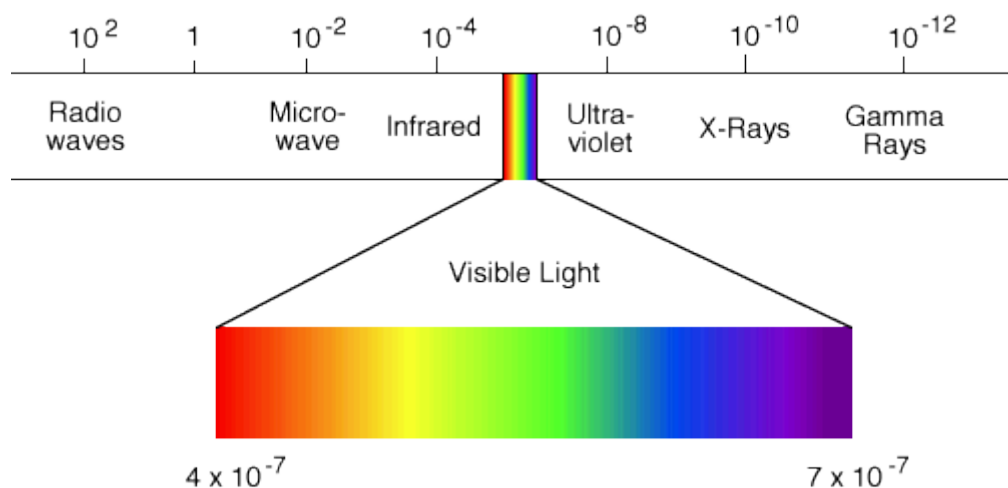
Problem se javlja kod otiska s velikim površinama od 100 % RTV i ako se iznad ili ispred nalazi tekst ili slika ili nema uopće tiska.

## 3.7 DENZITOMETRIJA

### 3.7.1 Doživljaj boje (Svjetlo i boja)

Za provođenje objektivnih metoda određivanja kvalitete otisaka trebaju se poznavati fizikalne osnove koje su bitne kod promatranja boja, otisaka i denzitometrije.

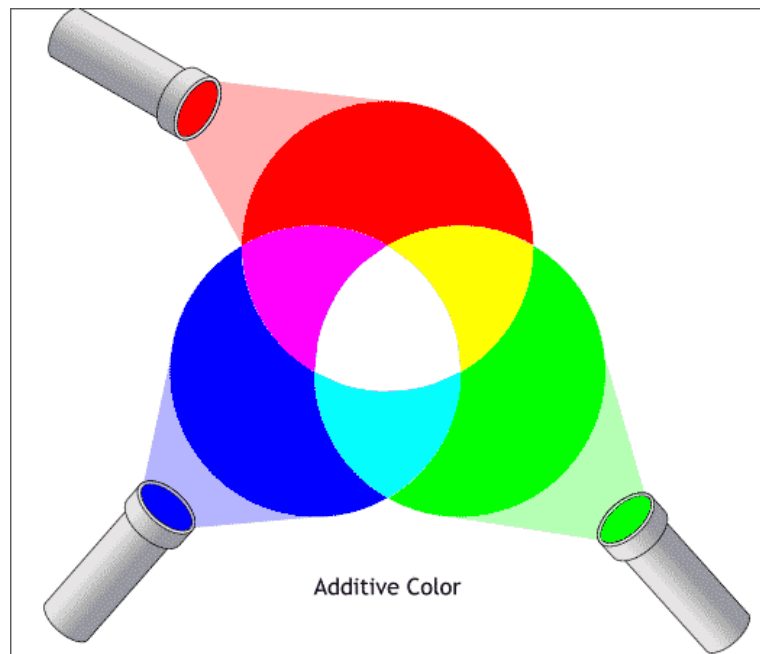
Svjetlo se sastoji od elektromagnetskih valova koji u određenom svjetlosnom području imaju određenu valnu duljinu. Svaki pojedini svjetlosni val vidi se kao jedna boja, a skup svih svjetlosnih valova vidi se kao bijelo svjetlo. Slika prikazuje spektar svih elektromagnetskih valova. Spektar valova koji su vidljivi ljudskom oko kreću se od 380 do 700 nm. Ljudsko oko vidi taj dio spektra, jer sadrži tri receptora koji su različito osjetljivi na dužinu valova. Od ovih receptora, jedan prihvaća i osjeća valove ljubičasto-plavog, drugi zelenog, a treći narančasto-crvenog svjetla. Kada je receptor nenadražen u oku osjećaju crno, kada svjetlo padne na receptore, ono ih različito nadraži i zato se sve boje kod spektra različito vide i osjećaju. Ako svjetlo nadraži sve receptore jednakom jačinom, tada se to svjetlo vidi kao bijelo.



Slika 18. Spektar elektromagnetskog zračenja

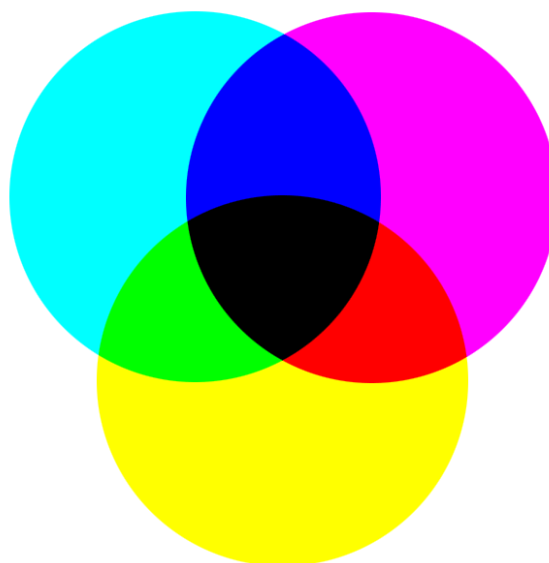
### 3.7.1.1 Miješanje višebojnih reprodukcija u oku

Miješanje višebojnih reprodukcija događa se zbog aditivnog, suptraktivnog i rasterskog miješanja. Kod aditivnog miješanja, dolazi do zbrajanja valnih dužina koje imaju različite maksimume u tri osnovna dijela vidljivog spektra.



*Slika 19. Aditivno miješanje boja*

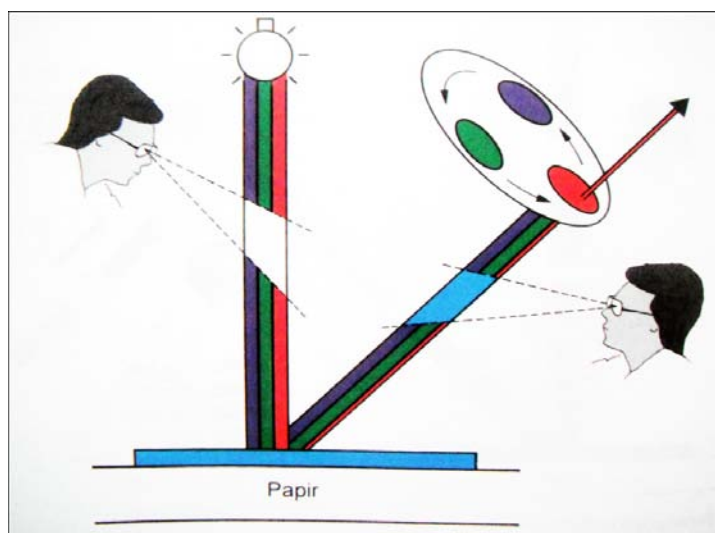
Miješanjem tri osnovna bojila C, M i Y u određenim odnosima može se dobiti refleksija cijelog vidljivog dijela spektra i takvo se miješanje boja naziva suptraktivno miješanje.



*Slika 20. Suptraktivno miješanje boja*

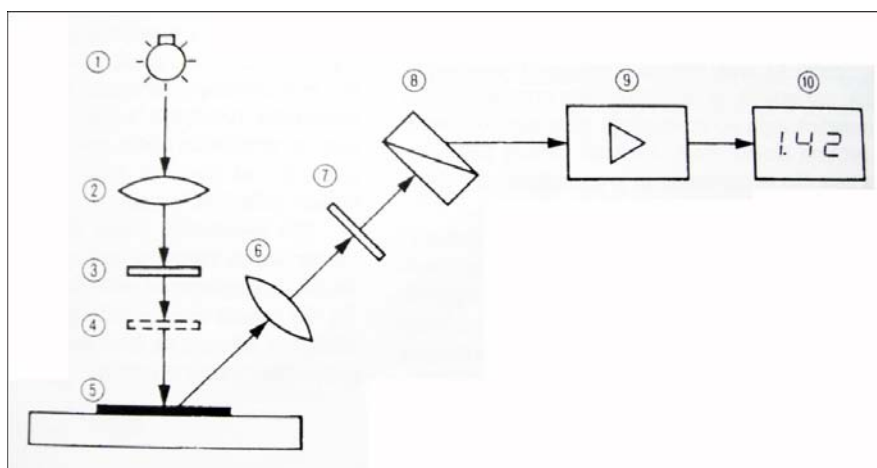
### 3.8 Denzitometrija

Denzitometar se koristi za kontrolu i mjerenje obojenja kod višebojnog tiska. Njime mjerimo obojenje crne, cyan, magente i žute boje. Za svaku pojedinu boju koju mjerimo, trebamo koristiti određeni filter. Kod mjerenja npr. cyan boje, koristimo filter koji propušta samo cyan boju, a ostale apsorbira, te tako ostale boje ne utječu na rezultate mjerenja. Denzitometre koje danas koristimo za mjerenje pokrivenosti boje automatski namještaju filter, ovisno koju boju mjerimo, dok se je filter nekad morao manualno namještati.



Slika 21. Denzitometrijsko mjerenje pomoću filtera

Pokrivenost ili zacrnenje jednog sloja tiskovne boje se brojčano mjeri denzitometrom.



Slika 22. Mjerni princip denzitometra

(1-izvor svjetla, 2-leća, 3-polarizacijski filter, 4-filter u boji, 5-mjerno polje, 6-leća, 7-polarizacijski filter, 8-fotodioda, 9-elektronika, 10-pokazivač vrijednosti)

Pokrivenost otisaka koji odbijaju svjetlost (papir) mjeri se reflektirajućim denzitometrom, dok se reprodukcije na transparentnim podlogama mjere denzitometrom koji mjeri pokrivenost na osnovi prodora svjetla, tzv. propusnim denzitometrom.

Mokre i suhe boje različito reflektiraju svjetlo, kada je mokro bojilo, denzitometar pokazuje veću pokrivenost. Isto tako i površina podloge ovisi o pokrivenosti bojila, primjerice, kod hrapavih podloga pokrivenost površine je znatno manja. Kako bismo izbjegli pogreške pri mjerenju, koristimo polarizacijski filter, koji ne propušta svjetlo koje može utjecati na rezultat mjerenja.

### **3.7.2.1 Temperatura boje zračenja**

Temperatura boje zračenja koja se definira u uređaju ima utjecaj na spektrofotometrijska mjerenja, jer se mjerenje preporučuje obavljati pri izvoru svjetlosti  $D_{65}$  što odgovara prosječnom dnevnom svjetlu, a može se mjeriti i s  $D_{50}$ , što odgovara svjetlosti oblačnog dana.

### **3.7.2.2 Polarizacija svjetlosti**

Polarizacija svjetlosti je fizikalna pojava apsorpiranja elektromagnetskog zračenja svjetlosti, a polarizacija mjerne glave utječe na kvalitetu mjerenja, pa se mjerenje može raditi s uključenom ili isključenom polarizacijom. S polariziranom svjetlošću rezultati mjerenja na suhom i mokrom otisku se ne razlikuju, dok se bez polarizacije razlikuju, osobito kod korištenja upojnih tiskovnih podloga. To je bitno jer se kvaliteta tiska uglavnom mjeri odmah nakon otiskivanja. Time se osigura manje odstupanje u gustoći obojenja, a i eliminira se sjajnost tiskovne podloge.

### **3.7.2.3 Definiranje bjeline**

Definiranje bjeline se obavlja kada koristimo bilo koji mjerni uređaj i to svaki put prije početka mjerenja. Ovdje je bitno odrediti hoće li vrijednosti bjeline biti apsolutno ili relativno kolorimetrijske. Kod apsolutno kolorimetrijske bjeline, za bjelinu je uzeta jedna bijela točka, a ne bjelina papira pa takvo mjerenje daje stvarne rezultate koje oko vidi, jer se zbraja bjelina papira i bojila na otisku. Ovakvim načinom mjerenja mogu nastati problemi ako papir nije bijele boje, već žućkasti ili crvenkasti. Kod relativne kolorimetrije uređaj se baždari na bjelinu papira, pa se kod rezultata te vrijednosti oduzimaju od ukupnog rezultata.

#### **3.7.2.4 Kut mjerenja**

Kut mjerenja predstavlja kut svjetlosti koji obuhvaća određeno područje mjerenja, a on se može podesiti na  $2^\circ$  i  $10^\circ$  i rezultati su vrlo različiti. Pošto ljudsko oko vidi boju koja se reflektira s vrlo male površine, CIE preporučuje kut gledanja ne veći od  $4^\circ$ , jer kod većih kuteva dolazi do većeg individualnog doživljaja boje. Najbolje je upotrijebiti kut gledanja od  $2^\circ$ .

#### 4. STANDARDIZACIJA I UPRAVLJANJE

Standardi u grafičkoj struci propisani su međunarodnim ISO standardima ili kao preporuke znanstvenih i istraživačkih institucija. Standardi su orijentirani prema kupcu, tj. kvaliteti i brzini i jeftinoj proizvodnji. Pošto je grafički proizvod orijentiran prema kupcu, zahtjevi kupaca često vrlo teško prate trenutnu tehnologiju i mogućnosti tiskare, zato je bitna standardizacija tiska jer je tada proces proizvodnje ponovljiv i unutar dopuštenih tolerancija koje onemogućavaju pad kvalitete grafičkog proizvoda. Kvalitetan i standardiziran proizvod omogućuje se definiranjem ulaznog formata, vrsti renderiranja, karakteristika različitih prijenosnih uređaja i medija, definiranjem rastriranja, definiranjem izrade tiskovne forme i definiranjem tiskarskih parametara: gustoće obojenja punog polja, prirast RTV, CIE L\*a\*b\* vrijednosti boja za tisak, CIELAB vrijednosti tiskovnih podloga, devijacije obojenja, definiranjem uređaja i načina denzitometrijskog i spektrofotometrijskog mjerenja, itd.

Uvjeti koji mogu narušiti kvalitetu proizvoda:

- promjena radne temperature valjaka za obojenje
- promjena viskoznosti bojila
- promjenjiv hidrodinamički i hidrostatički tlak bojila u bojaniku
- različite kohezijske i adhezijske sile prilikom prijenosa bojila ovisno o njegovoj vrsti
- nekonstantnost pH, dH i vodljivosti otopine za vlaženje
- promjena temperature otopine za vlaženje
- izmjena brzine rada stroja
- upotreba različitih karakteristika materijala (glatkost površine, upojnost, kvaliteta prihvaćanja)
- različita kvaliteta ofsetne gume (hrapavost, tvrdoća, kompresibilnost)
- različiti pritisci među cilindrima, valjcima za obojenje i vlaženje
- različita temperatura i vlaga u papiru i prostoru
- trošenje tiskovne forme za vrijeme tiska

Tablica 8. Standardizacija novinskog tiska ISO 12647-3

Obilježja	Specifikacije		
Važi za sljedeće tiskovne postupke	Coldset – ofset tisak		
Zacrnljenje filma	Min. log. gustoće 2.5		
Gustoća zacrnljenja mreke kod filma	mogućnost <0.10; maksimalna 0,15 log gustoće		
Rasterska frekvencija	34 ili 40 lpcm/ 85 ili 100 lpi		
Najmanji element kod FM- rastera	25 do 40 µm		
Rasterski kut	eliptični elementi	okrugli elementi	
Žuta	0°	0°	
dominantne boje	135°	45°	
Pomak rasterskog kuta kod dominantnih boja	60°	30°	
Oblici rasterskih elemenata			
Upravilu	eliptične		
za kopiranje slika	okrugle		
Odstupanje između izvadaka boja	< 0,02 % vuće više na dijagonalu predloška		
Sume tonskih vrijednosti			
Sume C + M + Y + K	mogućnost < 240 %; maksimalno 260 %		
Crna	najmanje 85 %		
Područja tiskovnih tonskih vrijednosti	3 % do 90 %		
Sivi balans	Cyan	Magenta	Yellow
četvrtina tona	25%	18%	18%
sredina tona	50%	40%	40%
tričetvrtine tona	75%	64%	64%
Novinski tiskovni papiri	L *	a*	b*
Vrijednost boja	80	0	4
Tolerancije za probni otisak	±2	±2	±2
Tolerancije za tisak	±3	±2	±2



