

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GRAFIČKI FAKULTET

MATEA DRŽANIĆ

VARIJACIJA KVALITETE
TISKA MALIH NAKLADA

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2012.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GRAFIČKI FAKULTET

Tehničko – tehnološki smijer, modul nakladništvo

**VARIJACIJA KVALITETE
TISKA MALIH NAKLADA**

DIPLOMSKI RAD

Mentor:
doc. dr. sc. Igor Zjakić

Student:
Matea Držanić

Zagreb, 2012.

SAŽETAK

Svatko od nas bi volio kada kupi određeni proizvod za njega reći da je dobio vrhunsku kvalitetu za malu cijenu ali to u većini slučajeva nije istina. Napretkom tehnologije ubrzali smo proces tiska ali isto tako unaprijedili cijelokupnu proizvodnju i kontrolu tiskovnog procesa. Tako da se sada može reći da vrlo lako dođemo do kvalitetnog grafičkog proizvoda za neku razumnu cijenu.

U današnje vrijeme velika prijetnja ofsetnom tisku je digitalni ali već se pokazalo da se kvalitetom čak ni danas pokraj tolike tehnologije ne mogu usporediti. Diplomski rad se bavi istraživanjem prirasta RTV-a koji je ključni u postizanju što kvalitetnije reprodukcije. U eksperimentalnom dijelu pokazani su odnosi prirasta na istom arku ovisno o tome kako arak ulazi u stroj. Istraživanje je provedeno na dvije vrste papira.

Ključne riječi: ofsetni tisak, kvaliteta tiska, rastertonska vrijednost

ABSTRACT

All of us would like when you buy a particular product to say that he got top quality for a small price, but in most cases this is not true. The advancement of technology has accelerated process printing but also enhance a complete production and control of the printing process. So you can now say it is very easy to get high-quality printed products for a reasonable price.

Today, a major threat to offset printing is digital printing but it has already been shown that even today the quality these two can not be matched. The topic of this paper is research on growth of screen value which is crucial in achieving the best possible reproduction. In the experimental part are shown relation of growth of screen value on the same sheet depending on how the sheet went into the machine. The study was conducted on two types of paper.

Keywords: offset printing, printing quality, screen value

SADRŽAJ

1. Uvod	1
2. Teorijski dio	2
2.1. Ofsetni tisak	2
2.1.1. Povijest ofsetnog tiska	2
2.1.2. Princip tiska i rad ofsetnog stroja	4
2.1.3. Podloge u ofsetnom tisku	7
2.1.4. Boje u ofsetnom tisku	7
2.2. Kontrola kvalitete	8
2.2.1. Raster	8
2.2.1.1. Deformacija rasterskih elemenata	10
2.2.1.1.1. Geometrijska deformacija ras. elementa	11
2.2.1.1.2. Optička deformacija ras. elementa	12
2.2.1.2. Prirast rasterskih elemenata	13
2.2.2. Kontrolni stripovi	15
2.2.2.1. Signalni kontrolni stripovi	15
2.2.2.2. Mjerni kontrolni stripovi	16
2.2.3. Kolor menadžment	19
2.2.4. Standardizacija ofsetnog tiska	21
3. Eksperimentalni dio	23
3.1. Plan i cilj istraživanja	23
3.2. Rezultati istraživanja	25
3.4. Diskusija rezultata istraživanja	55
4. Zaključak	57
5. Literatura	58

1. UVOD

Najveća i najvažnija tema danas u svijetu je svjetska kriza s kojom se bore sve struke pa tako i grafička. Tržište zahtijeva visoku kvalitetu za malo novaca, a proizvođač gleda kako proizvesti konkurentan proizvod sa što manje troška.

Razvoj ofsetnog tiska u grafičkoj industriji omogućio je dobivanje kvalitetnog otiska za relativno malu cijenu. Kako je tehnologija napredovala i sa dolaskom digitalnog tiska koji se kvalitetom i cijenom približio ofsetnom tisku počelo se raspravljati i nagađati da li će klasični tisak uopće opstati. No, i dalje je ofsetni tisak vodeća tehnika što se tiče kvalitete, mogućnosti uporabe raznih tiskovnih podloga, preciznim upravljanjem bojila.

Uvriježeno je mišljenje da se male naklade tiskaju digitalnim tiskom no to nije uvijek tako. Kontrola kvalitete nam omogućuje brže postizanje željenog otiska te moguće nadziranje kvalitete tijekom cijele naklade. Nadziranje i kontrola rastertonske vrijednosti (RTV) je ključno za postizanje dobrog i kvalitetnog otiska.

U ovom diplomskom radu smo uspredili RTV na jednom arku papira s obzirom na njegov ulaz u tiskarski stroj. S obzirom na smijer vlakana, zone bojanika i mnoge druge faktore, RTV okomito i vodoravno istom arku ne može biti isti, te je gotovo nemoguće postići da u oba slučaja bude optimalan.

2. Teorijski dio

2.1 Ofsetni tisak

Ofsetni tisak spada u skupinu konvencionalnih tehnika tiska skupa s bakrotiskom i fleksotiskom. To znači da se prilikom tiska grafičkog proizvoda koristi konvencionalna tiskovna forma. Isto tako on spada u skupinu indirektnih tehnika tiska što znači da se otisak ne dobiva direktno s tiskovne forme već se otisak prebacuje na gumenu navlaku te zatim na tiskovnu podlogu.

Na tiskovnoj formi tiskovne i slobodne površine su u istoj razini, ona je apsolutno ravna i nema nikakvih udubina i izbočina te se otisak temelji na odbijanju ulja i vode. Kod ofsetnog tiska je karakteristično da se tiskovna forma izrađuje u pozitivu za razliku od ostalih tiskovnih formi za direktni tisak.

Danas je ofsetni tisak vrlo popularan jer daje najbolju kvalitetu uz minimalne troškove što se desilo zbog smanjenja pripreme i digitalne izrade tiskovne forme od CTF-a preko CTP-a sve do CTPressa i lakšim upravljanjem tehnologijom uz pomoć sustava kao što su CPC1-CPC4. Sa svim tim rasla je kako kvaliteta tako i brzina što je u današnje vrijeme vrlo bitno. Do danas se razvio u najzastupljeniju tehniku tiska gotovo svih proizvoda kao što su knjige, novine, časopisi, plakati, brošure, letci.

2.1.1 Povijest ofsetnog tiska

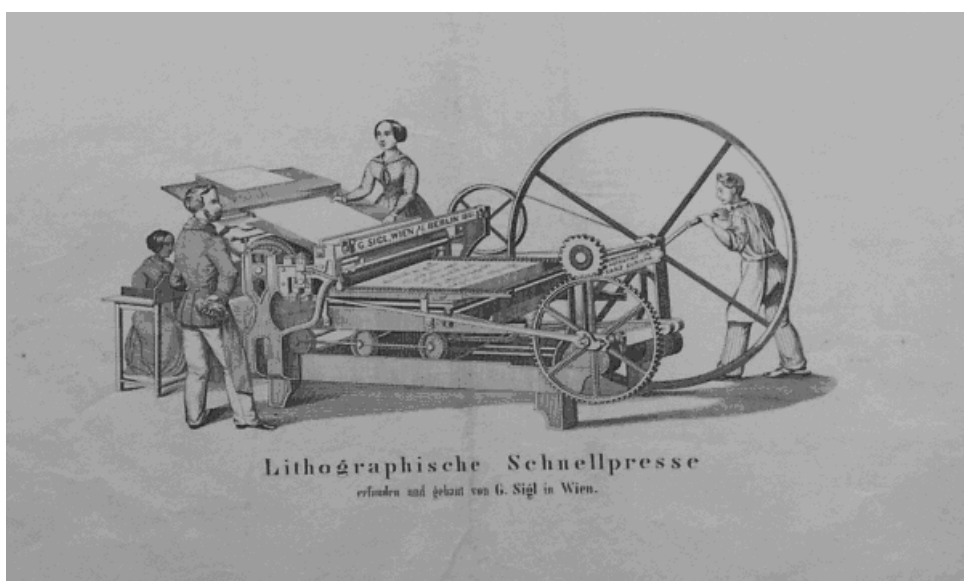
Alois Senefelder je krajem 18. stoljeća isfrustriran kašnjenjem tiska njegovih djela počeo sa pokusima jetkanja voska na mjedenim pločama kako bi se izbjeglo ručno slaganje teksta, no puno isplativija je ispala glatko brušena vapnena ploča što je bio temelj litografije tj. današnjeg ofseta. Tako je litografija postala najstarija tehnika plošnog tiska, koja je u početku služila kao jeftina metoda reproduciranja umjetnina.

Postupak rada je takav da se na predhodno navlažen kamen crtala slika koja se trebala tiskati posebnom bojom te područja na kamenu koja nisu primila boju nisu bila otisnuta.

Ubrzo se izum litografije proširio po cijeloj Europi i 1809. godine je u Munchenu bilo već 6 novo otvorenih kamenotiskara. Alois Senefelder umro je 26. veljače 1833.

Litografija se ubrzo proširila i u Americi tako da se paralelno usavršavala u raznim dijelovima svijeta.

1904. godine u Americi se slučajno u jednoj od tiskara desilo da je radnik zaboravio umetnuti papir u stroj te se otisak umjesto na papir otisnuo na gumeni cilindar („off-set otisak“) a sljedeći papir koji je uložio bio je otisnut s jedne i druge strane. To je vidio W. Rubel te je pokušao napraviti rotacionu prešu s gumenim cilindrom koji će nanositi boju na papir.



Slika 1. Litografski stroj

Prva rotacijska litografska preša kreirana i patentirana je u Engleskoj 1875, te je koristila metalni cilindar umjesto ravnog kamena. Ofsetni cilindar je bio prekriven s posebno tretiranim kartonom koji je prenosio tiskovnu formu s kamena na metalnu površinu. Kasnije se taj karton zamijenio gumom koja se još i danas koristi.

Tijekom vremena litografija se usavršavala te je tako nastala kromolitografija za izradu višebojnih otisaka, svjetlotisak koji je vrlo kompliciran ali daje najkvalitetnije reprodukcije te dilitotisak koja je metoda otiskivanja s ravnim ofsetnim pločama bez uporabe gumenog cilindra.

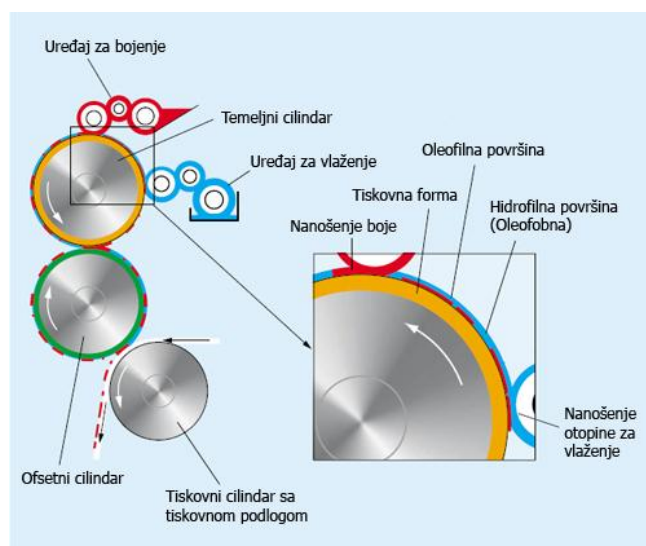
2.1.2 Princip tiska i rad ofsetnog stroja

Ofsetne stojeve razlikujemo po formatu, od najmanjih (A4) do najvećih (A0), po načinu tiska, oni što tiskaju na arke i oni što tiskaju na role, te po obojenju, jednobojni, dvobojni, četverobojni, peterobojni, šesterobojni, sedmerobojni, osmerobojni, deseterobojni te dvanaesterobojni.

Karakteristika ovog tiska je ravna tiskovna forma na kojoj se tiskovni elementi, tiskovne površine koje se razlikuju samo po svojom svojstvima, gdje su tiskovne površine hidrofobne a oleofilne a slobodne površine hidrofilne a oleofobne i po ofsetnom cilindru s gumenom navlakom.

Proces ofsetnog tiska se sastoji od nekoliko faza od kojih je prva priprema dokumenta za otisak. Dokument mora biti spremljen kao .pdf ili .eps format s određenim parametrima ovisno o osvjetljivaču koji koristimo za izradu tiskovne forme. Zatim slijedi separacija boja tako da datoteku uz pomoć RIP-a (Raster Image Processor) pretvorimo iz vektorske u rastersku.

Nakon toga slijedi izrada tiskovnih formi. Svaka boja mora imati svoju posebnu tiskovnu formu koja je u osnovi aluminijska ploča debela od 0,15 do 0,30 mm i površinski obrađena. Pošto je površina hrapava kopirni sloj i tekućina za vlaženje dobro prijanja za nju. Na njoj su tiskovne i slobodne površine u gotovo istoj ravnini i razlika je samo u njihovim svojstvima.



Slika 2. Prikaz cilindara unutar stroja

Osvijetljene tiskovne forme se razvijaju i stavljaju na temeljni cilindar tiskovne jedinice. Tiskovna jedinica ofsetnog stoja sastoji se od 3 cilindra: tiskovni, temeljni i ofsetni.

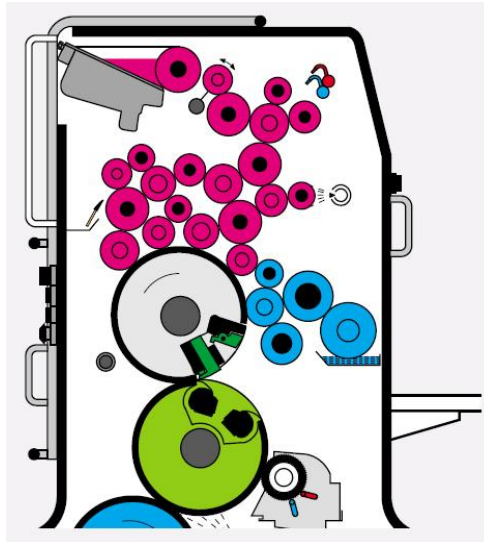
Tiskovna podloga u stroj ulazi uz pomoć vakumskih pipaca koji ju dovode do ulagaćeg mosta. Uređaj za ulaganje ima zadatak da precizno i kontinuirano ulaže arke u tiskovnu jedinicu. Ulagači most se podiže tempom da arci na vrhu hrpe nesmetano odlaze na tisak te je usklađen sa izlagačim stolom. Arak na mostu dolazi do čeonih marki te se kratko zaustavi kako bi ga bočne marke poravnale kako bi dobili točan i precizan registar. Bubanji za predulaganje sa hvataljkama preuzima arak i ubrzava ga na obodnu brzinu tiskovnog cilindra.



Slika 3. Ulagači stol

Temeljni cilindar koji je nositelj tiskovne ploče se prvo vlaži pomoću sredstva za vlaženje koji se sastoji od vode, glicerina te alkohola (dodatak od 10-12%) te je jedna od najvažnijih karakteristika te otopine njezina tvrdoća koja ne smije biti tvrđa od 15 dH stupnjeva, te njezin pH koji je najbolje da bude oko 5,5. Na tako navlaženu tiskovnu formu boja se prihvaća samo na oleofilna mjesta koja se zatim prenosi na ofsetni cilindar koji s tiskovnim cilindrom vrši otiskivanje. Ofsetni cilindar se nalazi između tiskovnog i temeljnog valjka. Nositelj je gumene navlake koja je nategnuta i fiksirana škripom. Navlake se dijele na mekane, srednje i tvrde. Mekane daju slabiju kvalitetu te se koriste kod hrapavijih podloga, srednje se koriste za tisak punih tonova dok tvrde za reprodukciju većih linijatura rastera na kvalitetnim premazanim papirima.

Uređaj za vlaženje je vrlo bitan u ofsetnom stroju. Nalazi se uz temeljni cilindar i zadatak mu je da vlaži tiskovnu formu prije nego uređaj za obojenje nanese boju na tiskovnu formu. Tiskovnu formu se mora dovoljno navlažiti kako nebi doslo do toniranja, a s druge strane ako previše navlažimo formu dolazi do nepoželjnih pojava za vrijeme tiska. Otopina za vlaženje se nalazi u kadi koju valjak duktora prenosi prvo na valjke razribače te zatim na valjke nanosače koji ju nanose na tiskovnu formu.



Slika 4. Prikaz uređaja za obojenje (crveno) i uređaja za vlaženje (plavo)

Uređaj za obojenje, koji je isto tako uz temeljni cilindar, konstantno nanosi boju na tiskovnu formu u tankom sloju (2-3 μm). Nanos boje koja iz bojanika dolazi do forme pomoću sistema valjaka reguliramo zonskim vijcima, a debljina nanosa boje ovisi o rasporedu tiskovnih elemenata.

Nakon prolazka arka kroz sve 4 jedinice, tj. kad smo otisnuli sve 4 boje arak prolazi kroz jedinicu za sušenje te odlazi na uređaj za izlaganje. Otisci se mogu sušiti u jedini za sušenje pod povećanom temperaturom ili jednostavno na stolu za izlaganje. Što je stol duži otisak ima više vremena da se osuši. Sušenje se se odvija na način da tekuće komponente bojila penetriraju u tiskovnu podlogu.

2.1.3 Podloge u ofsetnom tisku

S obzirom na gumenu navlaku na ofsetnom cilindru koja odlično prijanja uz svaku podlogu imamo mogućnost korištenja raznih tiskovnih podloga od papira raznih gramatura, kartona, lima, sintetike, te kartona. No koliko god imali široku paletu podloga što je pozitivna strana, ofsetni tisak je jedna i od zahtjevnijih tehnika što se podloga tiče pošto se u tisku koristimo tekućinom za vlaženje. To dovodi do promijena kao što su dimenzionalna nestabilnost papira i bubrenje čestica.

Još jedna negativna pojava je „prašenje“ papira gdje čestice papira preko gumenog cilindra dospijevaju u tekućinu za vlaženje.

Radi veće kvalitete rezanje se vrši u smjeru toka vlakanaca a kod ulaska u stoj podloga mora biti paralelna s osi tiskovnog cilindra.

2.1.4 Bojila u ofsetnom tisku

Bojilo za ofset sadrže pigmente, otapala, veziva i dodatke te je jedna od najsloženijih u grafičkoj industriji. Pigmenti su čestice koje određuju obojenje i što je njihova koncentracija veća to je boja bolja. Veziva međusobno povezuju čestice pigmenta a to su najčešće biljna ulja, kolofonske smole, mineralna ulja ili alkoidne smole. Dodaci služe za poboljšanje svojstava bojila kao što su povećanje otpornosti na habanje i sprečavanje preranog sušenja.



Slika 5. Prikaz bojila na valjcima za obojenje

Boje u ofsetnom tisku su izložene mnogim negativnim djelovanjima kao što su tekućina za vlaženje i činjenica da boja prelazi sa tiskovne forme na ofsetni cilindar te sa ofsetnog cilindra na tiskovnu podlogu. Ona mora biti tako sastavljena tako da se ne otapa u vodi, da kemijski ne reagiraju i da se vrlo malo mješaju sa otopinom za vlaženje. Boja nebi smijela previše emulgirati tekućinu za vlaženje a opet je poželjno da preuzme na sebe barem mali dio vode. Mora imati dobru ljepljivost ali opet ne preveliku da ne dođe do čupanja papira što je lako izvedivo ako je boja viskoznosti od $\eta=40-80 \text{ Pa}\cdot\text{s}$. Boja se nanosi na tiskovnu podlogu u debljini od 2 do 3 μm što znači da pigmenti u boji za plošni tisak moraju biti izdašni i njihova koncentracija u boji mora biti velika. Pigmenti isto tako moraju biti otporni na vodu i kiseline. U boju se obično dodaju i sušila kako bi se ubrzao proces sušenja. Boja se suši oksipolimerizacijom površinskog sloja, hlapljenjem i penetracijom tekućih komponenata boje u tiskovnu podlogu.