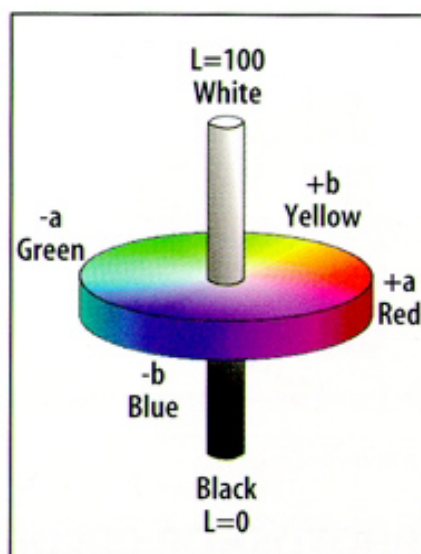
Novinske tiskovne boje - vrijednosti obojenja	L *	a*	b*
Cyan	57	-23	-27
Magenta	53	48	0
Yellow	79	-5	60
Black	40	1	4
C + Y	53	-34	18
C + M	41	7	-22
M + Y	52	41	25
Tolerancije vrijednosti boja za novinski tisak	Odstupanje $\Delta E$	Pokrivanje $\Delta E$	
Cyan	5	3	
Magenta	8	5	
Yellow	7	4	
Black	5	3	
Paser – dozvoljene tolerancije u tisku	mogućnost < 0,15 mm; maksimalno 0,30 mm		
Prirast RTV u tisku kod 50 % RTV	34 l/cm	40 l/cm	
Tisak od filma i negativ ploča	30%	33%	
Tisak od filma i pozitiv ploča	24%	27%	
Tisak od snimljene ploče	20%	23%	
Tisak Ctp-a	27%	30%	
Tolerancije prirasta RTV kod 50 %, 34 l/cm	Probni tisak	Tisak	
Odstupanje	4%	5%	
Pokrivanje	-	5%	
Pokrivanje srednje vrijednosti	5%	6%	
Gustoća zacrnenja punog tona	Sa polariz. filterom	Bez polariz. filtera	
Cyan	0,82	0,67	
Magenta	0,86	0,68	
Yellow	0,90	0,70	
Black	1,09	0,82	

## 4.1 KOLOR MENADŽMENT

Grafička reprodukcija ovisi o različitim medijima, odnosno prijenosu informacija među njima, tako imamo uređaje kao što su skeneri, CtP, osvjetljavači, računala i tiskarski strojevi. Svaki od tih uređaja posjeduje ograničen skup informacija koje mogu prezentirati, taj skup informacija naziva se *gamut*. Reprodukcija originala, odnosno informacije o boji koje su na originalu transformiraju se kroz te uređaje po određenim zakonima. Boje i tonovi originala uglavnom se izgube zbog toga što uređaji (Ctp, skeneri, itd.) imaju manje gamute, odnosno manje informacija o tonovima nego što ih ima original (računalo). Zbog toga je potrebno optimalizirati informacije o boji koje se gube, kako bi reprodukcija originala bila što vjernija. Postavljanje takvog sustava optimalizacija naziva se *kolor menadžment*.

## 4.2 GAMUT

Osnova svake reprodukcije je ujednačavanje doživljaja između gamuta originala i gamuta reprodukcije, time se zadovoljava ljudski osjećaj za boje koji objekte reprodukcije sastavljene od piksela ili rastera doživljava jednako. Zbog toga je kod reprodukcije važniji odnos boja na reproduciranoj slici, nego njihove precizne vrijednosti u odnosu na original.



Slika 23. Model Lab gamuta

### 4.2.1 Mapiranje gamuta

Mapiranje gamuta je način na koji se informacije o boji transformiraju iz jednog gamuta u drugi, i to pod određenim uvjetima, kao što je nepromjenjivost osi sivoće slike i zadržavanje maksimalnog kontrasta, zatim, što manje boje treba ostati van granica gamuta, što manji mora biti pomak tona i zasićenosti, te je bolje povećati nego smanjiti svjetlinu boje. Mapiranje gamuta može se izvoditi djelujući na ton, svjetlinu ili zasićenost, ovisno o samoj reprodukciji. Raspon reprodukcije tonova originala uglavnom je veći od mogućnosti reprodukcije tonova u tisku.

Za mapiranje gamuta koriste se različiti načini, ovisno o tome komprimiraju li se neki tonovi ili ne. Tako imamo mapiranje metodom komprimiranja, odrezivanja i ekspaniranja. Imamo više načina komprimiranja: linearno, nelinearno i kombinirano. Kod linearnog komprimiranja boje se komprimiraju do granica gamuta, što je najjednostavnije ali ovakvom kompresijom često dolazi do poremećaja među tonovima. Kod nelinearnog komprimiranja, pomaci se odvijaju nelinearno, logaritamski. Kod takvog komprimiranja doživljaj reprodukcije tonova je manje različit nego kod originala, a ovisi o motivima i vrsti reprodukcije. Kombinirana kompresija koristi različite metode kompresije pa je doživljaj tonova reprodukcije mnogo bolji. Ova metoda koristi metodu *odrezivanja* u kojoj se boje koje su van gamuta dovode na granicu gamuta reprodukcije.

Ponekad se može dogoditi da je raspon reprodukcije tonova na originalu manji od raspona reprodukcije tonova na otisku, pa koristimo tehniku mapiranja koja se zove ekspaniranje gamuta. Mnogo faktora ima ulogu prilikom mapiranja nekog originala, a najbitnije je da rezultat mapiranja bude što točniji i ugodniji ljudskom oku. Iz tog razloga ICC je definirao i standardizirao četiri osnovna načina mapiranja s obzirom na namjenu: perceptualno, saturacijsko, apsolutno kolorimetrijsko i kolorimetrijsko renderiranje.

#### 4.2.1.1 Perceptualno renderiranje

Perceptualno renderiranje je takvo mapiranje gdje se sve tri točke vrijednosti boje transformiraju unutar granica gamuta i to u relativnom odnosu, ponajviše odnosu tona i svjetline. Takvo se mapiranje koristi u situacijama kada je boje potrebno tako transformirati da ih ljudsko oko vidi kao prirodne, iako se boje mogu djelomično promijeniti.

#### **4.2.1.2 Saturacijsko renderiranje**

Glavna karakteristika saturacijskog renderiranja je transformacija boja koje se nalaze izvan gamuta reprodukcije na rubu gamuta reprodukcije. Pomaci tih vrijednosti boja preslikavaju se u boji sličnog zasićenja dok se svjetlina i tona. Takva renderiranja upotrebljavaju se u poslovnom okruženju gdje je bitan točan intenzitet boje, a ne odnos među bojama.

#### **4.2.1.3 Apsolutno kolorimetrijsko renderiranje**

Ova vrsta renderiranja mapira boje u najbliže boje različitog zasićenja, karakteristika je u nejednolikosti ma u svijetlim tonovima koje mogu biti prouzrokovane tiskovnom podlogom ili nemogućnošću utjecaja na vrijednosti crne boje. Ova metoda transformira boje tako da se zadržavaju odnosi među bojama pa se koristi kada se želi postići sličan odnos među bojama originala i otiska.

#### **4.2.1.4 Relativno kolorimetrijsko renderiranje**

Transformacija boja izvan gamuta obavlja se prema najbližoj boji koja ima istu svjetlinu. Ovakvo renderiranje slično je kao i apsolutno kolorimetrijsko renderiranje, samo što se definira bijela boja. Metoda se koristi kada se želi postići optimalan odnos boja originala i otiska.

Prilikom mapiranja gamuta na veličinu gamuta utječe i položaj rasterskih elemenata. Kod sustava višebojne reprodukcije rasteri jedne boje se otiskuju direktno na tiskovnu podlogu (*dot-on*) ili preko rasterskih elemenata boja otisnute prije te boje (*off-dot*). Veličina gamuta koja se otiskuje na *dot-on* način, (rasterski element na neotisnutu tiskovnu podlogu), ima veći gamut od otiskivanja na *off-dot* način (rasterski element na rasterski element). Kako se u rasterskoj reprodukciji koriste obje metode otiskivanja, veličina gamuta jednaka je srednjoj vrijednosti obaju gamuta. Bitno je napomenuti da ovo vrijedi kod ekstremno velikog prirasta RTV, dok jedino kod FM rastera to ne vrijedi zbog različitih algoritama rastriranja.

## 5. KONTROLA I VOĐENJE TISKA

Osim deformacija rasterskih elemenata na kvalitetu grafičkoga proizvoda utječe ljudski faktor. Standardizacija i kvalitetna kontrola tiska omogućuje ekonomsku isplativost, konkurentnost na tržištu, brzinu i kvalitetu proizvodnje. Postoje različita metode upravljanja kvalitetom tiska koje, iako se razlikuju od proizvođača do proizvođača, sve imaju istu zadaću- olakšati vođenje i unaprjeđenje tiska.

Pri višetonskoj višebojnoj reprodukciji procesi separacija boja, probni otisak i otisak moraju imati unaprijed definirane karakteristike koje omogućavaju što točniju reprodukciju bez sistema *pokušaj – pogreška*. Tome služi probni otisak kojim se simulira krajnji otisak s pretpostavljenim deformacijama i pogreškama. No i dalje postoji mogućnost pogreške u reprodukciji zbog *sjajnosti tiskovne podloge, remisije i refleksije svjetlosti, prirasta RTV-a, pigmentaciei bojila*. Također je bitno dobro definirati kolor menadžment.

### 5.1 VOĐENJE PROCESA TISKA

Ofsetne novinske rotacije sastoje se od više agregata koji omogućuju velik broj različitih kombinacija u tisku. Zbog toga se teži maksimalnoj jednostavnosti i automatizaciji pri upravljanju i posluživanju stroja te da se to sve odvija s jednoga mjesta.

#### 5.1.1 Upravljački pult

Različitim podešavanjima uređaja na rotaciji te sinkroniziranjem njihova rada upravlja se sa upravljačkoga pulta koji čini niz komandi potrebnih za sinkroniziran i dobar rad rotacije. S upravljačkoga pulta može se upravljati za vrijeme samoga procesa otiskivanja, ali isto tako i kada stroj miruje. Do računala na upravljačkom pultu dolaze sveukupne informacije o tisku, zatim, na osnovi dobivenih podataka računalo daljinski automatski podešava bojanik na rotaciji, dozira sredstva za vlaženje, regulira temperaturu boje, otopine za vlaženje i cilindara te vrši sve ostale potrebne radnje. Također regulira temperaturu uređaja za sušenje. Na pultu se uključuje automatika za pogon rotacije, napetost papirne trake, kao i samu regulaciju pasera. I to na svim tiskovnim agregatima posebno. Regulira se i jačina pritiska. Na pultu se dijagnosticiraju i servisiraju poteškoće i kontrolira se obojenje na otiscima. S pulta se ujedno uključuju uređaji za automatsko pranje boje sa cilindara nakon tiska.

### **5.1.2 Upravljanje tiskom pomoću uređaja**

Postoje različiti aparati koji, ako ih koristimo u tisku, automatiziraju proces i osuvremenjuju otisak. Ti aparati se moraju dokupljivati i ugrađivati na strojeve koji su im kompatibilni. Svaki proizvođač ima svoja rješenja koja su nekompatibilna s rješenjima drugih proizvođača, odnosno maksimalno su prilagođena sistemu koji se koristi kod istoga proizvođača kako bi postigli što bolju kvalitetu proizvoda, odnosno brzinu rada i automatizacije procesa.

Proizvođači strojeva i uređaja imaju vlastite nazive za svaki pojedini sistem, ali u suštini rade jednako. Sistem se sastoji od 3 dijela sa sljedećim funkcijama:

Uređaj mjeri kontrolni mjerni strip duž cijeloga arka. Kontrolira se puni ton i gustoća rastera duž cijeloga otiska. Računalo uspoređuje potrebne vrijednosti i stvarne očitane vrijednosti s otiska, te na ekranu prikazuje odstupanja otiska i potrebne korekcije. Na osnovi dobivenih rezultata, strojar sam radi korekcije ili pušta da ih CPC-1 uređaj radi automatski.

#### **5.1.2.1 Elektromehanički čitač ofsetnih ploča**

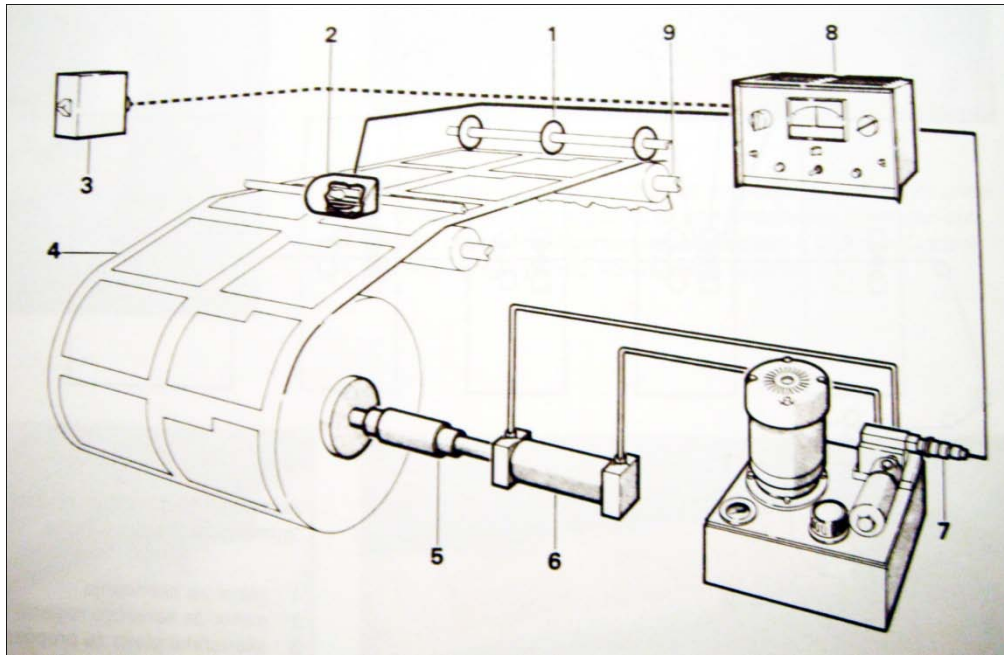
Čitač tiskovnih formi mjeri pokrivenost površine na ofsetnoj ploči i bilježi izmjerene vrijednosti. Ti podatci se prenose na CPC-1 uređaj koji na temelju njih automatski podešava zonske valjčice bojanika na potrebne položaje.

Napredniji sistemi omogućuju i daljinsko upravljanje količinom vode na otisku, kojom se isto tako daljinski upravlja s istoga mjesta.

Sušenje laka se odvija zagrijavanjem, IR- grijačima i UV- zračenjem.

#### **5.1.2.2 Automatska kontrola i korekcija pasera**

Uređaji za automatsku kontrolu i korekciju pasera, automatski registriraju loš paser ili netočno poklapanje boja, te brzo rade korekcije bez zaustavljanja stroja u tisku. Ti uređaji komuniciraju s računalom koje vrši cjelokupan nadzor nad paserom.



*Slika 23. Uređaj za automatsku korekciju pasera*

### **5.1.2.3 Posebnosti tehnološkoga tiska trake**

Velika posebnost tiska iz kotura je što uz pomoć skretnih poluga omogućuje na jednoj tiskovnoj jedinici obostran tisak, s time da se isti temeljni cilindar jednom polovicom koristi za tisak lica, a drugom polovicom za tisak naličja papirne trake.

Kontrola otiska (paser, gustoća obojenja) se mjeri ugrađenim aparatima za vrijeme tiska, te se tako automatski korigiraju vrijednosti.

## 5.2 AUTOMATIZACIJA

U današnje vrijeme ambalaža prodaje proizvod, stoga je kvaliteta otiska vrlo značajna. Isto tako, vrlo često je potrebno grafički proizvod napraviti odmah ili u što kraćem vremenu, tako da je brzina izrade grafičkog proizvoda vrlo bitan parametar. Kvaliteta otiska i brzina izrade grafičkog proizvoda su parametri koji su usko vezani uz tehnologiju, dok je cijena proizvoda direktno zavisna o platežnoj moći kupca, odnosno o tome koliko je kupac spreman platiti.

Kako bi ova tri parametra dovela do uspješnoga grafičkog proizvoda, potrebna je u što je moguće višoj mjeri automatizacija i to primjenom moderne tehnologije, koja se izrazito brzo razvija. Cilj automatizacije je da se što više dijelova proizvodnje (komercijala, tehnološka razrada posla, priprema, tisak, dorada, organizacija, menadžment, skladištenje, otprema) obavlja s jednoga, centralnog mjesta. Automatizacija, odnosno povezivanje svih faza rada omogućena je digitalnim modulima koji prenose informacije između različitih proizvodnih faza.

### 5.2.1 Mediji u automatizaciji

Automatizacija, odnosno digitalno povezivanje proizvodnih procesa uvjetovalo je potrebu za stvaranjem univerzalnoga koda koji bi zaokružio grafičku proizvodnju i rukovođenje proizvodnim procesima. Tako je danas prihvaćen JDF (Job Definition Format) kao univerzalni kod.

#### 5.2.1.1 CIP3

(International Cooperation for Intergration of Prepress, Press and Postpress)

CIP3 je organizacija za povezivanje osnovnih dijelova proizvodnje Bazirana je na PostScript formatu kojim se definiraju parametri za podešavanje stroja za tisak, razrezivanje araka i savijanje papira u doradi. Zbog određenih problema nastalih u definiranju radnih zadataka u tiskarama nastao je CIP4.