2.2 Kontrola kvalitete

Grafička proizvodnja podijeljena je u tri cijeline: priprema, tisak i dorada. Za kvalitetan grafički proizvod svaka od tih cijelina mora zadovoljit standarde. Kontrola kvalitete omogućuje praćenje standarda koje treba zadovoljiti kao i mogućnosti da se bude u korak sa tehnologijom i tržišnim zahtjevima.

U procesu tiska kontrola kvalitete se vrši kako vizualno tako i raznim uređajima za kontrolu kao što su denzitometar i spektrofotometar.

2.2.1 Raster

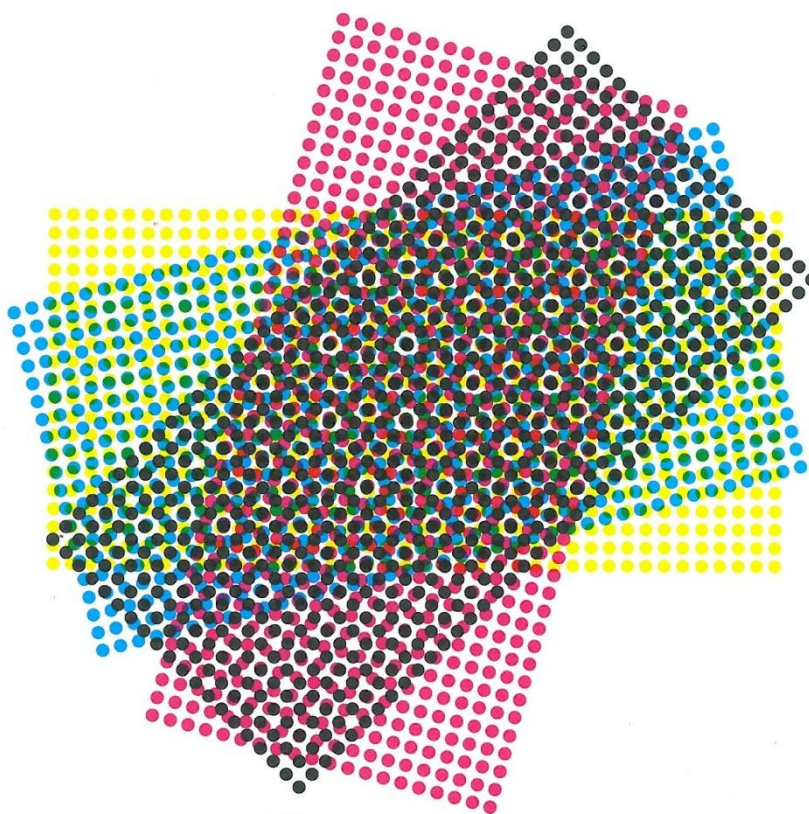
Tiskarski stojevi, osim u slučaju dubokog tiska, nisu u mogućnosti nanositi različite nanose boje zbog čega koristimo raster koji nam služi da tonove višetonske slike pretvorimo u rasterske elemente različite veličine, tj. jednotonsku sliku. Razlikuju se analogni i digitalni raster. Kod analognog rastriranja se koriste stakleni i kontaktni raster dok kod digitalnog ulogu rastriranja preuzima RIP (Raster Image Processor).

Rasterski sustav čini linijatura, oblik rasterskog elementa i kut rastriranja. Linijatura je broj linija po dužinskom centimetru te s njezinim povećanjem smanjujemo rasterski

element, ali pokrivenost površine ostaje ista. Oblik rasterskog elementa može biti različitog oblika ovisno o namjeni, originalu i uvjetima tiska.

Raster se dijeli na dvije osnovne skupine, amplitudno modulirani (AM) i frekventno modulirani (FM) te dvije podskupine, hibridni i rasteri s modulacijom obojenja.

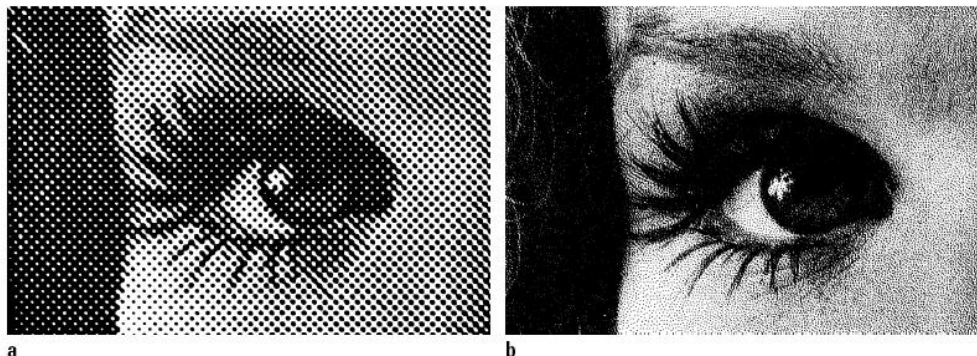
Amplitudno modulirani raster kojeg još nazivamo i klasičnim, rasterski elementi su različitog promijera ali razmaci između njih su isti. Razmak između rasterskih elemenata je definiran i neovisan o obliku elemenata. Ovaj raster omogućuje kvalitetnu reprodukciju skoro cijelog raspona rasterskih vrijednosti, no za fine detalje se ipak koristi FM raster. Vrlo bitno kod amplitudnog rastera je da se izbjegne pojava moarea. Do pojave moarea u oku dolazi zbog interferencije rasterskih elemenata iz razloga što položaj rastera nije pod točnim kutem. Pravilni kutevi rasetra su C: 15° ; M: 75° , Y: 0° ; K: 45° . Kutevi magente i cijana mogu se zamijeniti.



Slika 6. Prikaz pravilnog rastriranja (rozeta)

Frekventno modulirani za razliku od amplitudnog funkcionira na način da su rasterski elementi istog promijera ali su razmješteni na različite udaljenosti pa se zato još naziva i

stohastički raster. Koristi se kod reprodukcije visoke kvalitete na isto tako tiskovnim podlogama visoke kvalitete. Nedostatak FM rastera je pojava prirasta rastertonskih vrijednosti koje su veće kod rastera s manjim rasterskim elementima.



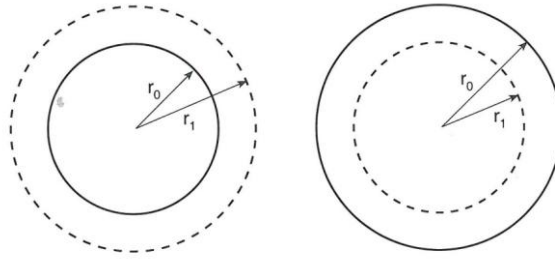
Slika 7.

a) Amplitudno – modulirani raster

b) Frekventno – modulirani raster

2.2.1.1 Deformacije rasterskih elemenata

Na kvalitetu tiska najviše utjecaja ima deformacija rasterskog elementa. Rasterski element je definiran tako da pokriva određeni dio površine no tokom proizvodnog procesa veličina rasterskog elementa i površine koju on pokriva se mijenja. To rezultira promijeni samog otiska pa tako i njegove kvalitete. Sa kvalitetnom kontrolom tiska lako možemo pratiti problem deformacije rasterskog elementa te ga tokom tiska korigirati, tj. ukloniti. To je jedan od ključnih uvijeta da imamo kvalitetan otisak. Pri izradi tiskovne forma CTP tehnologijom lako uklonimo pojavu povećanja rasterskog elementa. Deformacija se dijeli na pozitivnu u kojem se slučaju rasterski element poveća i negativnu kada se rasterski element smanji. U manje slučajeva imamo negativnu ($r_1 < r_0$) deformacije te su puno češće ona pozitivna ($r_1 > r_0$).



Slika 8. Prikaz deformacije rasterskog elementa

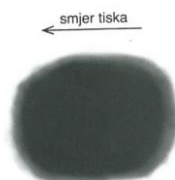
Kod rastera koji nema okrugli oblik deformacija se računa kao razlika teoretske i stvarne veličine duže dijagonale. Deformacije se otkrivaju uz pomoć stripova pomoću vizualnih i mjernih metoda te ih se dijeli na optičke i geometrijske.

2.2.1.1.1 Geometrijska deformacija rasterskog elementa

Najveći problem tokom proizvodnje je postizanje istih obodnih brzina cilindara, debljina gumene navlakena ofsetnom cilindru, pritisak cilindra i ostalih uvijeta uz koje se rasterski element prenosi na tiskovnu podlogu. Zbog tih problema i tijekom mehaničkih djelovanja dolazi do geometrijskih deoformacija. Do deformacija dolazi zbog dubliranja, smicanje i razmazivanja.

Smicanje

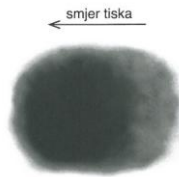
Smicanje kao geometrijsku deformaciju karakterizira izduženje rasterskog elementa. Najčešći razlog zbog kojeg dolazi do smicanja je razlika u obodnim brzinama temeljnog, ofsetnog i tiskovnog cilindra. Jedino kako se može ustanoviti da je došlo do smicanja je uz velika povećanja rasterskog elementa.