### **5.2.1.2 CIP4**

(International Consortium for the Integration of Processes in Prepress, Press and Postpress)

CIP4 je međunarodna organizacija s novim načinom komunikacije. Unutar proizvodnih procesa ujedinjuje sve informatičke faze rada zajedno s opisima standarda proizvodnje. Ima osnovnu povezanost JDF -formata s praksom.

### **5.2.1.3 PDF**

(Portable Document Format)

Krajnji zapis grafičkoga dokumenta koji konvertira Postscript i smanjuje mu veličinu. U PDF-u se vidi izgled dokumenta, ima prednost u kodiranju nezavisnih uređaja, moguća je višebojna konverzija i implementiranje ICC -profila. Sve je to postavilo PDF kao vrlo dobar format za poslovno okruženje. Zbog određenih nedostataka PDF-a, nadograđen je u PDF/X (eXchange) koji se koristi u izmjeni podataka, vrlo je fleksibilan u prijenosu podataka i smanjuje vrijeme zapisa. Ograničen je samo na CMYK i Spot boje gdje se može uključiti i ISO standard.

### **5.2.1.4 JDF**

JDF je format baziran na XML (Extensible Markup Language) jeziku. Predstavlja industrijski standard, zaokružuje proizvodni tijek od početka do realizacije grafičkoga proizvoda i kvalitetno povezuje različite faze proizvodnje. Njime se povećava kontrola i praćenje procesa, fleksibilan je, te olakšava i ubrzava proizvodnju.

## **5.2.2 Sistemi upravljanja tiskom**

Grafička djelatnost sastoji se od mnogo različitih strojeva različitih proizvođača koji su sami razvili sustav automatiziranoga upravljanja tiskom. Ti sistemi su u suštini svi jednaki, a cilj im je: automatizirano pretpodešavanje stroja, daljinsko upravljanje strojem, mjerenje i korekcija kvalitete otiska.

### **5.2.2.1 CPC sistem (Heidelberg)**

CPC (Computer Print Control) je jedan od poznatijih sistema upravljanja tiskom, dijeli se na CPC-1, CPC-2, CPC-3 i CPC-4. Sadrži i nekoliko podsistema.

### **5.2.2.2 CPC-1**

CPC-1 je prvi sistem za automatizirano upravljanje tiskarskim strojem i dijelovima stroja koji direktno utječu na kvalitetu tiska. Omogućeno je da se daljinskim putem, s jednog centralnog mjesta mogu podešavati zonski vijci, dotok bojila na valjke za obojenje, količina dotoka otopine za vlaženje, te čeoni i bočni registri. Podsistem CPC-1 je CPTronic kojim se može pokretati stroj, mijenjati brzina tiska, namještati pudranje te upravljati ulagačim aparatom. CPC-1 upravlja zonskim vijcima i okretanjem valjaka duktora na temelju podataka dobivenih od CPC-2 i CPC-3 sistema. CPC-3 memorira podatke o pokrivenosti tiskovne forme tiskovnim elementima i te podatke šalje na CPC-1 koji na temelju dobivenih podataka otvara zonske vijke i definira okret valjaka duktora kako bi se dozirala optimalna količina bojila. Tim se postupkom već oko 80% podese parametri pretpodešavanja stroja. CPC-2 sistem mjeri kvalitetu otiska i te podatke šalje na CPC-1 koji dodatno podesi stroj. Ovdje je moguće podešavati gustoću obojenja na otisku sa zonskim vijcima, što je preporučljivo samo u minimalnim količinama. Ovakva pretpodešavanja i podešavanja stroja mogu se obavljati automatski ili ručno pritiskom na tipkala.

### **5.2.2.3 CPC-2**

CPC-2 uređaj mjeri spektrofotometrijski i denzitometrijski kvalitetu otiska s pomoću otisnutih stripova po dužini cijeloga arka. Te podatke šalje na zaslon računala i u uređaj CPC-1 gdje se mogu korigirati i usporediti s prethodno definiranim i željenim vrijednostima mjerenja. Vrijednosti koje je bitno definirati prije mjerenja su: temperatura boje svjetla mjerne glave, polarizacija mjerne glave, definiranje bjeline, kut mjerenja mjerne glave i tolerancija sivoga balansa.

CPC-2 kontrola sivoga balansa dat će informacije o gustoći obojenja za svaku boju te na kojoj zoni je obojenje manje ili veće. Dobit će se i informacije o odstupanju sivoga balansa po zonama obojenja, srednjim vrijednostima gustoće obojenja za CMY boje, trenutnom položaju srednje vrijednosti sivog balansa u CIE L\*a\*b\* sustavu te srednjoj vrijednosti  $\Delta E$ . Uređaj izračunava i prirast RTV-a za svaku boju te odstupanje u postotku smicanja i dubliranja, o kojemu će alarmirati ako se premaše tolerancije. Uređaj može alarmirati i ukoliko dođe do pogreške tona ili sivoće boje.

U nekim situacijama potrebno je tiskati izvan granica standarda, npr. zbog želje naručitelja ili uslijed loše pripreme. CPC-2 uređaj se može modificirati za takvu primjenu te će umemorirati takve uvjete za daljnje korištenje (reprint).

Prilikom tiska s dodatnim bojama koje je potrebno miješati, CPC-2 može grafički prikazati boju i svjetlinu originala kao i boju koju treba miješati, može prikazati i razliku boje te ponuditi koju boju treba dodati u već izmiješanu kako bi bila što bliža ciljanoj boji.

#### **5.2.2.4 CPC-3**

CPC-3 je uređaj koji služi za snimanje pokrivenosti tiskovnih formi. Izračunava pokrivenost tiskovnim elementima i to za svaku zonu posebno, a dobiveni podatci se šalju na CPC-1 uređaj. Uređaj šalje podatke o tome koliko svaka zona mora biti otvorena, a daje i podatke o kutu okreta duktora (najčešće 20°). Prije upotrebe uređaj je potrebno baždariti i to na području na kojemu nema tiskovnih elemenata, te onda na tiskovnim elementima.

#### **5.2.2.5 CPC-4**

CPC-4 je uređaj za automatsku kontrolu i namještanje pasera. Funkcionira tako da ima čitač koji čita paser oznaku, a očitani se podatci zatim šalju na stroj gdje se automatski obavljaju korekcije pomaka za svaku boju u odnosu na čeonu i bočnu registar i to u stotinku milimetra. Paser oznake se stavljaju na četiri mjesta blizu dijagonalnih krajeva araka.

#### **5.2.2.6 PRINECT (Heidelberg, Print + Connect)**

*Prinect* je novi grafički sustav koji spaja različite dijelove grafičke proizvodnje koji su u izravnoj komunikaciji s menadžmentom tiskare. Sustav obuhvaća kontrolu kvalitete pripreme, tiska, dorade i menadžmenta. Time omogućuje bržu i jeftiniju proizvodnju te eliminira pripremu stroja. Nakon završetka tiska, sustav obrađuje i sprema podatke gdje se mogu vidjeti greške u radu ili organizaciji rada. Sustav je kompletno digitaliziran, koristi standarde PDF, PPF i JDF. Proizvodnjom se upravlja s jednoga centralnog mjesta. *Prinect* automatski kontrolira paser i registar u tisku te spektrofotometrijski kontrolira kvalitetu tiska,. Osobito je bitna slikovna kontrola tiska, gdje se mjeri cijeli otisak i nije potrebno koristiti kontrolne stripove. To omogućuje mjerna glava koja prelazi preko cijeloga otiska i na monitoru prikazuje mjerni otisak sa svim podacima vezanima za kontrolu i kvalitetu otiska. Tim podacima se kontrolira otvorenost zonskih vijaka i bojanika, te se podatci sami šalju na stroj i automatski korigiraju, a moguće je i regulirati dotok otopine za vlaženje. Sustav može kontrolirati četiri stroja odjednom, spektrofotometrijski mjeri B1 format sa 160 000 mjesta na arku. Mjereći testnu formu s posebnim stripovima kalibrira se cijeli tiskarski sustav za sve vrste tiskovnih podloga. Potrebno je samo prije tiska odabrati odgovarajuće parametre.

#### **5.2.2.7 RCI (MAN Roland)**

RCI je sistem sličan CPC sistemu, a sastoji se od upravljačkog pulta, moguće je podešavati zonske vijke, te upravljanje radom cijelog stroja kao što je pokretanje, reguliranje dotoka otopine za vlaženje, pomicanje pasera i registra. Na zaslonu računala se mogu pratiti i korigirati sve funkcije stroja i zonskih vijaka. Korekcije se mogu izvršavati ručno ili automatski, amože i alarmirati pogrešku u gustoći obojenja.

### **5.2.2.8 CCI**

CCI je uređaj koji denzitometrijski mjeri kontrolu kvalitete u tisku i to mjerenjem gustoće obojenja punoga polja i mjerenjem rastriranoga polja gustoće obojenja 40% i 80% RTV-a. Zato je bitno prije mjerenja gustoće obojenja definirati koje polje će se mjeriti, puno polje, 40%-tno ili 80%-tno. Takav način mjerenja omogućuje da gustoća obojenja kroz cijelu nakladu bude unutar tolerancija, jedini je preduvjet da je tiskovna forma kvalitetno i jednakomjerno snimljena. CCI- sistem tako registrira svaku promjenu u gustoći obojenja na polju koje se mjeri, tako da će uređaj vrlo brzo reagirati ako dođe do prirasta RTV. Koje polje će se mjeriti ovisi o kakvim motivima je riječ na otisku. Mjerenje gustoće obojenja punoga polja se obavlja kada su motivi na otisku s punim tonovima, dok se upravljanje kvalitetom rasterskih polja obavlja kada je motiv na otisku višetonski.

### **5.2.2.9 EPS**

Uređaj EPS je sličan kao i CPC-3, a služi sa snimanje pokrivenosti tiskovne forme. Dobiveni podatci šalju se na stroj kako bi se korigirali zonski vijci na bojaniku.

### **5.2.2.10 PECOM (Process Electronic Control Organisation Managment)**

PECOM je automatiziran i digitaliziran sustav upravljanja grafičkom proizvodnjom, primjenjiv na tisak iz arka, revijalni tisak i novinski tisak. Prednosti koje donosi sustav su veća fleksibilnost u proizvodnji, povećanje kvalitete tiska i proizvodnje, smanjenje cijene rada, vođenje proizvodnje s jednoga mjesta, moguća nadogradnja sustava i povezivanje sistema. PECOM podržava programske module drugih proizvođača. Sustav povezuje proizvodnju, administraciju i menadžment, ali i s komercijalom, prodajom i dobavljačima, čime se grafička proizvodnja olakšava, ubrzava i postaje jeftinija.

#### **5.2.2.11 OPERA** (Open Ergonomic Automation system)

OPERA je mrežni sustav za automatizaciju proizvodnje i umrežavanje cijelokupnoga sustava tiskare. Sustav se sastoji od modula, što omogućuje prilagodbu željama i potrebama korisnika. Sustav umrežavanja omogućuje i dostupnost svih podataka o tisku na jednome mjestu što povećava produktivnost, optimizira proizvodnju i smanjuje troškove.

#### **5.2.2.12 LOGOTRONIC**

Logotronic je centar upravljanja tiskom, a kontrola kvalitete tiska se obavlja *Densitronic* sustavom koji kontrolu kvalitete tiska može mjeriti denzitometrijskim i spektrofotometrijskim metodama. Pri spektrofotometrijskom mjerenju sustav može uspoređivati CMYK otiske s definiranim miješanim bojama (spotnim) te korigirati gustoću obojenja u tisku, kako bi razlika CMYK i miješane boje bila što manja. Sustav koristi JDF dokumente koji sadrže informacije o otvorenosti zonskih vijaka. *Logotronic* nadgleda rad tiskara i prati njegove korekcije u tisku, te podatke pamti i obrađuje tako da sustav i sam automatski korigira svoj već postojeći sustav prema najčešćim izmjenama kako bi unaprijed bila osigurana zadovoljavajuća kvaliteta tiska.

#### **5.2.2.13 DoNet** (Komori)

DoNet (Digital Open Architecture Network) sustav se zasniva na korištenju JDF, a sastoji se od sedam uređaja koji svaki za sebe obavlja određene funkcije koje se integriraju sa sistemom i omogućuju upravljanje tiskom i postizanje kvalitetnoga tiska.

#### **5.2.2.14 MAX Net** (Mitsubishi)

MAX NET (*Mitsubishi Accomplished Extendible Network*) je sustav koji se sastoji od različitih modula koji omogućuju upravljanje tiskom i kontrolu kvalitete tiska.

MCCS (*Mitsubishi Color Control System*) je modul za kontrolu kvalitete tiska i to spektrofotometrijskim mjerenjem. Mitsubishi koristi vlastite stripove koji mogu mjeriti bjelinu papira, a mogu se koristiti i drugi proizvođači stripova. MCCS modul koristi izmjerene vrijednosti za izradu ICC profila.

## **IV. EKSPERIMENTALNI DIO**

### **1. SVRHA I PROBLEM ISTRAŽIVANJA**

Cilj diplomskog rada je odrediti u kojoj mjeri ispitanici (čitatelji novina) mogu vizualno uočiti razlike u kvaliteti novinskog otiska ako su pogreške u tisku unutar tolerancija ISO standarda za novinski tisak (odstupanje gustoće obojenja  $\pm 0,05$ , odstupanje prirasta RTV  $\pm 0,03$ ).

Kako bi ispitanici lakše odredili razlike u otisku, trebali su odrediti razlike između otiska originala i testiranog primjerka. Na testiranim primjercima su ubačene namjerne pogreške koje su kontrolirane u *Photoshop* opcijama *Curves*.

### **2. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA**

#### **2.1. Utvrđivanje objektivne kvalitete otisaka**

Otiskivanje se vršilo na stroju *ManRoland Uniset*, naklada je bila 80 000 kom. Otisci su se vadili nasumično. Testirani uzorci su otisnuti i pripremljeni upravo za ovaj eksperiment, znači nisu uzimani primjerci iz komercijalne naklade.

a) Napravio se otisak na novinskom papiru koji se sastoji od tri slike s različitim motivima, odnosno:

Motiv 1 – bicikl s tankim linijama i voće s istaknutim bojama

Motiv 2 – Batman s nijansama crnih tonova

Motiv 3 – portret s cvijetom i mrljama u pozadini s pastelastim bojama

b) Na otisku su otisnuti i kontrolni stripovi s poljima različitih RTV (10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 i 100 % ).

Otisci su otisnuti tako da je simuliran ukupan prirast RTV za svaku boju posebno i to tako da je kod svih boja prirast RTV povećan, odnosno smanjen. Postupak se simulirao u *Photoshopu* u opcijama *Curves*.

Npr, za cyan boju prirast RTV se smanjio za 3, 6, 9 % i povećao za iste iznose. Tako je za svaku pojedinu boju dobiveno šest otisnutih uzoraka plus uzorak kod kojeg nije promijenjen prirast RTV i tako se dobilo 7 x 4 različitih uzoraka.

b) Denzitometrijski se izmjerila gustoća obojenja na svim poljima RTV i to za svaku boju posebno. S pomoću izmjerenih vrijednosti i Murray-Davies formule izračunao se ukupni prirast RTV za svaki uzorak i svaku boju i tako se dobilo 28 različitih vrijednosti prirasta RTV.

$$F(a) = (1-10^{-Dr}) / (1-10^{-Dpp}) \times 100 \%$$

c) Tada su se nacrtale krivulje prirasta RTV iz kojih je vidljivo odstupanje izračunatog ukupnog prirasta RTV i teoretskog prirasta RTV koji je određen prema simulaciji smanjenja ili povećanja ukupnog prirasta RTV. Npr, ako se za uzorak cyan + 0 izračunao prirast 24,5 % pri 50 % RTV, prirast za cyan + 3 bi trebao biti 27,5 % pri 50 % RTV.

d) Također su se napravile tablice u kojima je prikazano odstupanje prirasta RTV uzoraka u odnosu na original. Napravile su se i tablice u kojima je prikazano odstupanje gustoće obojenja uzoraka od originala.



## **2.2. Utvrđivanje subjektivne kvalitete otisaka**

Mjerenje se izvodilo pod običnim osvjetljenjem (sobna žarulja, dnevno svjetlo). Ciljana skupina su bili ljudi različitih dobi i spola (osim djece). Ispitanika je bilo dvadeset.

a) Boduje se svaka pojedina slika, odnosno Motiv 1, Motiv 2 i Motiv 3 za svaku pojedinu boju i to tako da se 5 bodova dodijeli motivu koji je najsličniji originalu, dok se 0 bodova daje uzorku koji je najrazličitiji od originala (npr. za cyan boju uzmu se uzorci: cyan + 3, cyan + 6, cyan + 9, cyan – 3, cyan - 6, cyan – 9 za Motiv 1 i uzorak cyan – 3 dobije 5 bodova jer je najsličniji originalu, cyan – 6 dobije 0 bodova jer se najviše razlikuje od originala i tako za Motiv 2 i Motiv 3 ).

b) Tada se rezultati zbroje i s pomoću ocjena odredi razlika svakog pojedinog uzorka od originala. Ako je ukupan zbroj bodova uzorka 40-50 daje se ocjena 2, što znači da je razlika od originala velika, ako uzorak ima 50-60 bodova daje se ocjena 3 što znači da je razlika lako uočljiva, ako uzorak ima ukupan zbroj bodova 60-70 znači da je razlika teško uočljiva, ako je ukupan zbroj uzorka 70-80 daje se ocjena 5, što znači da je razlika tog uzorka u odnosu na original vrlo mala, odnosno da je nema.

## **2.3. Usporedba subjektivnih i objektivnih rezultata**

a) Rezultati dobiveni vizualnom kontrolom kvalitete se usporede sa rezultatima dobivenim mjerenom kontrolom kvalitete otiska i odredi se koliko su kompatibilni.

### 3. UPOTREBLJAVANI STROJEVI I UREĐAJI

#### 3.1 ManRoland Uniset

Stroj se na tržištu pojavio 1993. godine. Primjenjuje se za tisak novina u srednjim nakladama s visokom fleksibilnošću stranica. Omogućuje tiskanje u *coldset* i *heatset* kvaliteti. Automatizacija tiska se odvija putem PECOM i *printnet* sustava. Stroj posjeduje automatski uređaj za izmjenu ploča PPL. Savijanje se odvija automatsko s pomoću niza pločica.



*Slika 24 ManRoland Uniset, stroj za novinski tisak*

*Tablica 9. Tehničke karakteristike ManRoland Uniset*

Kompaktnih šest i osam tornjeva za kratki put traka
PECOM upravljački pult jedinstvene izrade omogućuje odlično posluživanje
Max. brzina (kopija /sat): max. 75,000
Stranica: 64 ili 80, otvoren arak 2 x 48 stranica dvostruke proizvodnje
Max. širina role (mm): 965 / 1,280
Dužina odreza (mm): od 510 do 630
Opseg cilindra (mm): 1020 do 1260
Širina trake (mm) : 700 do 965

### 3.2 X-Rite SpectroEye

*SpectroEye* je ručni spektrofotometar koji podržava densitometrijske i kolorimetrijske funkcije za brzo i jednostavno mjerenje i kontrolu boja na otisku iz arka ili role. Osim primarnih CMYK boja služi za mjerenje i direktnih (spot) boja.



*Slika 25. X-Rite SpectroEye densitometar*

*Tablica 10. Tehničke karakteristike X-Rite SpectroEye densitometar*

Zaslon: LCD.
Povezivanje: RS-232.
Upravljanje potrošnjom: Nikal kadmij hidrid, 220 - 240 V 50 - 60 Hz.
Težina i dimenzije: 80 mm, 84 mm, 990 g, 245 mm.
Boja: Plavo
Geometrija mjerenja: 45°/0°
Otvor blende: 3.2 - 4.5
Raspon mjerenja: 0.00 - 2.5 D
Vrijeme mjerenja: 1.5 s
Pogreška mjerenja: +/- 0.01 D

### 3. REZULTATI

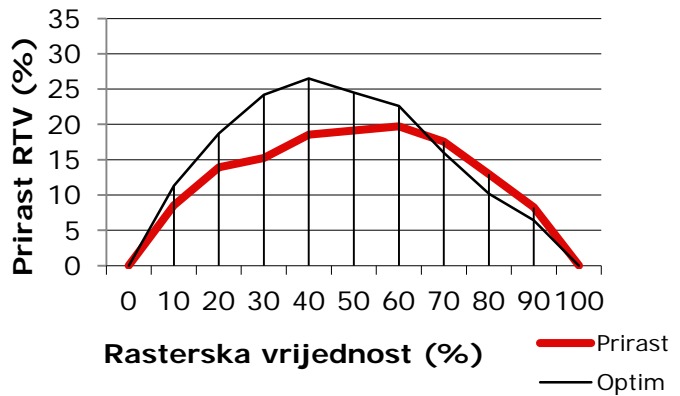
#### 3.1. Izračuni prirasta RTV

Tablica 11. Izračuni gustoće obojenja i prirasta RTV za cijan boju

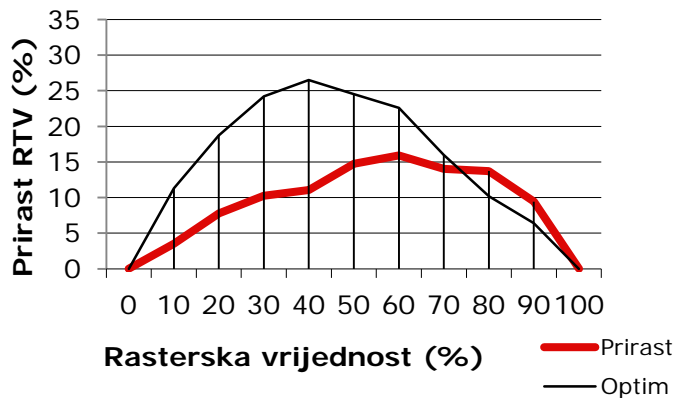
		Gustoća obojenja	Prirast	Optim	
C+0	0	0	0	0	
	10	0,08	11,3	11,1	
	20	0,18	18,7	19	
	30	0,25	24,2	24	
	40	0,35	26,5	26,1	
	50	0,45	24,5	26	
	60	0,55	22,6	23,9	
	70	0,64	16,0	19,8	
	80	0,76	10,2	14,3	
	90	0,83	6,4	7,6	
	100	0,87	0,0	0	
C+3	0	0	0	0	
	10	0,06	5,5	11,3	
	20	0,14	13,2	18,7	
	30	0,22	17,9	24,2	
	40	0,31	21,5	26,5	
	50	0,42	24,7	24,5	
	60	0,49	21,5	22,6	
	70	0,57	18,0	16,0	
	80	0,67	14,7	10,2	
	90	0,77	10,0	6,4	
	100	0,77	0,0	0,0	
C+6	0	0,00	0	0	
	10	0,09	11,8	11,3	
	20	0,17	17,7	18,7	
	30	0,27	23,9	24,2	
	40	0,36	25,6	26,5	
	50	0,50	29,6	24,5	
	60	0,57	25,1	22,6	
	70	0,66	21,0	16,0	
	80	0,76	16,2	10,2	
	90	0,83	9,2	6,4	
	100	0,85	0,0	0,0	
C+9	0	0,00	0	0	
	10	0,10	14,7	11,3	
	20	0,15	15,0	18,7	
	30	0,25	22,5	24,2	
	40	0,34	25,1	26,5	
	50	0,45	27,4	24,5	
	60	0,54	25,3	22,6	
	70	0,64	22,4	16,0	
	80	0,72	17,1	10,2	
	90	0,76	9,1	6,4	
	100	0,78	0,0	0,0	

**CIJAN**

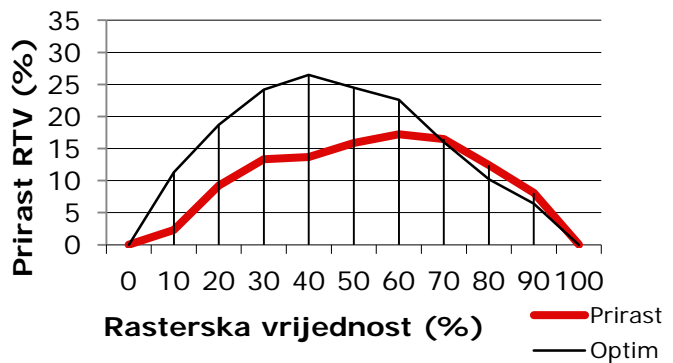
C-3		<b>Gustoća obojenja</b>	<b>Prirast</b>	<b>Optim</b>
	0	<b>0,00</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
10	<b>0,08</b>	<b>8,5</b>	<b>11,3</b>	
20	<b>0,16</b>	<b>13,9</b>	<b>18,7</b>	
30	<b>0,23</b>	<b>15,2</b>	<b>24,2</b>	
40	<b>0,33</b>	<b>18,6</b>	<b>26,5</b>	
50	<b>0,43</b>	<b>19,2</b>	<b>24,5</b>	
60	<b>0,56</b>	<b>19,7</b>	<b>22,6</b>	
70	<b>0,69</b>	<b>17,6</b>	<b>16,0</b>	
80	<b>0,81</b>	<b>13,0</b>	<b>10,2</b>	
90	<b>0,97</b>	<b>8,2</b>	<b>6,4</b>	
100	<b>1,04</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	



C-6		<b>Gustoća obojenja</b>	<b>Prirast</b>	<b>Optim</b>
	0	<b>0,00</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
10	<b>0,05</b>	<b>3,5</b>	<b>11,3</b>	
20	<b>0,11</b>	<b>7,8</b>	<b>18,7</b>	
30	<b>0,17</b>	<b>10,2</b>	<b>24,2</b>	
40	<b>0,23</b>	<b>11,1</b>	<b>26,5</b>	
50	<b>0,32</b>	<b>14,8</b>	<b>24,5</b>	
60	<b>0,41</b>	<b>15,9</b>	<b>22,6</b>	
70	<b>0,49</b>	<b>14,0</b>	<b>16,0</b>	
80	<b>0,61</b>	<b>13,7</b>	<b>10,2</b>	
90	<b>0,70</b>	<b>9,4</b>	<b>6,4</b>	
100	<b>0,71</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	



C-9		<b>Gustoća obojenja</b>	<b>Prirast</b>	<b>Optim</b>
	0	<b>0,00</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
10	<b>0,05</b>	<b>2,3</b>	<b>11,3</b>	
20	<b>0,13</b>	<b>9,2</b>	<b>18,7</b>	
30	<b>0,21</b>	<b>13,3</b>	<b>24,2</b>	
40	<b>0,28</b>	<b>13,7</b>	<b>26,5</b>	
50	<b>0,38</b>	<b>15,9</b>	<b>24,5</b>	
60	<b>0,50</b>	<b>17,2</b>	<b>22,6</b>	
70	<b>0,63</b>	<b>16,5</b>	<b>16,0</b>	
80	<b>0,74</b>	<b>12,4</b>	<b>10,2</b>	
90	<b>0,88</b>	<b>8,1</b>	<b>6,4</b>	
100	<b>0,94</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	

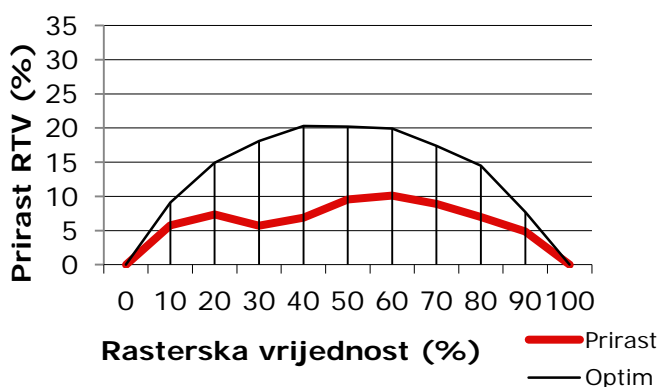


Tablica 12. Izračuni gustoće obojenja i prirasta RTV za magentu

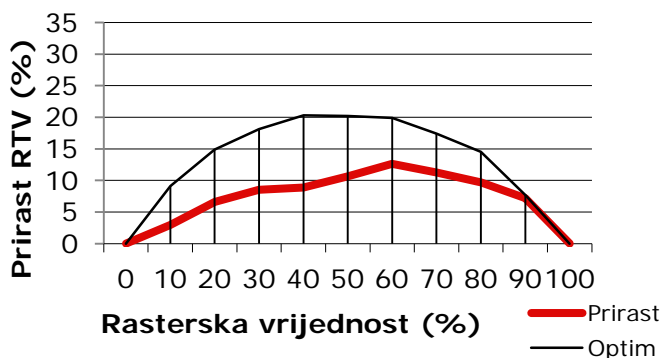
MAGENTA					
M+0		<b>Gustoća obojenja</b>	<b>Prirast</b>	<b>Optim</b>	
	0	0,00	0	0	
	10	0,08	9,1	11,1	
	20	0,16	14,9	19	
	30	0,24	18,1	24	
	40	0,33	20,3	26,1	
	50	0,42	20,2	26	
	60	0,53	19,9	23,9	
	70	0,64	17,4	19,8	
	80	0,78	14,5	14,3	
	90	0,86	7,7	7,6	
100	0,93	0,0	0		
M+3					
	0	0,00	0	0	
	10	0,06	6,1	9,1	
	20	0,11	8,0	14,9	
	30	0,17	10,5	18,1	
	40	0,25	14,7	20,3	
	50	0,32	15,1	20,2	
	60	0,40	15,2	19,9	
	70	0,47	12,6	17,4	
	80	0,54	8,9	14,5	
	90	0,62	5,0	7,7	
100	0,70	0,0	0,0		
M+6					
	0	0,00	0	0	
	10	0,06	5,9	9,1	
	20	0,13	11,8	14,9	
	30	0,20	15,3	18,1	
	40	0,28	18,4	20,3	
	50	0,37	20,5	20,2	
	60	0,42	16,2	19,9	
	70	0,52	15,8	17,4	
	80	0,58	10,6	14,5	
	90	0,66	6,0	7,7	
100	0,73	0,0	0,0		
M+9					
	0	0,00	0	0	
	10	0,07	7,5	9,1	
	20	0,16	16,2	14,9	
	30	0,24	19,8	18,1	
	40	0,33	22,5	20,3	
	50	0,44	24,7	20,2	
	60	0,53	22,7	19,9	
	70	0,61	18,6	17,4	
	80	0,71	14,5	14,5	
	90	0,79	8,3	7,7	
100	0,83	0,0	0,0		

MAGENTA

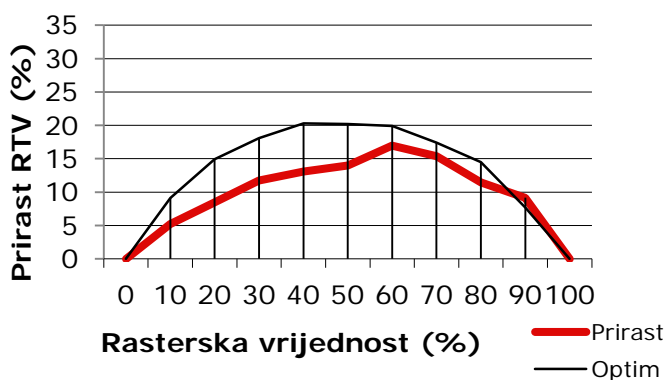
M-3		Gustoća obojenja	Prirast	Optim
	0	0,00	0	0
	10	0,06	5,8	9,1
	20	0,11	7,4	14,9
	30	0,15	5,7	18,1
	40	0,21	6,9	20,3
	50	0,29	9,6	20,2
	60	0,37	10,1	19,9
	70	0,45	8,9	17,4
	80	0,54	7,0	14,5
	90	0,65	4,9	7,7
100	0,74	0,0	0,0	



M-6		Gustoća obojenja	Prirast	Optim
	0	0,00	0	0
	10	0,05	2,9	9,1
	20	0,11	6,6	14,9
	30	0,17	8,5	18,1
	40	0,23	8,9	20,3
	50	0,31	10,6	20,2
	60	0,41	12,6	19,9
	70	0,50	11,3	17,4
	80	0,61	9,7	14,5
	90	0,74	7,2	7,7
100	0,80	0,0	0,0	

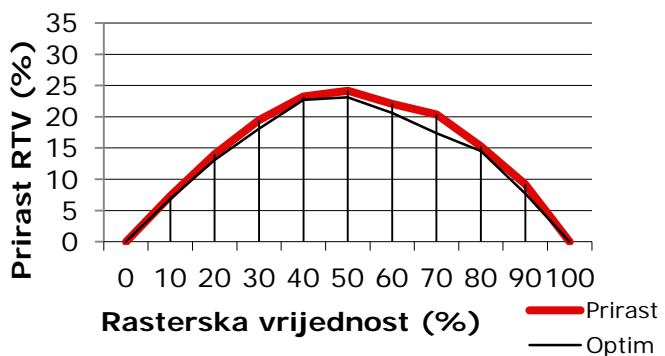
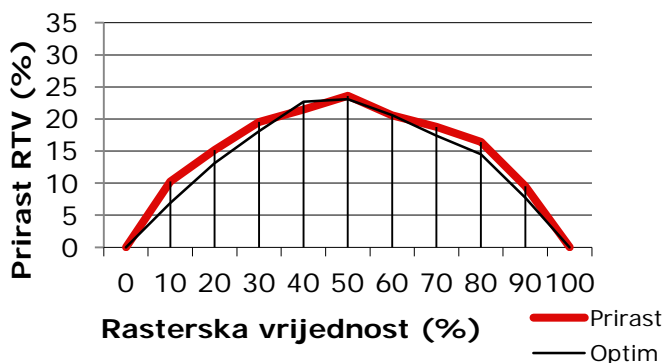
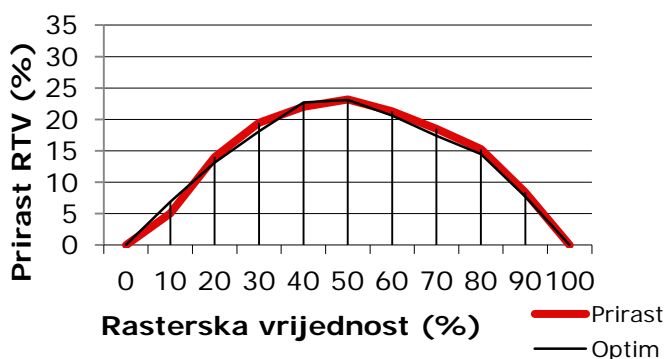
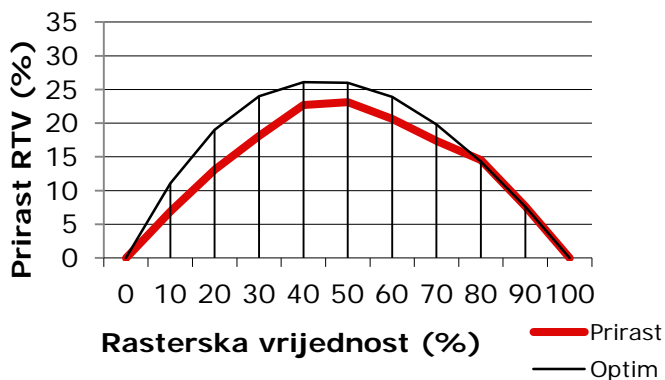