Slika 9. Prikaz smicanja

Dubliranje

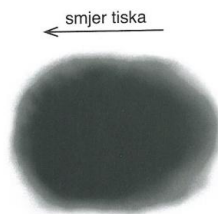
Dubliranje se najčešće pojavljuje kod obostranog tiska, no u suštini je vrlo rijetka pojava te se vrlo teško otkriva. Njegova karakteristika je što se pored originalnog rasterskog elementa nalazi još jedan čija gustoća obojenja nije ista. Takav trag se obično nalazi iza originalnog rasterskog elementa i gustoća obojenja je manja.



Slika 10. Prikaz dubliranja

Razmazivanje

Razmazivanje je geometrijska deformacija koja se često događa van procesa tiska. Razlozi za razmazivanje su mehanički dodir dijela stroja sa otisnutim arkom, prevelika količina bojila na otisku, nepravilno doziranje otopine za vlaženje..



Slika 11. Prikaz razmazivanja

2.2.1.1.2. Optička deformacija rasterskog elementa

U odnosu na geometrijsku deformaciju optička je veća i ovisi o mnogo različitih čimbenika kao što je linijatura rastera, boja, tiskovna podloga itd. Optička deformacija se javlja kao posljedica refleksije svjetlosti od tiskovne podloge. U tom slučaju rasterski element se proširuje te nastaje tzv. halo efekt. Efekt nastaje tako

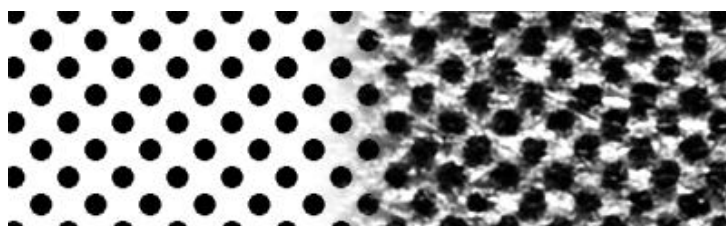
da se svjetlost uslijed prolaska kroz tiskovnu podlogu reflektira u unutarnje slojeve tiskovne podloge.



Slika 12. Prikaz optičke deformacije rasterskog elementa

2.2.1.2 Prirast rasterskih elemenata

Zbog svih deformacija rasterskog elementa stvarna pokrivenost tiskovne površine je posve drugačija od teorijske. Razlika te pokrivenosti naziva se prirast rastertonske vrijednosti (RTV). RTV se izražuje u postocima, te 50 % rastertonske vrijednosti označuje da je rasterski element toliko velik da pokriva 50% jedinične površine.



Slika 13. Prikaz prirasta rastertonske vrijednosti

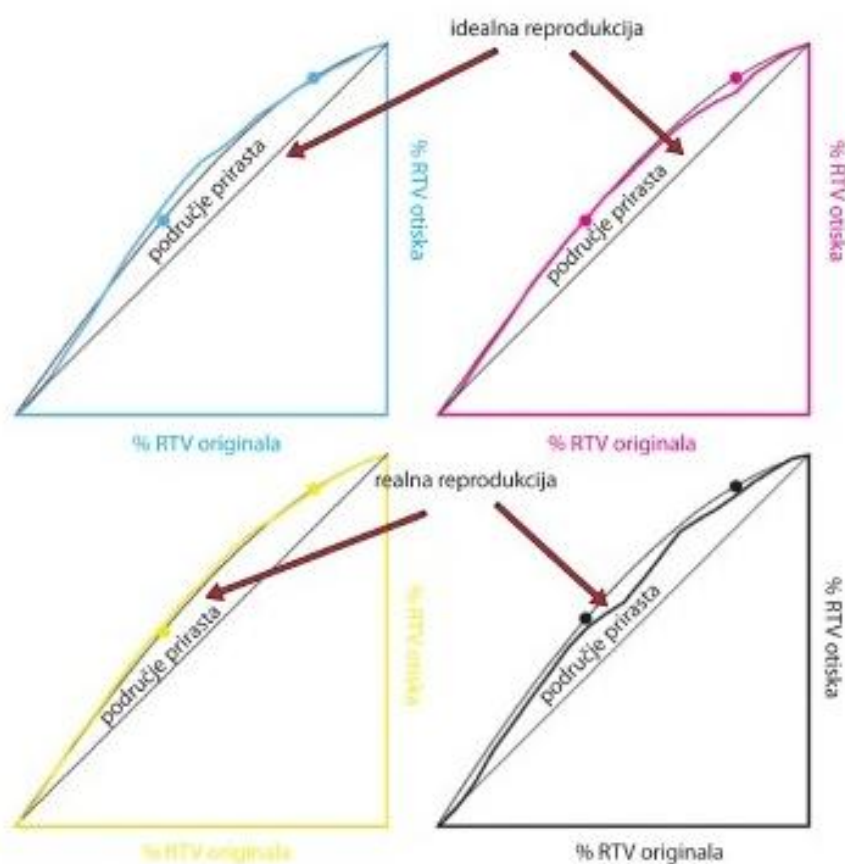
To je prolem koji je uvijek prisutan tokom tiska te se može riješiti na način da se ustanovi vrijednost prirasta i nakon toga raznim metodama smanji prije ili tokom tiska. Kontrolni stripovi za određivanje prirasta se sastoje od niza polja od kojih svako ima drugačiju pokrivenost površine od 0% do 100 % u razmacima od po 10%.

Stvarna rastertonska vrijednost računa se prema takozvanoj Murry-Daviesovoj formuli:

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

gdje je: DR - gustoća obojenja rasterskog polja , DPP - gustoća obojenja punog polja.

Najčešći parametri koji utječu na prirast je kvaliteta otopine za vlaženje, temperatura i vlaga u tiskari, gumena navlaka, boja, kvaliteta tiskovne forme itd. Kako bi se postigao kvalitetan otisak vrlo je bitno da se ti parametri drže pod kontrolom jer promjena samo jednog od parametara utječe na prirast. Prirast u rasterskoj vrijednosti od 50% nebi smio odstupati za više od 6%. Prirast RTV-a je gotovo uvijek pozitivan, tj. rasterski element se prilikom prijenosa na tiskovnu podlogu skoro uvijek poveća. Povećanje najčešće uzrokuje gumena navlaka ali i linijatura rastera. Kada koristimo veću linijaturu prirast RTV-a raste.



Slika 14. Prikaz idelanih i realnih reprodukcija za svaku od osnovnih boja CMYK

2.2.2 Kontrolni stripovi

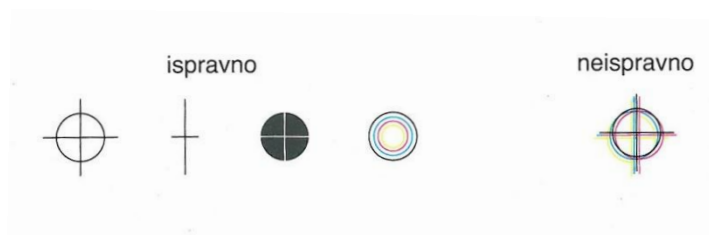
Kontrolni stripovi služe kao osnovni alat u kontroli kvalitete tiska te za upravljanjem tiskom. Dijele se na signalne i mjerne, te se obično otiskuju na dijelovima otiska koji će se obrezivati ili neće vidjeti. To su polja veličine 5x6 mm pomoću kojih strojat nadzire i kontrolira cijelu nakladu. Stripovi su često otisnuti po cijeloj dužini otiska, te su polja na pozicijama na kojima odgovaraju zonama bojanika.



Slika 16. Prikaz dijela kontrolnog stripa

2.2.2.1 Signalni stip

Pošto je naše oko vrlo osjetljivo, registrira i najmanje promjene koje se mogu dogoditi za vrijeme otiskivanja. Signalni stripovi se baziraju na toj našoj osjetljivosti i pomoću njih možemo vizualno ustanoviti neku promjenu. Neki od takvih stripova su zvjezdasti stip te strip sa otisnutim vodoravnim, okomitim i linijama pod kutem od 45° . Na taj način se može ustanoviti da li je došlo do neke od geometrijskih deformacija kao što su smicanje ili dubliranje. Najčešće korišteni signalni strip je signalizacija greške pasera/registra. Sastoji se od dvije linije okomite jedna na drugu na okruglom elementu. Tiska se u četiri boje i uz pomoć njega se može kontrolirati poklapanje otiska prilikom obostranog tiska (registar) ili da li je jedna boja s obzirom na drugu dobro položena (paser).



Slika 17. Prikaz pasera/registra

Kako bi otisak bio što kvalitetniji prijenos rasterskih elemenata na tiskovnu podlogu sa tiskovne forme mora biti što precizniji. Strip pomoću kojeg to kontroliramo sastoji se od

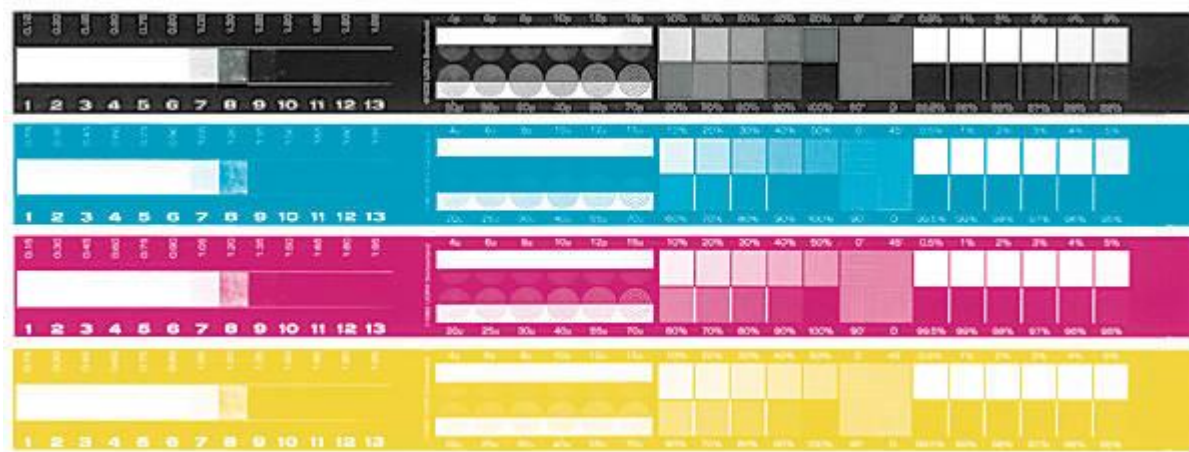
polja velikih i malih RTV vrijednosti (1% - 99,5%), te od mikrolinija kojima kontroliramo razlučivost tiskovne forme (4 μ m - 70 μ m).

Kada radimo kontrolu tiska u ofsetnom tisku iz arka polje od 97% rastertonske vrijednosti ne smije se zapunjavati dok rasterski elementi od 3% rastertonske vrijednosti moraju biti vidljivi na otisku. Uz uvjet da je RTV optimalan, linije od 10 μ m i više moraju biti vidljive na otisku ako se želi reći da je otisak kvalitetan.

Kvaliteta otiska ovisi i o raznim čimbenicima pa tako i o kvalitetno snimljenoj tiskovnoj formi jer u suprotnom slučaju rasterski elementi na otisku bi ispadali manji ili veći nego što to želimo. Stip s kojim se kontrolira snimanje tiskovne forme na sebi ima polja s različitim integralnim gustoćama zacrnjena. Na kvalitetno snimljenoj tiskovnoj formi prijelazno polje između potpuno zacrnjenih i nezacrnjenih tiskovnih elemenata se nalazi na 1/4 do 1/3 dužine svih polja.

Na slici ispod (slika 17.) je takozvani Ugra/Fogra kontrolni stip koji sadži polja za kontrolu izrade tiskovne forme, za ustanovljavanje razlučivosti tiskovne forme i kvalitete prijenosa tiskovnih elemenata, za izračunavanje prirasta, za ustanovljavanje geometrijskih deformacija te za ustanovljavanje reprodukcije velikih i malih RTV, odnosno raspona gustoće obojenja.

2.2.2.2 Mjerni strip



Slika 18. Ugra/Forga kontrolni strip

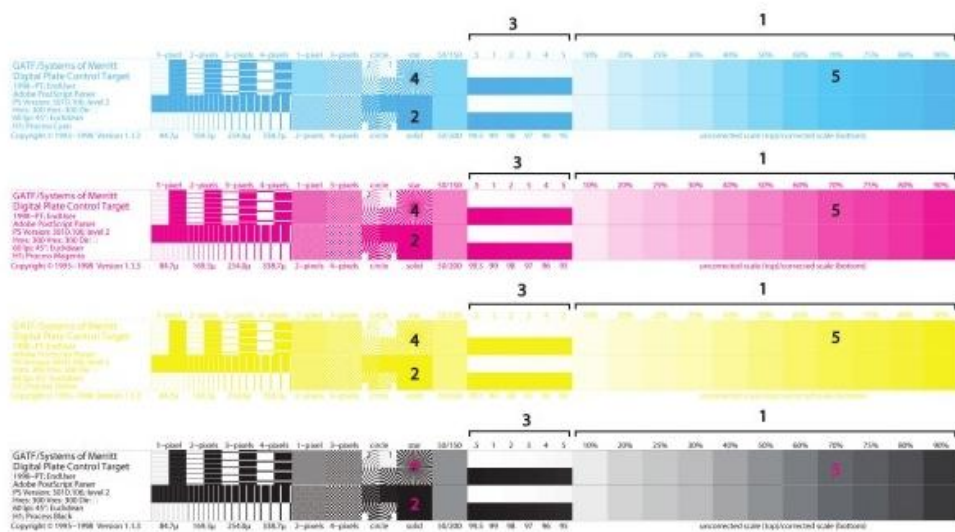
Uz pomoć mjernih stipova postiže se da se proces tiska odvija u optimalnim uvjetima kroz cijelu nakladu. Oni su prosječne veličine kao i signalni stipovi te pomoću uređaja pratimo promijene u tisku.

Danas je gotovo nezamislivo proizvesti kvalitetan grafički proizvod bez ovakvih stipova koji su vrlo precizni pošto ne ovise subjektivnosti ljudskog oka, no dobro uvježbano na njima može ustanoviti neku deformaciju čak i vizualnom kontrolom. Signalni stipovi nam prvenstveno služe da što vjernije prenesemo informaciju o boji sa originala na samu reprodukciju.

Na mjernim kontrolnim stipovima nalaze se polja koja su pokrivena s 100%-tnim RTV te polja sa točno definiranim rasterskim vrijesnotima pomoću kojih možemo ustanoviti:

1. Integralnu gustoću obojenja
2. CIE Lab vrijesnost boje
3. Prirast RTV
4. Relativni tiskovni kontrast
5. Prihvaćanje boje (trapping)
6. Sivoća boje
7. Efikasnost boje
8. Pogreška tona
9. Sivi balans

Uređaji koji služe za mjernu kontrolnu kvalitete reprodukcije su *denzitometar* kojim se mjeri faktor refleksije ili transmisije, tj. omjer između upadnog svjetla koji je usmjeren na uzorak i reflektiranog ili propuštenog svjetla koji dođe do fotoćelije u uređaju i *spektrofotometar* kojim se mjere promjene u refleksiji, transmisiji ili zračenju, u intervalima, duž valnih duljina vidljivog dijela spektra.



- 1 Mjerni dio kontrolnog stripa za određivanje prirasta RTV
- 2 Polje za mjerenje gustoća obojenja punog polja (100 %)
- 3 Signalni dio stripa za određivanje raspona gustoće obojenja
- 4 Zvezdasti signalni strip za ustanovljavanje geometrijskih deformacija
- 5 Polje za mjerenje gustoća 3/4 polja (75 %)

Slika 19. Prikaz dijela stripa na kojem su obavljanja mjerenja za eksperimentalni dio (mjerenja su rađena na poljima označenima brojevima 1 i 2)

2.2.3 Kolor menadžment

Činjenica je da svaki uređaj (kamera, skener, monitor, printer) drugačije reprodukcija boju.

Kada se informacija u obliku željenog otiska šalje sa računala na papir, pa čak i sad jednog uređaja na drugi uređaj dio informacija se gubi. Pretvaranje informacija obično rezultira različitim rasponima tonaliteta s obzirom na original, zato je to bitno napraviti sa što manje gubitaka informacija.

Kolor menadžment omogućuje da sve te uređaje natjera da "govore isti jezik" te da sliku koja se vidi na monitoru bude stvarno ona otisnuta na papiru. To je programska podrška za kalibraciju i karakterizaciju svih ulaznih i izlaznih uređaja unutar toka reprodukcije.

Čine ga 3 cijeline:

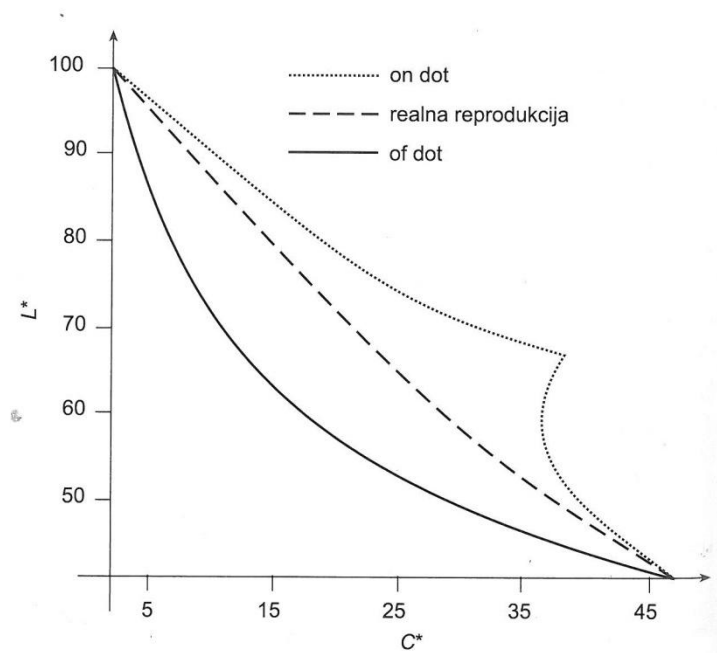
1. referentni prostor boja
2. modul s algoritmima za usklađivanje boja
3. ICC profili

ICC profili je datoteka koja opisuje ponašanje uređaja, tj. opisuje povezanost između vrijednosti boja koje daje uređaj (RGB ili CMYK) sa bojama koje ne ovise o uređaju (CIA $L^*a^*b^*$). ICC profila datoteka ili uređaj ne mogu biti uključeni u kolor menadžment sustav jer on opskrbljuje sustav sa informacijama potrebnim za pretvorbu boja.

Kolorna datoteka skenira se ili unosi digitalnim fotoaparatom, na tu datoteku pridružujemo ulazni ICC profil. Taj ICC profil sadrži karakterizacijsku datoteku ulazne jedinice (svaki ulazni uređaj ima svoj ICC profil) i pretvara kolornu datoteku u jednu izmjenjivu datoteku velikog opsega boje (CIELAB). Sam ICC profil koji je pridružen našoj kolornoj datoteci napravljen je usporedbom neke referentne ilustracije s digitaliziranom inačicom iste, preko skenera ili digitalnog fotoaparata. Nakon grafičke obrade (dizajn, prelom), datoteci dodjeljujemo izlazni ICC profil. Taj izlazni ICC profil sadrži sve podatke koje zadovoljavaju izlaznu jedinicu, (rotacija, novinski tisak, probni otisak) i priprema datoteku za jedan od tih procesa. Na taj način svaka tehnologija tiska dobiva kolornu

pripremu sa specifičnostima iste tehnologije, dobivene iz datoteke velikog opsega boje s minimalnim gubicima. Ista datoteka, jednom unesena i obrađena, dodjeljivanjem ICC profila koristi se za više namjena i više različitih izlaznih tehnologija. Ovakav način rada omogućava individualizaciju pojedine tiskare, pojedinih boja ili vrsta papira. [5] Svaka kolorna datoteka pripremljena je iz datoteke s velikim opsegom boje i pruža maksimum reprodukcije za pojedini tiskovni proces.