M-9		Gustoća obojenja	Prirast	Optim
	0	0,00	0	0
	10	0,06	5,2	9,1
	20	0,12	8,4	14,9
	30	0,19	11,8	18,1
	40	0,26	13,1	20,3
	50	0,34	14,0	20,2
	60	0,46	17,0	19,9
	70	0,56	15,4	17,4
	80	0,65	11,5	14,5
	90	0,80	9,2	7,7
100	0,82	0,0	0,0	



Tablica 13. Izračuni gustoće obojenja i prirasta RTV za žutu boju

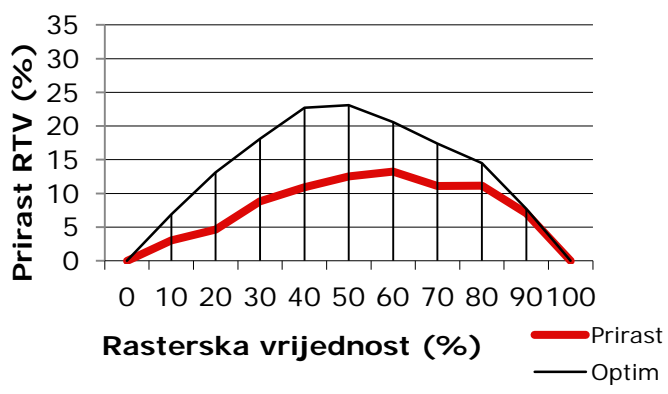
YELLOW				
		Gustoća obojenja	Prirast	Optim
Y+0	0	0,00	0	0
	10	0,07	6,9	11,1
	20	0,15	13,1	19
	30	0,24	18,1	24
	40	0,35	22,7	26,1
	50	0,45	23,1	26
	60	0,54	20,6	23,9
	70	0,64	17,4	19,8
	80	0,78	14,5	14,3
	90	0,86	7,7	7,6
	100	0,93	0,0	0
Y+3	0	0,00	0	0
	10	0,06	5,0	6,9
	20	0,15	14,0	13,1
	30	0,24	19,4	18,1
	40	0,33	22,0	22,7
	50	0,43	23,2	23,1
	60	0,52	21,3	20,6
	70	0,62	18,5	17,4
	80	0,74	15,3	14,5
	90	0,81	8,4	7,7
	100	0,85	0,0	0,0
Y+6	0	0,00	0	0
	10	0,08	10,3	6,9
	20	0,15	15,2	13,1
	30	0,23	19,5	18,1
	40	0,31	21,5	22,7
	50	0,41	23,6	23,1
	60	0,48	20,6	20,6
	70	0,58	18,8	17,4
	80	0,70	16,4	14,5
	90	0,76	9,5	7,7
	100	0,77	0,0	0,0
Y+9	0	0,00	0	0
	10	0,07	7,3	6,9
	20	0,15	14,0	13,1
	30	0,24	19,4	18,1
	40	0,34	23,2	22,7
	50	0,44	24,2	23,1
	60	0,53	22,1	20,6
	70	0,65	20,4	17,4
	80	0,74	15,3	14,5
	90	0,83	9,2	7,7
	100	0,85	0,0	0,0



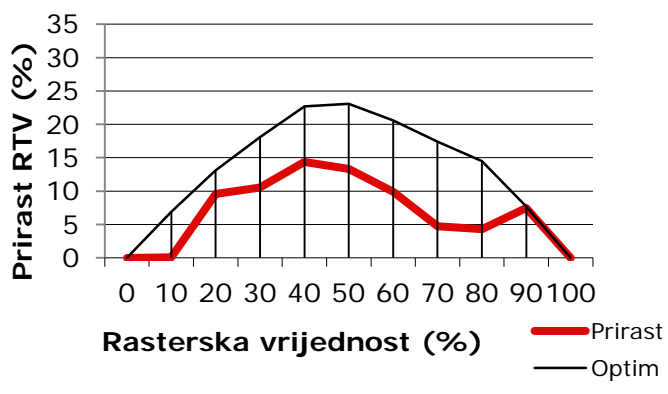


**YELLOW**

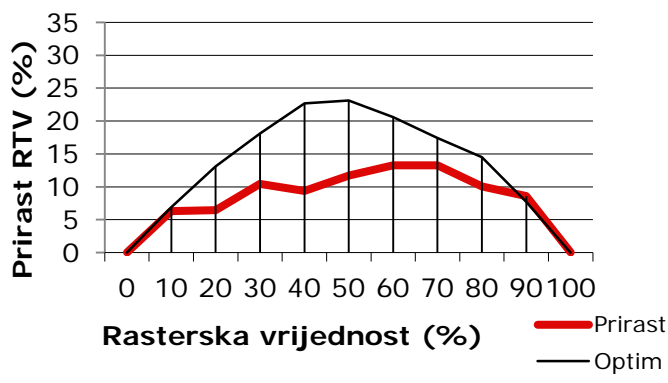
Y-3		<b>Gustoća obojenja</b>	<b>Prirast</b>	<b>Optim</b>
	0	<b>0,00</b>	<b>0</b>	0
	10	<b>0,05</b>	<b>3,0</b>	6,9
	20	<b>0,10</b>	<b>4,7</b>	13,1
	30	<b>0,17</b>	<b>8,8</b>	18,1
	40	<b>0,24</b>	<b>10,9</b>	22,7
	50	<b>0,32</b>	<b>12,5</b>	23,1
	60	<b>0,41</b>	<b>13,3</b>	20,6
	70	<b>0,49</b>	<b>11,1</b>	17,4
	80	<b>0,62</b>	<b>11,1</b>	14,5
	90	<b>0,72</b>	<b>7,1</b>	7,7
100	<b>0,78</b>	<b>0,0</b>	0,0	



Y-6		<b>Gustoća obojenja</b>	<b>Prirast</b>	<b>Optim</b>
	0	<b>0,00</b>	<b>0</b>	0
	10	<b>0,04</b>	<b>0,1</b>	6,9
	20	<b>0,13</b>	<b>9,6</b>	13,1
	30	<b>0,19</b>	<b>10,5</b>	18,1
	40	<b>0,28</b>	<b>14,4</b>	22,7
	50	<b>0,35</b>	<b>13,3</b>	23,1
	60	<b>0,41</b>	<b>9,9</b>	20,6
	70	<b>0,46</b>	<b>4,7</b>	17,4
	80	<b>0,58</b>	<b>4,3</b>	14,5
	90	<b>0,83</b>	<b>7,5</b>	7,7
100	<b>0,90</b>	<b>0,0</b>	0,0	



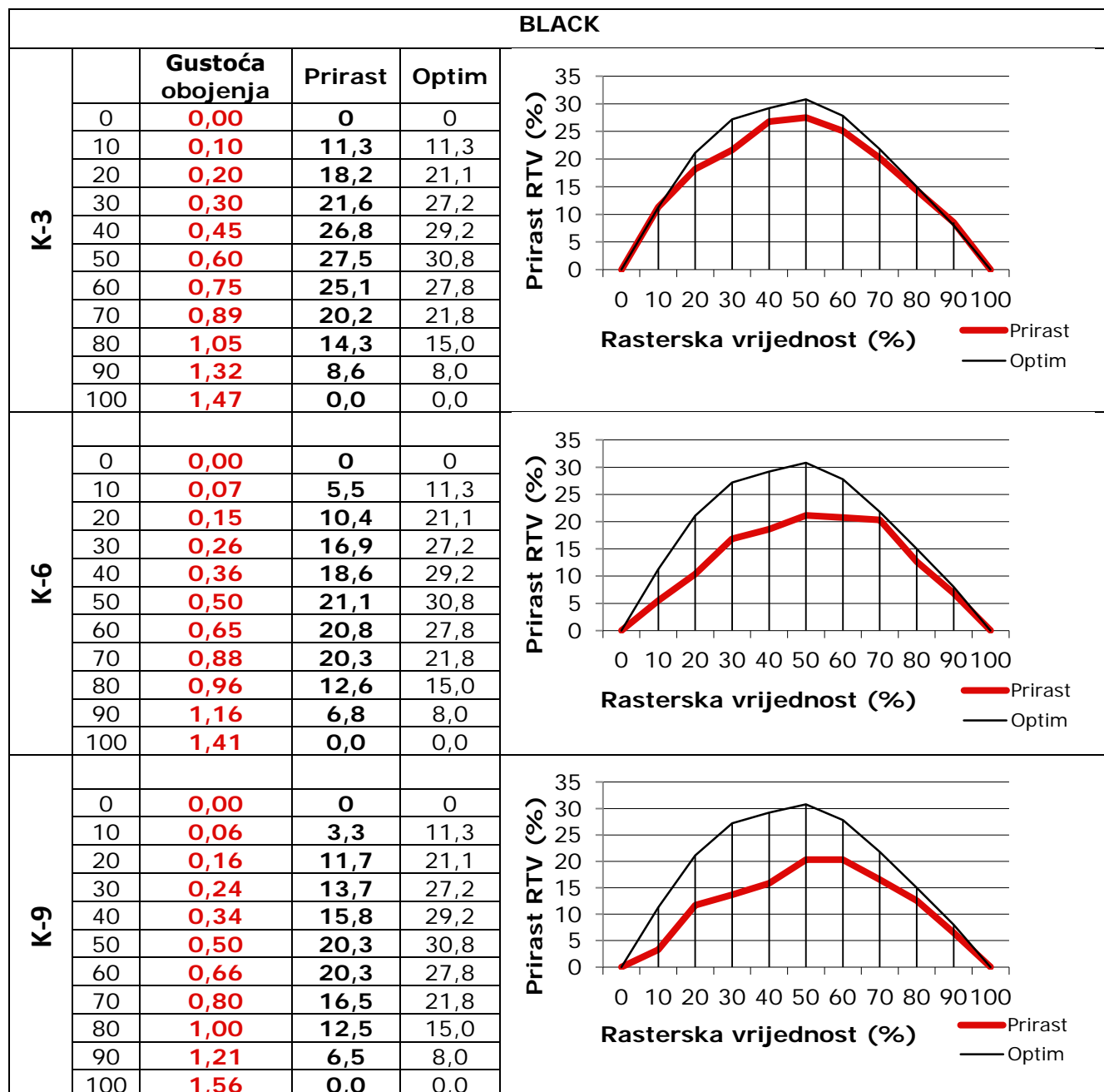
Y-9		<b>Gustoća obojenja</b>	<b>Prirast</b>	<b>Optim</b>
	0	<b>0,00</b>	<b>0</b>	0
	10	<b>0,07</b>	<b>6,3</b>	6,9
	20	<b>0,12</b>	<b>6,4</b>	13,1
	30	<b>0,20</b>	<b>10,4</b>	18,1
	40	<b>0,26</b>	<b>9,3</b>	22,7
	50	<b>0,36</b>	<b>11,7</b>	23,1
	60	<b>0,48</b>	<b>13,3</b>	20,6
	70	<b>0,62</b>	<b>13,3</b>	17,4
	80	<b>0,75</b>	<b>10,1</b>	14,5
	90	<b>1,00</b>	<b>8,6</b>	7,7
100	<b>1,06</b>	<b>0,0</b>	0,0	



Tablica 14. Izračuni gustoće obojenja i prirasta RTV za crnu boju

BLACK					
		Gustoća obojenja	Prirast	Optim	
K+0	0	0,00	0	0	<p>Prirast RTV (%)</p> <p>Rasterska vrijednost (%)</p> <p>— Prirast — Optim</p>
	10	0,10	11,3	11,1	
	20	0,22	21,1	19	
	30	0,35	27,2	24	
	40	0,48	29,2	26,1	
	50	0,66	30,8	26	
	60	0,82	27,8	23,9	
	70	0,95	21,8	19,8	
	80	1,09	15,0	14,3	
	90	1,28	8,0	7,6	
	100	1,48	0,0	0	
K+3	0	0,00	0	0	<p>Prirast RTV (%)</p> <p>Rasterska vrijednost (%)</p> <p>— Prirast — Optim</p>
	10	0,08	7,5	11,3	
	20	0,19	16,8	21,1	
	30	0,32	24,2	27,2	
	40	0,46	27,9	29,2	
	50	0,61	28,4	30,8	
	60	0,78	26,7	27,8	
	70	0,88	20,2	21,8	
	80	1,02	14,0	15,0	
	90	1,21	7,5	8,0	
	100	1,42	0,0	0,0	
K+6	0	0,00	0	0	<p>Prirast RTV (%)</p> <p>Rasterska vrijednost (%)</p> <p>— Prirast — Optim</p>
	10	0,10	11,0	11,3	
	20	0,21	19,2	21,1	
	30	0,38	29,7	27,2	
	40	0,55	33,5	29,2	
	50	0,74	33,7	30,8	
	60	0,89	29,2	27,8	
	70	1,03	22,8	21,8	
	80	1,20	15,9	15,0	
	90	1,53	9,3	8,0	
	100	1,64	0,0	0,0	
K+9	0	0,00	0	0	<p>Prirast RTV (%)</p> <p>Rasterska vrijednost (%)</p> <p>— Prirast — Optim</p>
	10	0,11	13,6	11,3	
	20	0,21	20,5	21,1	
	30	0,34	27,4	27,2	
	40	0,52	33,8	29,2	
	50	0,66	32,6	30,8	
	60	0,76	27,3	27,8	
	70	0,86	21,1	21,8	
	80	0,99	14,9	15,0	
	90	1,12	7,7	8,0	
	100	1,27	0,0	0,0	

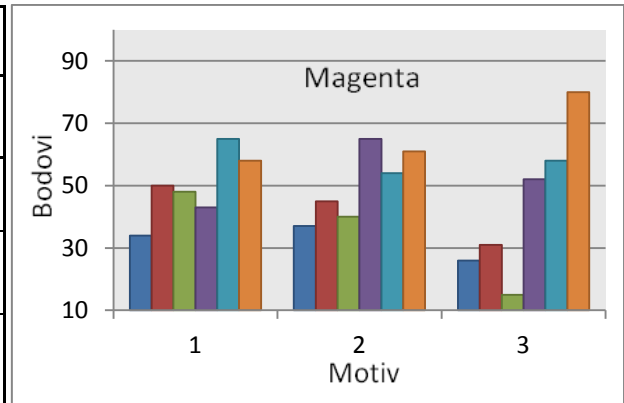
**BLACK**



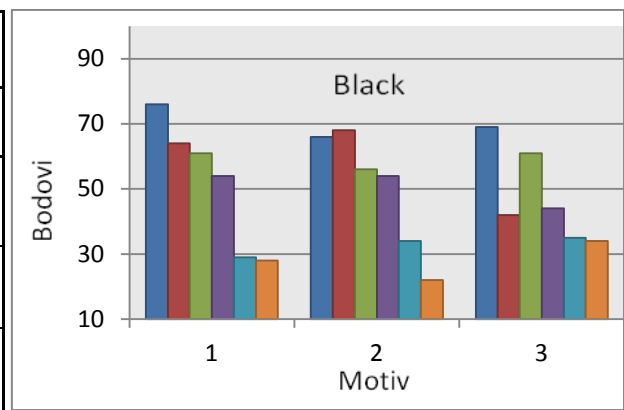
### 3.2. Subjektivni rezultat-ukupan zbroj dodjeljenih bodova