Opseg boja (gamut) ulaznih uređaja koji koriste RGB je obično veći od opsega boja izlaznih uređaja koji koriste CMYK. Na gamut rasterskog elementa utječe i položaj rasterskog elementa prilikom otiskivanja pa razlikujemo tisak rasterskog elementa na rasterski element (on-dot) koji tada ima manji gamut od gamuta otiska koji je otisnut na način da se rasterski element tiska na neotisnutu tiskovnu površinu.



Slika 15. Prikaz odnosa kromatičnosti i svjetline ovisno o načinu tiskanja rasterskog elementa

No pošto je u tisku obično zastupljena kombinacija tih dvaju načina otiskivanja gamut je srednja vrijednost obaju gamuta. Mapiranje gamuta je vrlo važna stvar u kontroli kvalitete tiska. To je način na koji se određene informacije o boji transformiraju iz jednog gamuta u drugi. Kvalitetno mapiranje ovisi o samoj reprodukciji te zadovoljavanju određenih uvjeta kao što su:

1. Što manji pomak tona i zasićenosti
2. Zadržavanje maksimalnog kontrasta
3. Nepromijenjenost osi sivoće slike
4. Što manje boja treba ostati van granica gamuta
5. Bolje je povećati nego smanjiti svjetlinu boje

2001. godine ICC je definirao četiri osnovna načina mapiranja s obzirom na namjenu, a to su perceptualno, saturacijsko, apsolutno kolorimetrijsko i relativno kolorimetrijsko renderiranje.

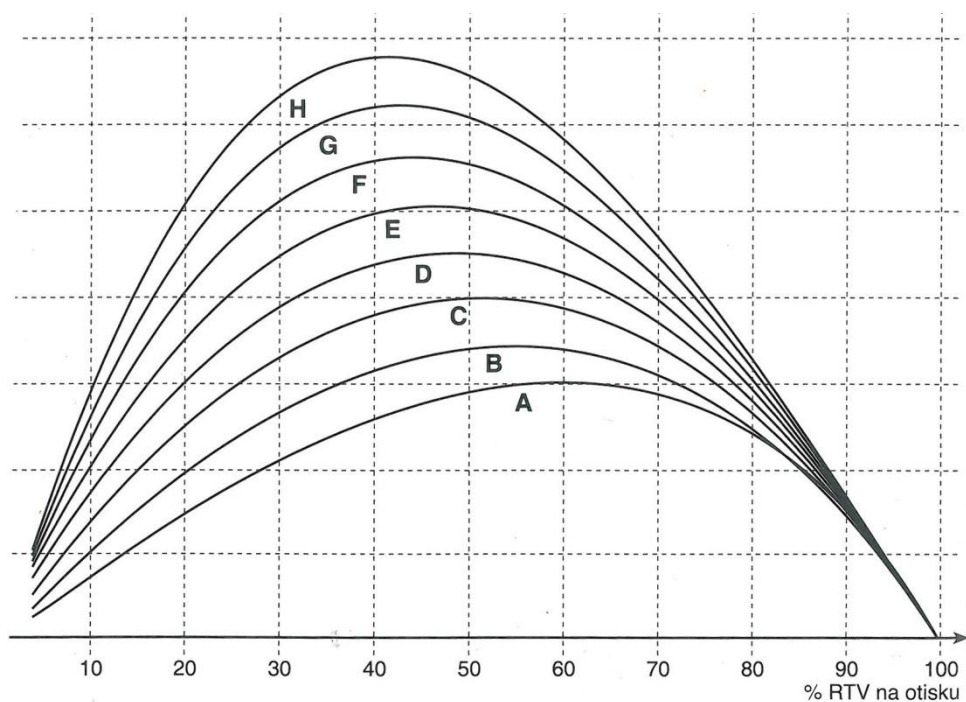
2.2.4 Standardizacija ofsetnog tiska

Napredkom tehnologije i sve većom potražnjom za visokom kvalitetom morali su se razviti i neki standardi. Prije svega su tu da zadovolje kupca te olakšaju kvalitetnu a brzu i jeftinu proizvodnju.

U zadnjih 10 godina tehnologija je znatno napredovala i to je vrlo snažno utjecalo na grafičku struku. Neke stvari tehnologije i načini proizvodnje danas se više ne koriste. Baš zbog te nagle promjene u grafičkoj struci došlo je do potrebe za standardizacijom.

Svaki tiskarski sustav, svaki tiskarski stoj i svaki tiskarski agregat ima vrijednost prirasta RTV koji se pojavljuje u otiskivanju. Zbog toga je uvjet kvalitetnog tiska dovođenje sustava u točno definirani prirast RTV. [7]

Vrijednost prirasta RTV je kategorizirana u 8 kvalitativnih kategorija (A –H). Čak i kada je tokom tiska RTV jednak nekoj od krivulja stalnim poboljšavanjem tiskarskog sustava trebalo bi težiti smanjenju RTV-a na što manju vrijednost. Kategorije G i H bi trebalo izbjegavati dok kategoriji B težiti. Kategorije prirasta su prikazane kao krivulje u slici ispod.



Slika 20. Osam kvalitativnih kategorija prirasta RTV-a

Naravno da kroz cijelu nakladu uvijek dolazi do promjena tako da za kvalitetnu reprodukciju imamo i određene tolerancije promjene prirasta. Vrijednosti odstupanja su prikazani na slici 21.

% 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

Slika 21. Tolerancija promjene prirasta kroz nakladu

3. Eksperimentalni dio

3.1 Plan i cilj istraživanja

Spomenuto je već da je RTV jedan od najvažnijih parametara za što se tiče kontrole tiska te će se ekperimentalni dio baviti razlikom rastertonskih vrijednosti na jednom arku ovisno o njegovom ulasku u stoj.

Otisak smo dobili ofsetnom tehnikom na jednobojnom ofsetnom stroju GTO heidelberg B3 te koristili dvije različite linijature rastera kod razvijanja ploča zbog dvije različite vrste papira.

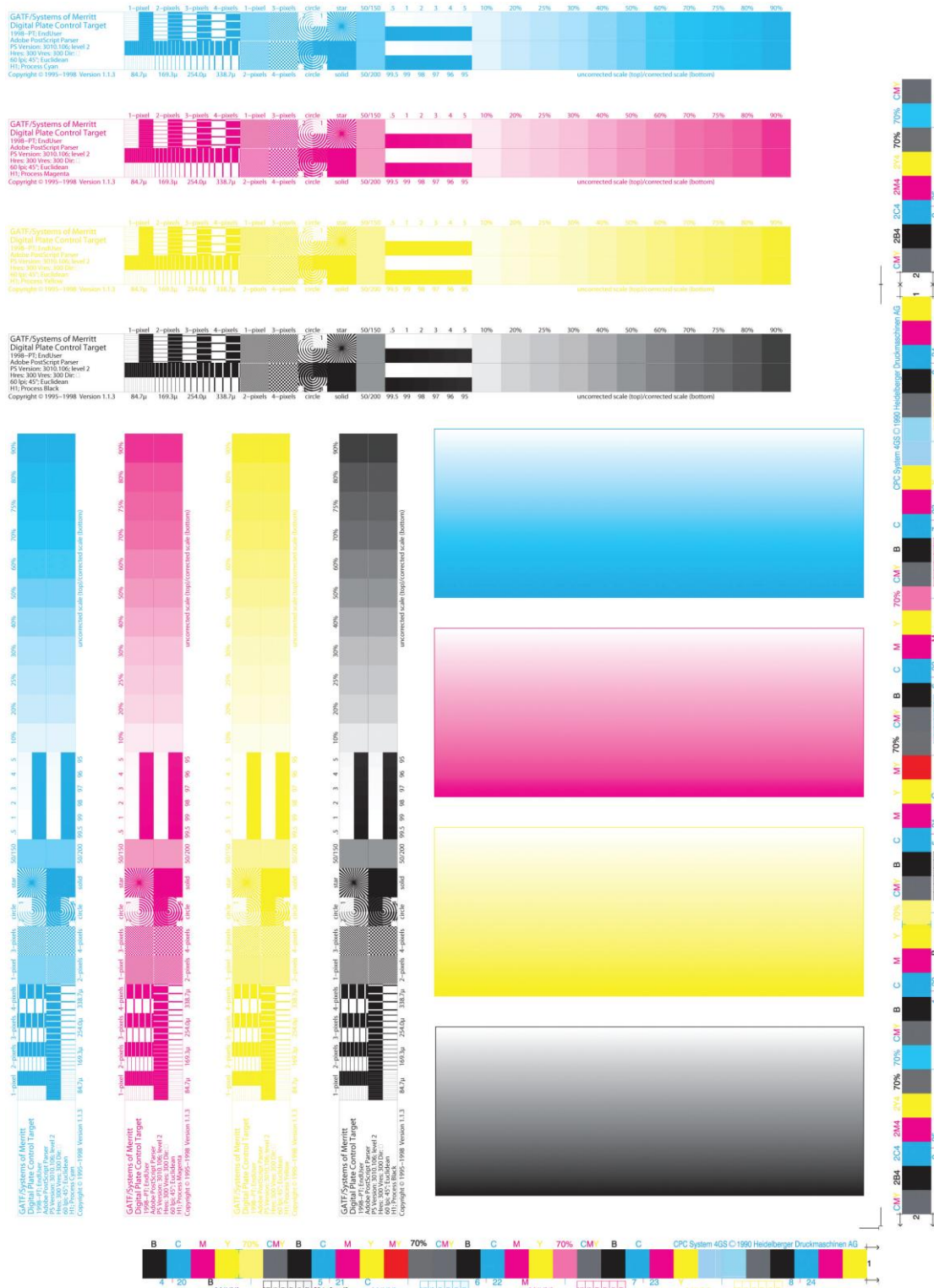
Podloge koje su se koristile:

- 100 g/m² ofsetni papir / bezdrvni (bez premaza)
- 100 g/m² Kunstruck mat (premazani papir)

Zbog različite tiskovne podloge koriste se i dvije različite linijature kod snimanja ploča, 150 lpi za ofsetni papir te 175 lpi za premazani papir.

Pomoću uređaja X-Rite SpectroEye napravljena su mjerenja vrijednosti gustoće obojenja punog polja (RTV 100%) te svakog polja različite pokrivenosti (RTV 10 %-90 %) za svaku od 4 osnovnih boja CMYK zasebno. Uspoređene su vrijednosti dobivene na stripu koji je otisnut okomito s obzirom na smijer ulaska papira u stroj te one koje su dobivene na stipu otisnutim vodoravno na smijer ulaska papira.

Na slici ispod prikazan je probni otisak te položaj otisnutih stripova na njemu.



Slika 22. Prikaz arka na kojem je rađeno mjerenje

Rezultati istraživanja

U sljedećim tablicama prikazani su rezultati dobiveni sa tri različita arka na dvije vrste papira. Arci su se uzimali nasumično sa otprilike početka, sredine i kraja naklade. Na svakom grafikonu je prikazana usporedba rezultata dobivenih mjerenjem jedne boje na određenom arku ovisno o položaju stripa i optimalnog prirasta.

Premazani papir

1. Arak

CIJAN

Tablica 1.

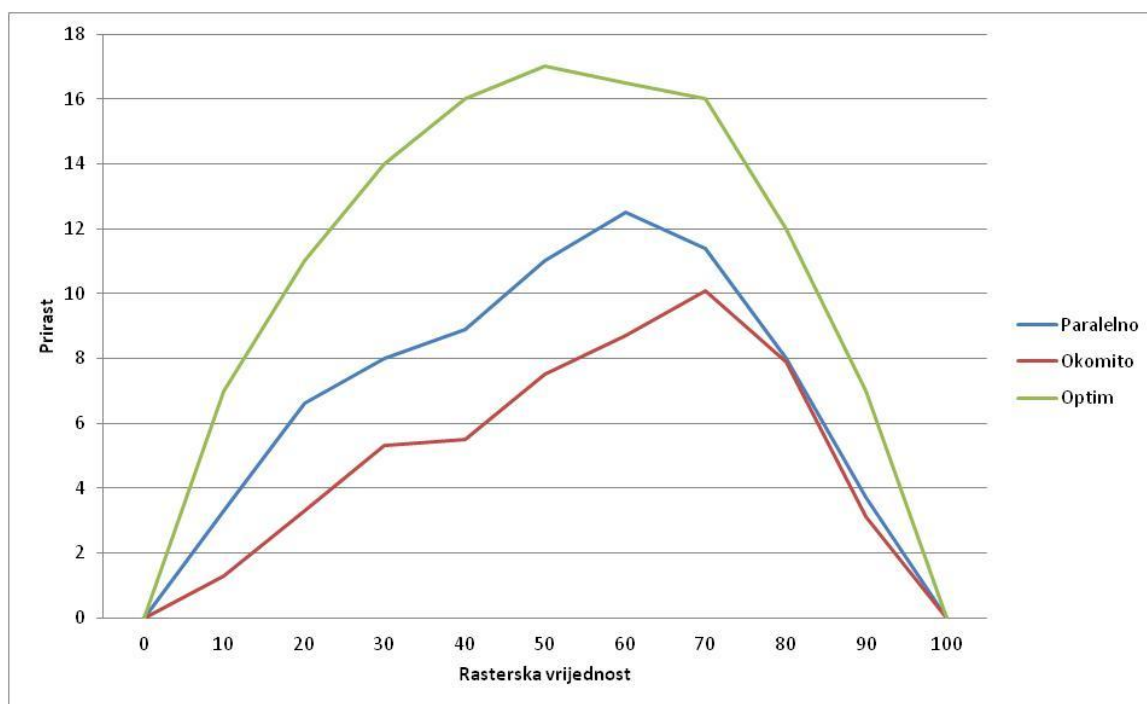
Tablica prikazuje rezultate dobivene mjerenjem na otisku (*crveno*) na svih 10 polja, rezultate prirasta koje smo dobili izračunom pomoću Murry-Daviesove formule (*crno*) te vrijednosti optimalnog RTV-a (*plavo*).

Paralelno

RTV	Izmjerena vrijednost	Prirast	Optim
0	0	0	0
10	0,06	3,3	7
20	0,13	6,6	11
30	0,2	8,0	14
40	0,28	8,9	16
50	0,39	11,0	17
60	0,53	12,5	16,5
70	0,68	11,4	16
80	0,84	8,0	12
90	1,05	3,7	7
100	1,55	0,0	0

Okomito

RTV	Izmjerena vrijednost	Prirast	Optim
0	0	0	0
10	0,05	1,3	7
20	0,11	3,3	11
30	0,18	5,3	14
40	0,25	5,5	16
50	0,35	7,5	17
60	0,47	8,7	16,5
70	0,64	10,1	16
80	0,81	7,9	12
90	0,98	3,1	7
100	1,42	0,0	0



Slika 23. Krivulje prirasta rastertonskih vrijednosti za cijan boju - premazani papir

MAGENTA

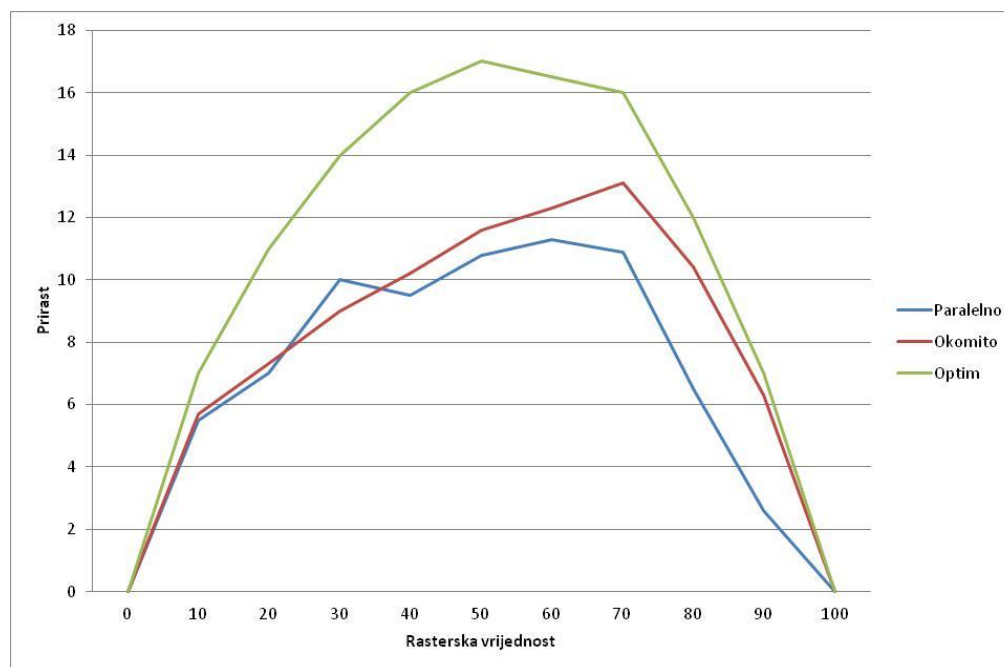
Tablica 2.

Tablica prikazuje rezultate dobivene mjerenjem na otisku (*crveno*) na svih 10 polja, rezultate prirasta koje smo dobili izračunom pomoću Murry-Daviesove formule (*crno*) te vrijednosti optimalnog RTV-a (*plavo*).

Paralelno

Okomito

RTV	Izmjerena vrijednost	Prirast	Optim	RTV	Izmjerena vrijednost	Prirast	Optim
0	0	0	0	0	0	0	0
10	0,07	5,5	7	10	0,07	5,7	7
20	0,13	7,0	11	20	0,13	7,3	11
30	0,21	10,0	14	30	0,2	9,0	14
40	0,28	9,5	16	40	0,28	10,2	16
50	0,38	10,8	17	50	0,38	11,6	17
60	0,5	11,3	16,5	60	0,5	12,3	16,5
70	0,65	10,9	16	70	0,67	13,1	16
80	0,77	6,5	12	80	0,84	10,4	12
90	0,95	2,6	7	90	1,05	6,3	7
100	1,39	0,0	0	100	1,27	0,0	0



Slika 24. Krivulje prirasta rastertonskih vrijednosti za magenta boju - premazani papir