Tablica 15. Subjektivni rezultati-ukupan zbroj dodjeljenih bodova

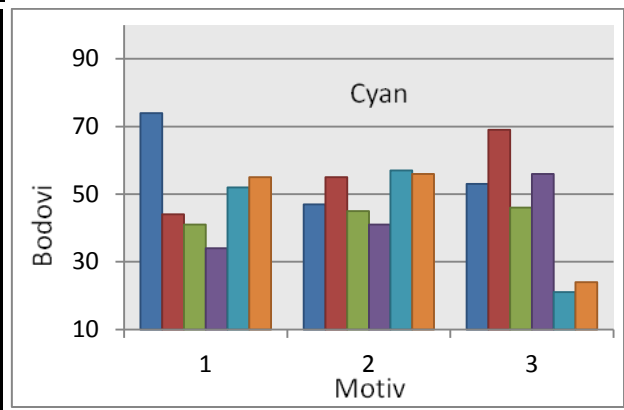
Magenta						
20	M + 3	M + 6	M + 9	M - 3	M - 6	M - 9
M1	34	50	48	43	65	58
M2	37	45	40	65	54	61
M3	26	31	15	52	58	80



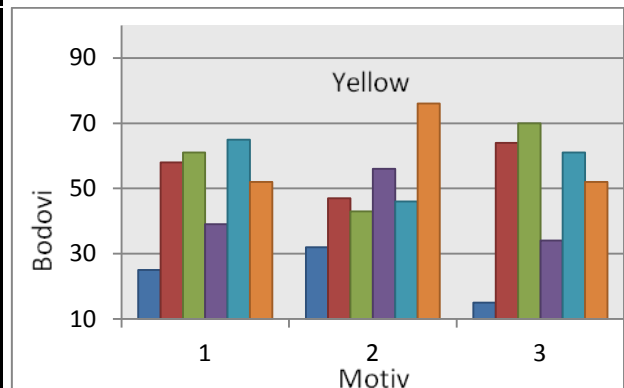
Black						
20	K + 3	K + 6	K + 9	K - 3	K - 6	K - 9
M1	76	64	61	54	29	28
M2	66	68	56	54	34	22
M3	69	42	61	44	35	34



Cyan						
20	C + 3	C + 6	C + 9	C - 3	C - 6	C - 9
M1	74	44	41	34	52	55
M2	47	55	45	41	57	56
M3	53	69	46	56	21	24

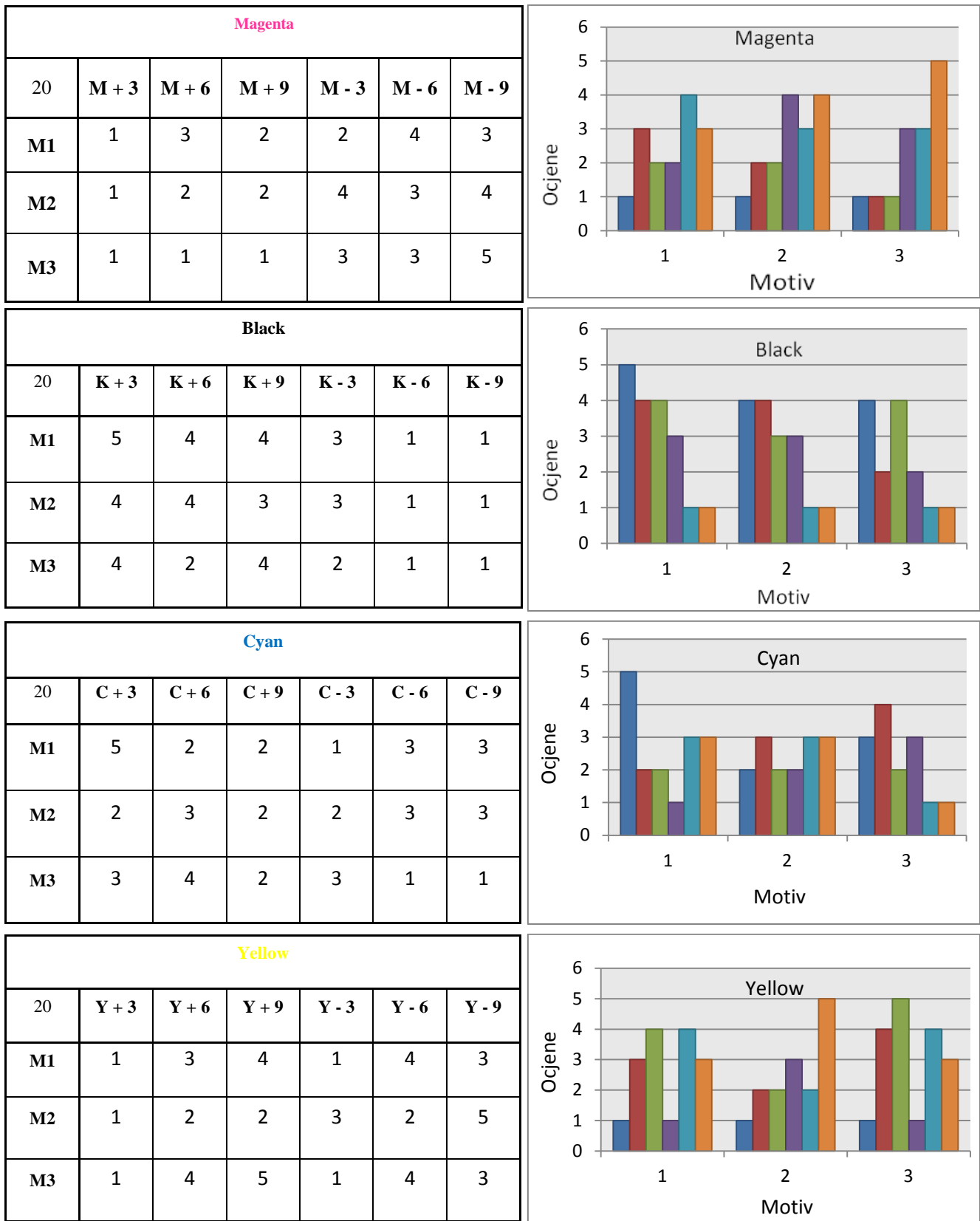


Yellow						
20	Y + 3	Y + 6	Y + 9	Y - 3	Y - 6	Y - 9
M1	25	58	61	39	65	52
M2	32	47	43	56	46	76
M3	15	64	70	34	61	52



### 3.3. Subjektivni rezultat - ocjene vizualne razlike

Tablica 16. Subjektivni rezultati - ocjene vizualne razlike



### 3.4. Odstupanje prirasta RTV

Tablica 17. Odstupanje prirasta RTV od standarda

Magenta													
	Original	M+3	Odstupanje	M+6	Odstupanje	M+9	Odstupanje	M-3	Odstupanje	M-6	Odstupanje	M-9	Odstupanje
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	9,1	6,1	-3	5,9	-3,2	7,5	-1,6	5,8	-3,3	2,9	-6,2	5,2	-3,9
20	14,9	8	-6,9	11,8	-3,1	16,2	1,3	7,4	-7,5	6,6	-8,3	8,4	-6,5
30	18,1	10,5	-7,6	15,3	-2,8	19,8	1,7	5,7	-12,4	8,5	-9,6	11,8	-6,3
40	20,3	14,7	-5,6	18,4	-1,9	22,5	2,2	6,9	-13,4	8,9	-11,4	13,1	-7,2
50	20,2	15,1	-5,1	20,5	0,3	24,7	4,5	9,6	-10,6	10,6	-9,6	14	-6,2
60	19,9	15,2	-4,7	16,2	-3,7	22,7	2,8	10,1	-9,8	12,6	-7,3	17	-2,9
70	17,4	12,6	-4,8	15,8	-1,6	18,6	1,2	8,9	-8,5	11,3	-6,1	15,4	-2
80	14,5	8,9	-5,6	10,6	-3,9	14,5	0	7	-7,5	9,7	-4,8	11,5	-3
90	7,7	5	-2,7	6	-1,7	8,3	0,6	4,9	-2,8	7,2	-0,5	9,2	1,5
100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Black													
	Original	K+3	Odstupanje	K+6	Odstupanje	K+9	Odstupanje	K-3	Odstupanje	K-6	Odstupanje	K-9	Odstupanje
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	11,3	7,5	-3,8	11	-0,3	13,6	2,3	11,3	0	5,5	-5,8	3,3	-8
20	21,1	16,8	-4,3	19,2	-1,9	20,5	-0,6	18,2	-2,9	10,4	-10,7	11,7	-9,4
30	27,2	24,2	-3	29,7	2,5	27,4	0,2	21,6	-5,6	16,9	-10,3	13,7	-13,5
40	29,2	27,9	-1,3	33,5	4,3	33,8	4,6	26,8	-2,4	18,6	-10,6	15,8	-13,4
50	30,8	28,4	-2,4	33,7	2,9	32,6	1,8	27,5	-3,3	21,1	-9,7	20,3	-10,5
60	27,8	26,7	-1,1	29,2	1,4	27,3	-0,5	25,1	-2,7	20,8	-7	20,3	-7,5
70	21,8	20,2	-1,6	22,8	1	21,1	-0,7	20,2	-1,6	20,3	-1,5	16,5	-5,3
80	15	14	-1	15,9	0,9	14,9	-0,1	14,3	-0,7	12,6	-2,4	12,5	-2,5
90	8	7,5	-0,5	9,3	1,3	7,7	-0,3	8,6	0,6	6,8	-1,2	6,5	-1,5
100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Cyan													
	Original	C+3	Odstupanje	C+6	Odstupanje	C+9	Odstupanje	C-3	Odstupanje	C-6	Odstupanje	C-9	Odstupanje
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	11,3	5,5	-5,8	11,8	0,5	14,7	3,4	8,5	-2,8	3,5	-7,8	2,3	-9
20	18,7	13,2	-5,5	17,7	-1	15	-3,7	13,9	-4,8	7,8	-10,9	9,2	-9,5
30	24,2	17,9	-6,3	23,9	-0,3	22,5	-1,7	15,2	-9	10,2	-14	13,3	-10,9
40	26,5	21,5	-5	25,6	-0,9	25,1	-1,4	18,6	-7,9	11,1	-15,4	13,7	-12,8
50	24,5	24,7	0,2	29,6	5,1	27,4	2,9	19,2	-5,3	14,8	-9,7	15,9	-8,6
60	22,6	21,5	-1,1	25,1	2,5	25,3	2,7	19,7	-2,9	15,9	-6,7	17,2	-5,4
70	16	18	2	21	5	22,4	6,4	17,6	1,6	14	-2	16,5	0,5
80	10,2	14,7	4,5	16,2	6	17,1	6,9	13	2,8	13,7	3,5	12,4	2,2
90	6,4	10	3,6	9,2	2,8	9,1	2,7	8,2	1,8	9,4	3	8,1	1,7
100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Yellow													
	Original	Y+3	Odstupanje	Y+6	Odstupanje	Y+9	Odstupanje	Y-3	Odstupanje	Y-6	Odstupanje	Y-9	Odstupanje
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	6,9	5	-1,9	10,3	3,4	7,3	0,4	3	-3,9	0,1	-6,8	6,3	-0,6
20	13,1	14	0,9	15,2	2,1	14	0,9	4,7	-8,4	9,6	-3,5	6,4	-6,7
30	18,1	19,4	1,3	19,5	1,4	19,4	1,3	8,8	-9,3	10,5	-7,6	10,4	-7,7
40	22,7	22	-0,7	21,5	-1,2	23,2	0,5	10,9	-11,8	14,4	-8,3	9,3	-13,4
50	23,1	23,2	0,1	23,6	0,5	24,2	1,1	12,5	-10,6	13,3	-9,8	11,7	-11,4
60	20,6	21,3	0,7	20,6	0	22,1	1,5	13,3	-7,3	9,9	-10,7	13,3	-7,3
70	17,4	18,5	1,1	18,8	1,4	20,4	3	11,1	-6,3	4,7	-12,7	13,3	-4,1
80	14,5	15,3	0,8	16,4	1,9	15,3	0,8	11,1	-3,4	4,3	-10,2	10,1	-4,4
90	7,7	8,4	0,7	9,5	1,8	9,2	1,5	7,1	-0,6	7,5	-0,2	8,6	0,9
100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Dopuštene tolerancije za prirast RTV u novinskom tisku su:  $\pm 3\%$

### 3.5. Odstupanje gustoće obojenja

Tablica 18. Odstupanje gustoće obojenja

Magenta													
	Original	M+3	Odstupanje	M+6	Odstupanje	M+9	Odstupanje	M-3	Odstupanje	M-6	Odstupanje	M-9	Odstupanje
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0,08	0,06	-0,02	0,06	-0,02	0,07	-0,01	0,06	-0,02	0,05	-0,03	0,06	-0,02
20	0,16	0,11	-0,05	0,13	-0,03	0,16	0	0,11	-0,05	0,11	-0,05	0,12	-0,04
30	0,24	0,17	-0,07	0,2	-0,04	0,24	0	0,15	-0,09	0,17	-0,07	0,19	-0,05
40	0,33	0,25	-0,08	0,28	-0,05	0,33	0	0,21	-0,12	0,23	-0,1	0,26	-0,07
50	0,42	0,32	-0,1	0,37	-0,05	0,44	0,02	0,29	-0,13	0,31	-0,11	0,34	-0,08
60	0,53	0,4	-0,13	0,42	-0,11	0,53	0	0,37	-0,16	0,41	-0,12	0,46	-0,07
70	0,64	0,47	-0,17	0,52	-0,12	0,61	-0,03	0,45	-0,19	0,5	-0,14	0,56	-0,08
80	0,78	0,54	-0,24	0,58	-0,2	0,71	-0,07	0,54	-0,24	0,61	-0,17	0,65	-0,13
90	0,86	0,62	-0,24	0,66	-0,2	0,79	-0,07	0,65	-0,21	0,74	-0,12	0,8	-0,06
100	0,93	0,7	-0,23	0,73	-0,2	0,83	-0,1	0,74	-0,19	0,8	-0,13	0,82	-0,11

Black													
	Original	K+3	Odstupanje	K+6	Odstupanje	K+9	Odstupanje	K-3	Odstupanje	K-6	Odstupanje	K-9	Odstupanje
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0,1	0,08	-0,02	0,1	0	0,11	0,01	0,1	0	0,07	-0,03	0,06	-0,04
20	0,22	0,19	-0,03	0,21	-0,01	0,21	-0,01	0,2	-0,02	0,15	-0,07	0,16	-0,06
30	0,35	0,32	-0,03	0,38	0,03	0,34	-0,01	0,3	-0,05	0,26	-0,09	0,24	-0,11
40	0,48	0,46	-0,02	0,55	0,07	0,52	0,04	0,45	-0,03	0,36	-0,12	0,34	-0,14
50	0,66	0,61	-0,05	0,74	0,08	0,66	0	0,6	-0,06	0,5	-0,16	0,5	-0,16
60	0,82	0,78	-0,04	0,89	0,07	0,76	-0,06	0,75	-0,07	0,65	-0,17	0,66	-0,16
70	0,95	0,88	-0,07	1,03	0,08	0,86	-0,09	0,89	-0,06	0,88	-0,07	0,8	-0,15
80	1,09	1,02	-0,07	1,2	0,11	0,99	-0,1	1,05	-0,04	0,96	-0,13	1	-0,09
90	1,28	1,21	-0,07	1,53	0,25	1,12	-0,16	1,32	0,04	1,16	-0,12	1,21	-0,07
100	1,48	1,42	-0,06	1,64	0,16	1,27	-0,21	1,47	-0,01	1,41	-0,07	1,56	0,08

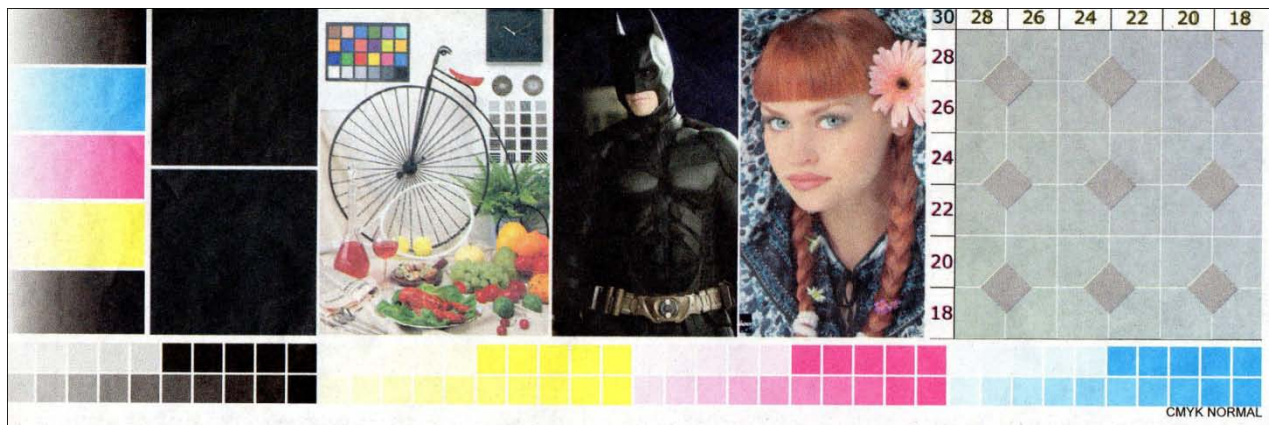
Cyan													
	Original	C+3	Odstupanje	C+6	Odstupanje	C+9	Odstupanje	C-3	Odstupanje	C-6	Odstupanje	C-9	Odstupanje
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0,08	0,06	-0,02	0,09	0,01	0,1	0,02	0,08	0	0,05	-0,03	0,05	-0,03
20	0,18	0,14	-0,04	0,17	-0,01	0,15	-0,03	0,16	-0,02	0,11	-0,07	0,13	-0,05
30	0,25	0,22	-0,03	0,27	0,02	0,25	0	0,23	-0,02	0,17	-0,08	0,21	-0,04
40	0,35	0,31	-0,04	0,36	0,01	0,34	-0,01	0,33	-0,02	0,23	-0,12	0,28	-0,07
50	0,45	0,42	-0,03	0,5	0,05	0,45	0	0,43	-0,02	0,32	-0,13	0,38	-0,07
60	0,55	0,49	-0,06	0,57	0,02	0,54	-0,01	0,56	0,01	0,41	-0,14	0,5	-0,05
70	0,64	0,57	-0,07	0,66	0,02	0,64	0	0,69	0,05	0,49	-0,15	0,63	-0,01
80	0,76	0,67	-0,09	0,76	0	0,72	-0,04	0,81	0,05	0,61	-0,15	0,74	-0,02
90	0,83	0,77	-0,06	0,83	0	0,76	-0,07	0,97	0,14	0,7	-0,13	0,88	0,05
100	0,87	0,77	-0,1	0,85	-0,02	0,78	-0,09	1,04	0,17	0,71	-0,16	0,94	0,07

Yellow													
	Original	Y+3	Odstupanje	Y+6	Odstupanje	Y+9	Odstupanje	Y-3	Odstupanje	Y-6	Odstupanje	Y-9	Odstupanje
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0,07	0,06	-0,01	0,08	0,01	0,07	0	0,05	-0,02	0,04	-0,03	0,07	0
20	0,15	0,15	0	0,15	0	0,15	0	0,1	-0,05	0,13	-0,02	0,12	-0,03
30	0,24	0,24	0	0,23	-0,01	0,24	0	0,17	-0,07	0,19	-0,05	0,2	-0,04
40	0,35	0,33	-0,02	0,31	-0,04	0,34	-0,01	0,24	-0,11	0,28	-0,07	0,26	-0,09
50	0,45	0,43	-0,02	0,41	-0,04	0,44	-0,01	0,32	-0,13	0,35	-0,1	0,36	-0,09
60	0,54	0,52	-0,02	0,48	-0,06	0,53	-0,01	0,41	-0,13	0,41	-0,13	0,48	-0,06
70	0,64	0,62	-0,02	0,58	-0,06	0,65	0,01	0,49	-0,15	0,46	-0,18	0,62	-0,02
80	0,78	0,74	-0,04	0,7	-0,08	0,74	-0,04	0,62	-0,16	0,58	-0,2	0,75	-0,03
90	0,86	0,81	-0,05	0,76	-0,1	0,83	-0,03	0,72	-0,14	0,83	-0,03	1	0,14
100	0,93	0,85	-0,08	0,77	-0,16	0,85	-0,08	0,78	-0,15	0,9	-0,03	1,06	0,13

Dopuštene tolerancije u gustoći obojenja u novinskom tisku su:  $\pm 0,05$

## Izgled originalnog otiska



Slika 26. Originalni otisak sa otisnutim mjernim stripovima i motivima

## Primjer testiranog uzorka



Slika 27. Primjer testiranog uorka s otisnutim mjernim stripovima i motivima



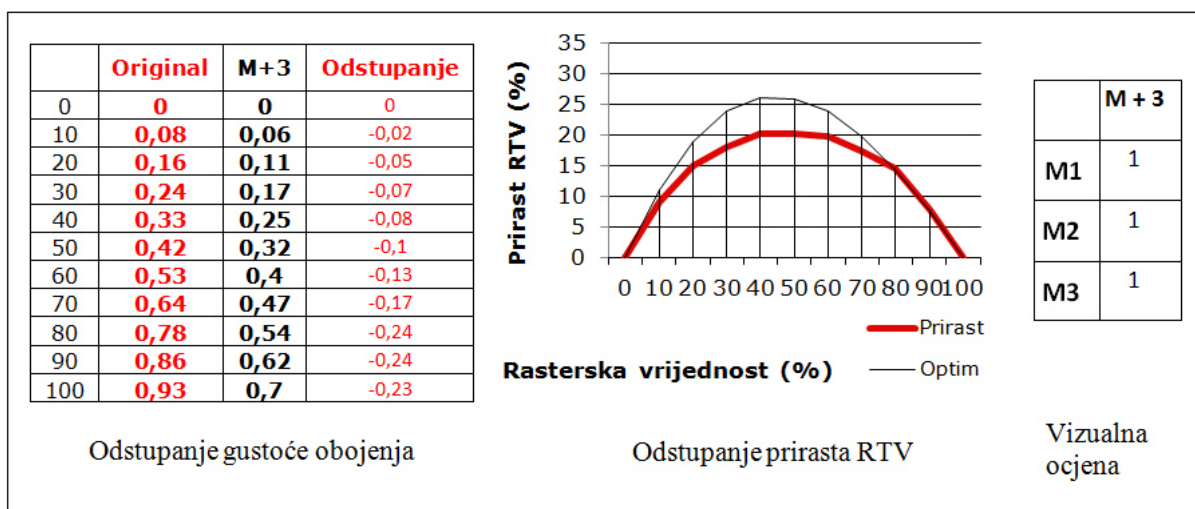
## 4. DISKUSIJA

Objektivna metoda određivanja kvalitete otiska, odnosno izračun ukupnog prirasta RTV za svaki mjereni uzorak pokazao je da rezultati prirasta RTV nisu onakvi kako se očekivalo. Simulacija prirasta RTV koja je rađena u *Photoshopu* nije uspješno otisnuta. Prirast RTV se nije povećao, odnosno smanjio u odnosu na original prema predviđenim vrijednostima.

Vizualna usporedba uzoraka u odnosu na original je pokazala sljedeće rezultate:

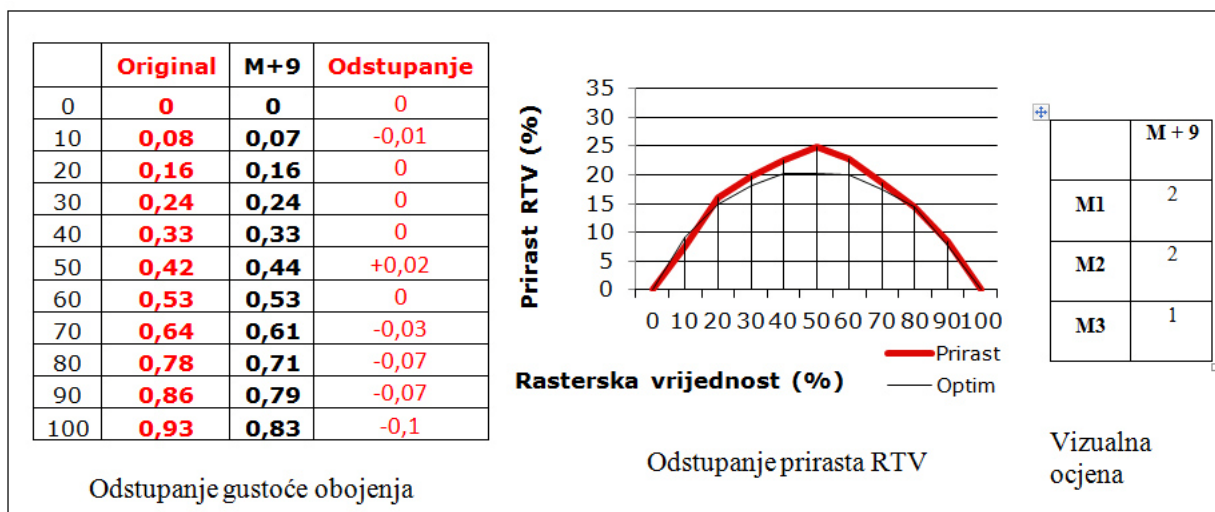
### 4.1 Magenta

Na uzorku M+3 vidljivo je da je vizualna razlika sva tri motiva uzorka u odnosu na original vrlo velika, dok je kod krivulje ukupnog prirasta RTV uzorka došlo do znatnog smanjenja prirasta RTV u odnosu na original. Gustoća obojenja se smanjila više nego je to dozvoljeno prema tolerancijama ISO standarda i to na poljima od 50 % pokrivenosti površine pa nadalje.



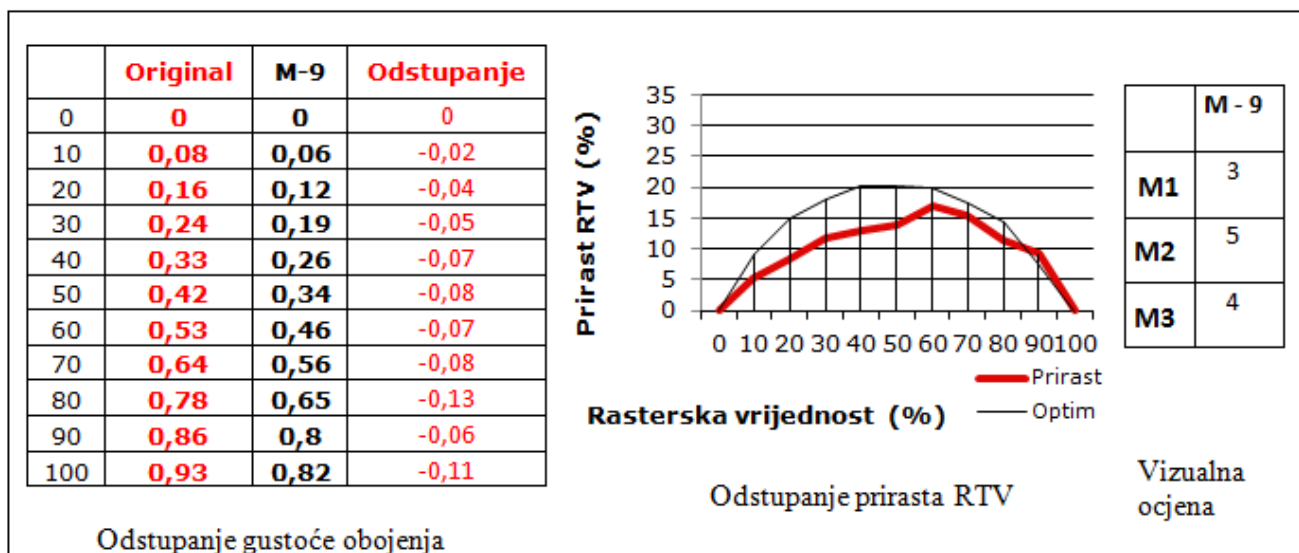
Slika 28. Usporedba dobivenih rezultata testiranog uorka M+3

Na uzorku M+9 vidljivo je da je vizualna razlika sva tri motiva uzorka u odnosu na original velika, dok je kod krivulje ukupnog prirasta RTV uzorka došlo do laganog povećanja prirasta RTV u odnosu na original. Gustoća obojenja se smanjila više nego je to dozvoljeno prema tolerancijama ISO standarda i to na poljima od 80 % pokrivenosti površine pa nadalje, a do 80% je u dopuštenim tolerancijama, što je vrlo neobično jer je vizualna razlika u odnosu na original vrlo velika.



Slika 29. Usporedba dobivenih rezultata testiranog uorka M+9

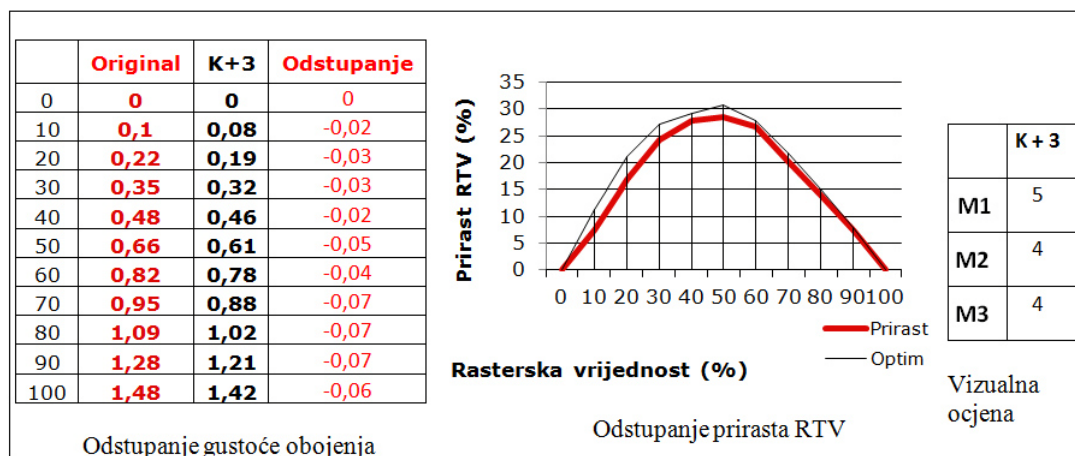
Na uzorku M-9 vidljivo je da je vizualna razlika sva tri motiva uzorka u odnosu na original teško uočljiva, dok je kod krivulje ukupnog prirasta RTV uzorka došlo do smanjenja prirasta RTV u odnosu na original. Gustoća obojenja se smanjila više nego je to dozvoljeno prema ISO standardima i to na poljima od 30 % pokrivenosti površine pa nadalje. To je neočekivano jer je vizualna razlika uzorka u odnosu na original teško uočljiva.



Slika 30. Usporedba dobivenih rezultata testiranog uorka M-9

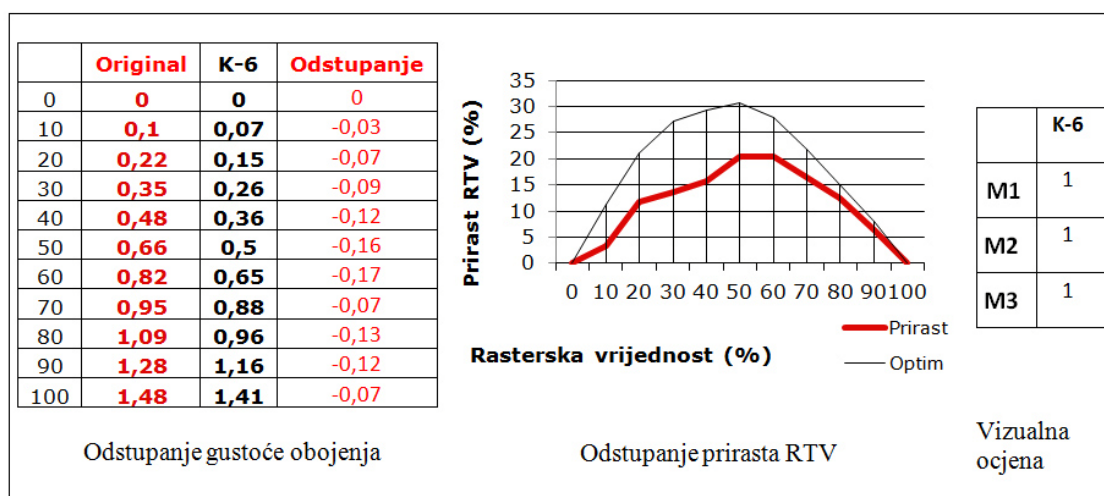
## 4.2 Black

Na uzorku K+3 vidljivo je da je vizualna razlika sva tri motiva uzorka u odnosu na original vrlo teško uočljiva, dok je krivulja ukupnog prirasta RTV uzorka jednaka prirastu RTV originala. Gustoća obojenja se smanjila više nego je to dozvoljeno prema ISO standardima i to na poljima od 50 % pokrivenosti površine pa nadalje. Odstupanje gustoće obojenja i prirasta nije veliko, stoga je i vizualna razlika uzorka i originala vrlo teško uočljiva.



Slika 31. Usporedba dobivenih rezultata testiranog uorka K+3

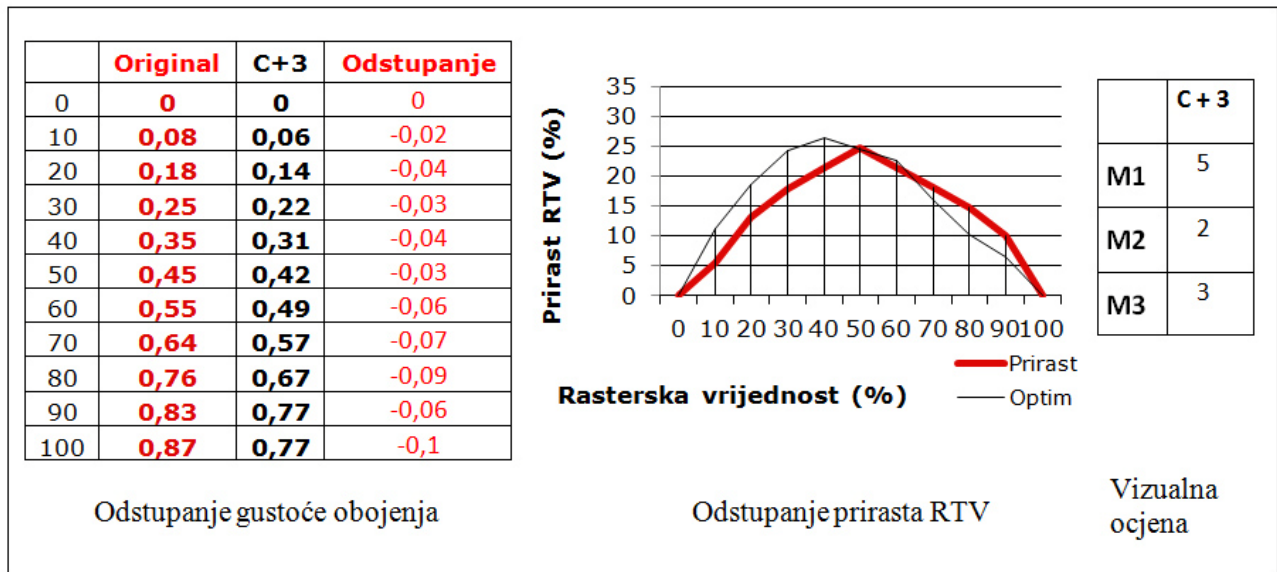
Na uzorku K-6 vidljivo je da je vizualna razlika sva tri motiva uzorka u odnosu na original velika, dok je kod krivulje ukupnog prirasta RTV uzorka došlo do velikog smanjenja prirasta RTV u odnosu na original. Gustoća obojenja se smanjila više nego je to dozvoljeno prema ISO standardima i to na poljima od 10 % pokrivenosti površine pa nadalje. Stoga je logično da je vizualna razlika uzoraka i originala velika.



Slika 31. Usporedba dobivenih rezultata testiranog uorka M-6

### 4.3 Cyan

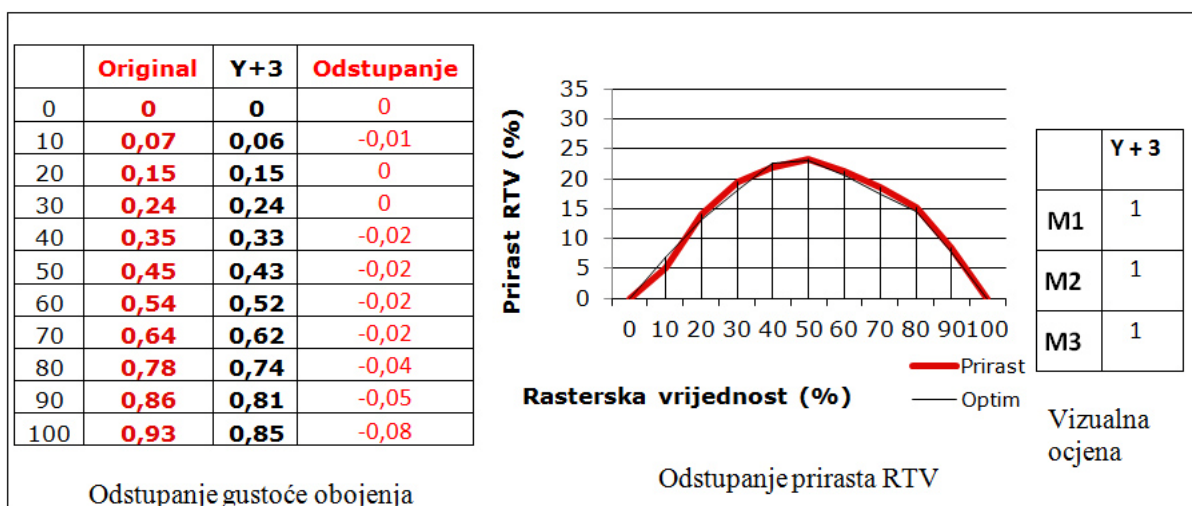
Na uzorku C+3 vidljivo je da nema vizualne razlike Motiva1 uzorka u odnosu na original, dok je kod Motiva2 razlika velika. Krivulja prirasta od 0-50 % RTV se smanjila u odnosu na original, a prirast od 50-100 % RTV se povećao. Gustoća obojenja se smanjila više nego je to dozvoljeno prema ISO standardima i to na poljima od 60 % pokrivenosti površine pa nadalje. Stoga nije logično da je vizualna razlika uzoraka i originala neznatna.



Slika 32. Usporedba dobivenih rezultata testiranog uorka C+3

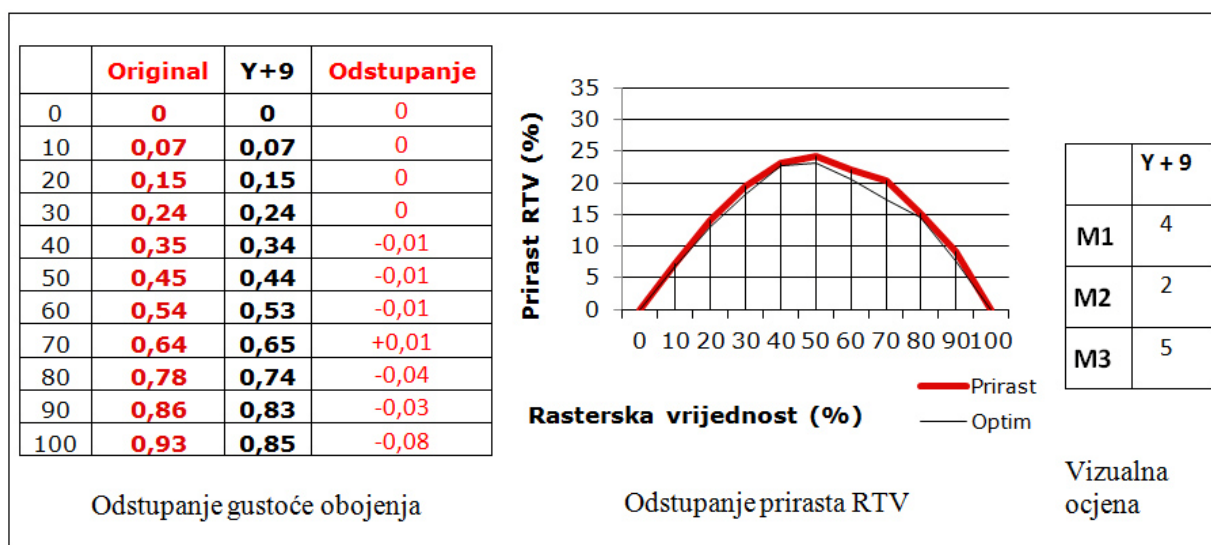
#### 4.4 Yellow

Na uzorku Y+3 vidljivo je da je vizualna razlika sva tri motiva uzorka u odnosu na original vrlo velika, dok je krivulja ukupnog prirasta RTV uzorka jednaka originalu. Gustoća obojenja se smanjila više nego je to dozvoljeno prema ISO standardima i to samo na poljima od 90 % pokrivenosti površine pa nadalje. Stoga nije logično da je vizualna razlika uzoraka i originala velika.



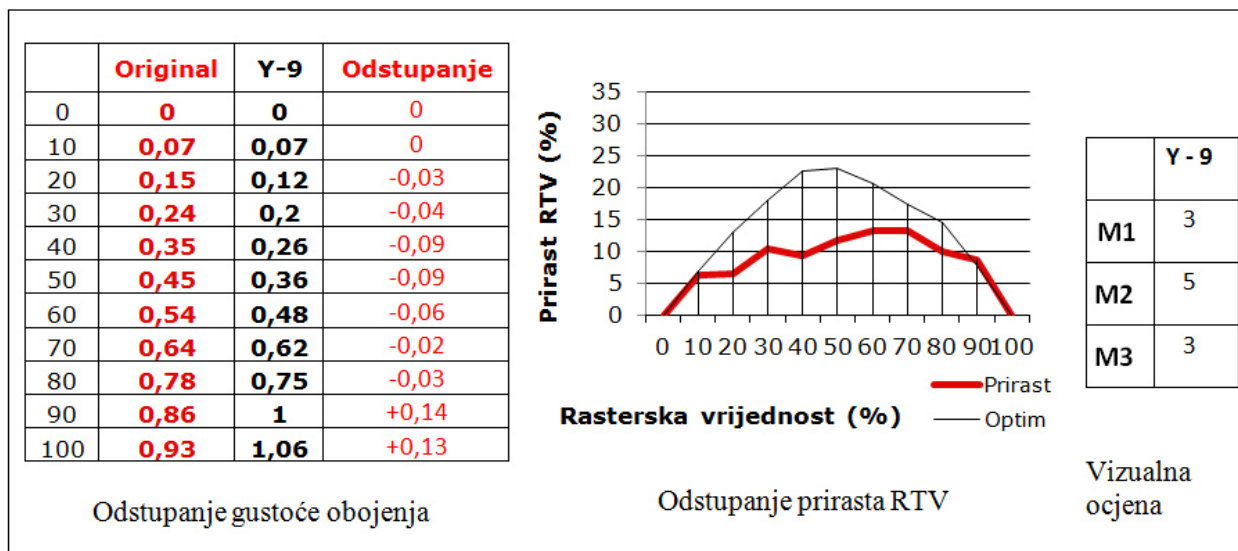
Slika 33. Usporedba dobivenih rezultata testiranog uorka Y+3

Na uzorku Y+9 vidljivo je da je vizualna razlika sva tri motiva uzorka u odnosu na original teško uočljiva, dok je krivulja ukupnog prirasta RTV uzorka jednaka originalu. Gustoća obojenja se smanjila više nego je to dozvoljeno prema ISO standardima i to samo na polju od 100 % pokrivenosti površine pa nadalje. Stoga je logično da je vizualna razlika uzoraka i originala teško uočljiva.



Slika 34. Usporedba dobivenih rezultata testiranog uorka Y+9

Na uzorku Y-9 vidljivo je da je vizualna razlika sva tri motiva uzorka u odnosu na original teško uočljiva, dok je kod krivulje ukupnog prirasta RTV uzorka došlo do znatnog smanjenja prirasta RTV u odnosu na original. Gustoća obojenja se smanjila više nego je to dozvoljeno prema ISO standardima i to na poljima od 40 % pokrivenosti površine pa nadalje. Stoga nije logično da je vizualna razlika uzoraka i originala teško uočljiva.



Slika 35. Usporedba dobivenih rezultata testiranog uorka Y-9

Ako je uzorak ocijenjen lošom ocjenom, znači da je razlika uzoraka u odnosu na original vrlo velika tebi samim time odstupanja prirasta RTV uzorka u odnosu na original i odstupanja gustoće obojenja trebala biti veća nego što je preporučeno ISO standardom. Isto tako, ako je uzorak ocijenjen dobrom ocjenom, znači da su odstupanja uzorka prirasta RTV i originala i odstupanja gustoće obojenja neznatna, odnosno da su u granicama ISO standarda.

U rezultatima je vidljivo da se kod trećine mjerenih uzoraka vizualna ocjena, odstupanje prirasta RTV i odstupanje gustoće obojenja u odnosu na original ne ponašaju u skladu s predviđenim zakonitostima.

Kod nekih testiranih uzoraka (npr. M-9, Y-9) rezultata su visoke vizualne ocjene (znači da se razlike tog uzorka i originala vrlo teško uočavaju), a odstupanja vrijednosti prirasta RTV i odstupanja gustoća obojenja su vrlo velika, odnosno iznad preporučenih vrijednosti ISO standarda.

Rezultati su pokazali da je testirani uzorak (npr. Y+3) dobio nisku vizualnu ocjenu (znači da su razlike tog uzorka i originala vrlo velike), a odstupanja vrijednosti prirasta RTV i odstupanja gustoća obojenja su neznatna, odnosno u granicama preporučenih vrijednosti ISO standarda.

Kod većine rezultata (npr. M+3, M+9, K-6) je vidljivo da su kod mjerenih uzoraka vizualna ocjena, odstupanje prirasta RTV i odstupanje gustoće obojenja u odnosu na original u skladu s predviđenim zakonitostima, iako odstupanja prirasta RTV i odstupanja gustoće obojenja nisu unutar preporučenih vrijednosti ISO standarda.

#### 4.5 Pogreške kod objektivnog određivanja kvalitete otiska uzoraka

Mjerenja su netočna zato što sustav kalibracije i karakterizacije strojeva i uređaja nije dobro podešen.

Pri denzitometrijskom mjerenju gustoće obojenja javlja se prevelika pogreška mjerenja jer se mjerenje izvodi denzitometrom s velikim stupnjem tolerancije ( $\pm 0,01$ ). Tiskovna podloga (novinski papir) je porozna, vrlo tanka (gramature  $40 \text{ g/m}^2$ ) te su se zbog toga mjerenja odvijala sa crnom podlogom ispod tiskovne podloge. Međutim, ta je crna podloga bila hrapava, što je znatno utjecalo na mjerenje.

Premalom gustoćom obojenja smanjuje se prirast RTV kod srednjih i velikih RTV.

Prevelika odstupanja prirasta RTV testiranih uzoraka od originala javljaju se zbog prvobitne pogreške u mjerenju gustoće obojenja. Pogreške se javljaju zbog deformacija rasterskih elemenata, razlog kojih su neodgovarajuća napetost i kvaliteta gumene navlake te neoptimalni pritisci prijenosnih bubanja između tiskovnih agregata, između cilindara (temeljni, ofsetni, tiskovni), između valjaka za obojenje te neprilagođena obodna brzina između cilindara. Na promjenu rasterskih elemenata utječu klimatski uvjeti (relativna vlažnost 55% - 65%, temperatura  $20^\circ\text{C}$ ), kemijske karakteristike otopine za vlaženje i tiskarskog bojila te hrapavost i upojnost tiskovne podloge.

Vrlo je teško održavati konstantnosti obojenja rasterskih elemenata kroz tiskarski proces, no nestalnost obojenja može se smanjiti doziranjem one količine bojila pri kojoj je relativni tiskovni kontrast maksimalan.



#### **4.6 Pogreške kod subjektivnog određivanja kvalitete otiska uzoraka**

Na ponekim uzorcima vidljivo je da je došlo do gubljenja registra i pasera, što je znatno utjecalo na oštrinu slike.

Nije moguće idealno prenijeti kolorimetrijske vrijednosti C, M, Y boja zbog neidealne refleksije boja. Na neidealnu refleksiju tiskovnih boja utječe hrapavost tiskovne podloge, pojava „*halo efekta*“. Veliku ulogu ima i osvjetljenje prostorije (6500 °K), a i svaka osoba doživljava boje subjektivno.

## 5. ZAKLJUČAK

Na osnovu dobivenih rezultata može se zaključiti da ovakvim eksperimentalnim mjerenjem nije moguće postići cilj.

Cilj diplomskog rada je odrediti u kojoj mjeri ispitanici (čitatelji novina) mogu vizualno uočiti razlike u kvaliteti novinskog otiska ako su pogreške u tisku unutar tolerancija ISO standarda za novinski tisak (odstupanje gustoće obojenja  $\pm 0,05$  , odstupanje prirasta RTV  $\pm 0,03$ ).

Kako bi ispitanici lakše odredili razlike u otisku, trebali su odrediti razlike između otiska originala i testiranog primjerka. Na testiranim primjercima su ubačene namjerne pogreške koje su kontrolirane u *Photoshop* opcijama „*Curves*“.

Međutim, testirani primjerci su otisnuti nekontrolirano jer su se javile nekontrolirane pogreške koje prelaze tolerancije ISO standarda.

Kod većine testiranih primjeraka ispitanici su reagirali u skladu sa predviđenim zakonitostima, što znači ako je došlo do veće promjene u gustoći obojenja i prirasta RTV, to se lako vizualno uočilo na testiranim primjercima. Kod trećine testiranih primjeraka to nije slučaj, što upućuje na to da su se u eksperimentu radile velike pogreške pri otiskivanju, denzitometrijskom mjerenju i vizualnom određivanju kvalitete otiska.

Stoga se može zaključiti da bi se ovaj eksperiment trebao obaviti u idealnijim uvjetima s kalibriranim uređajima i strojevima.

## LITERATURA

### **Za knjige:**

1. Bolanča Stanislav, Glavne tehnike tiska, Acta Graphica, Zagreb 1997.
2. Bolanča Stanislav, Suvremene ofsetni tisak, Školska knjiga, Zagreb 1991.
3. Zjakić Igor, Upravljanje kvalitetom ofsetnog tiska, Hrvatska sveučilišna naklada, Zagreb, 2007.
4. Vančina Vesna, Mikota Miroslav, Materijali u grafičkoj proizvodnji-Boje, priručnik za vježbe, Grafički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb,1993.
5. Stjepan Hektorović, Tiskarske rotacije i rototisak, Adamić d.o.o, Rijeka 2004.
6. Kipphan Helmut, Handbook of Print Media, Springer verlag berlin Heidelberg, New York, 2001.

### **Za web stranice:**

<http://www.google.hr/imghp?hl=hr&tab=wi> 2012.

<http://hr.wikipedia.org/wiki> 2012.

<http://www.heidelberg.com> 2012.

<http://www.manroland.hr/> 2012.

<http://www.kba.com/> 2012.

<http://www.iso.org> 2012.

<http://x-rite.icecat.it> 2012.