ŽUTA

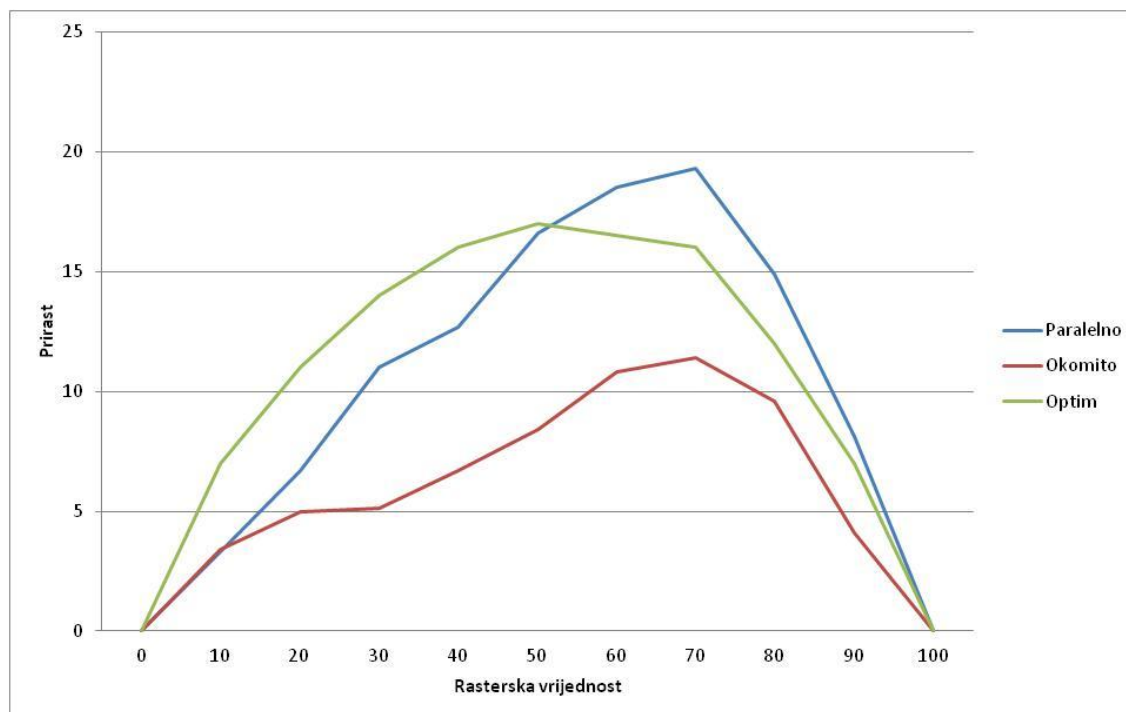
Tablica 3.

Tablica prikazuje rezultate dobivene mjerenjem na otisku (*crveno*) na svih 10 polja, rezultate prirasta koje smo dobili izračunom pomoću Murry-Daviesove formule (*crno*) te vrijednosti optimalnog RTV-a (*plavo*).

Paralelno

Okomito

RTV	Izmjerena vrijednost	Prirast	Optim	RTV	Izmjerena vrijednost	Prirast	Optim
0	0	0	0	0	0	0	0
10	0,06	3,3	7	10	0,06	3,4	7
20	0,13	6,7	11	20	0,12	5,0	11
30	0,22	11,0	14	30	0,18	5,1	14
40	0,31	12,7	16	40	0,26	6,7	16
50	0,45	16,6	17	50	0,36	8,4	17
60	0,62	18,5	16,5	60	0,5	10,8	16,5
70	0,87	19,3	16	70	0,67	11,4	16
80	1,09	14,9	12	80	0,87	9,6	12
90	1,3	8,1	7	90	1,04	4,1	7
100	1,5	0,0	0	100	1,46	0,0	0



Slika 25. Krivulje prirasta rastertonskih vrijednosti za žutu boju - premazani papir

CRNA

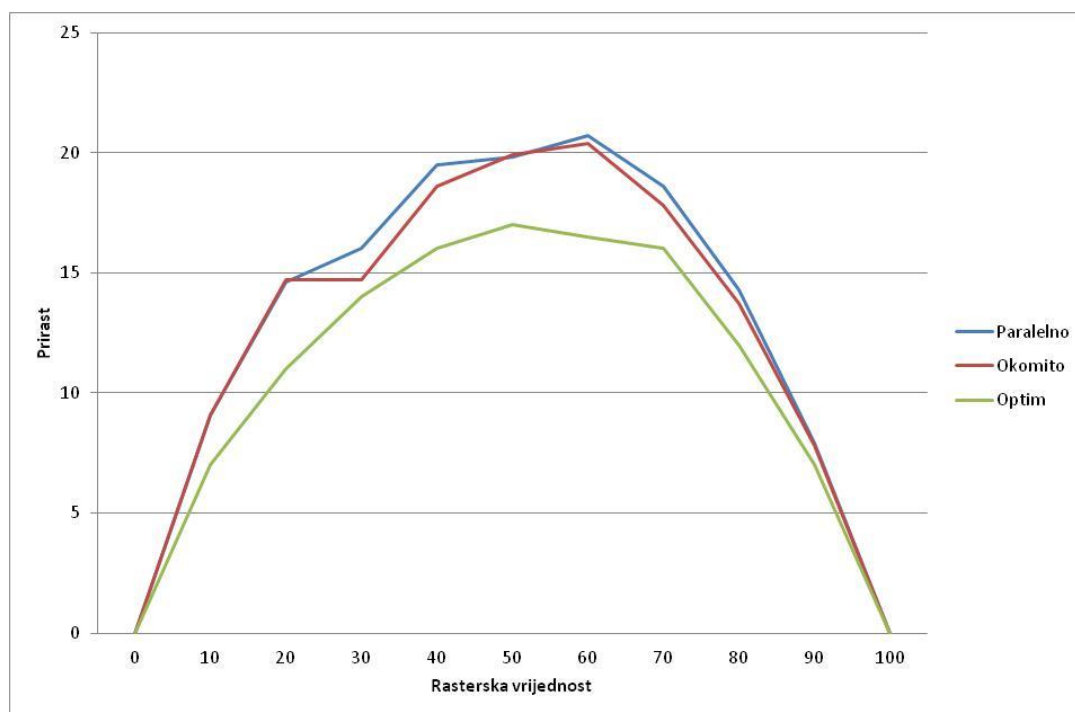
Tablica 4.

Tablica prikazuje rezultate dobivene mjerenjem na otisku (*crveno*) na svih 10 polja, rezultate prirasta koje smo dobili izračunom pomoću Murry-Daviesove formule (*crno*) te vrijednosti optimalnog RTV-a (*plavo*).

Paralelno

Okomito

RTV	Izmjerena vrijednost	Prirast	Optim	RTV	Izmjerena vrijednost	Prirast	Optim
0	0	0	0	0	0	0	0
10	0,09	9,1	7	10	0,09	9,1	7
20	0,18	14,6	11	20	0,18	14,7	11
30	0,26	16,0	14	30	0,25	14,7	14
40	0,38	19,5	16	40	0,37	18,6	16
50	0,5	19,8	17	50	0,5	19,9	17
60	0,68	20,7	16,5	60	0,67	20,4	16,5
70	0,88	18,6	16	70	0,85	17,8	16
80	1,12	14,3	12	80	1,08	13,7	12
90	1,39	7,9	7	90	1,36	7,8	7
100	1,7	0,0	0	100	1,66	0,0	0



Slika 26. Krivulje prirasta rastertonskih vrijednosti za crnu boju - premazani papir

2. Arak

CIJAN

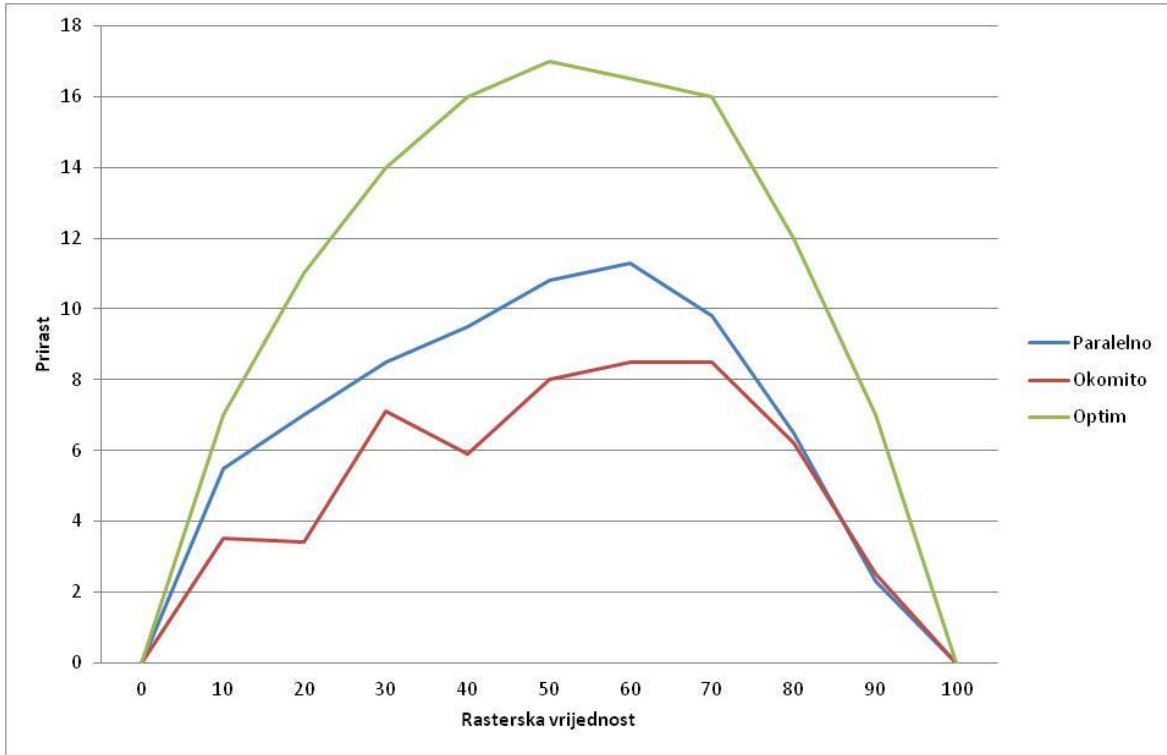
Tablica 5.

Tablica prikazuje rezultate dobivene mjerenjem na otisku (*crveno*) na svih 10 polja, rezultate prirasta koje smo dobili izračunom pomoću Murry-Daviesove formule (*crno*) te vrijednosti optimalnog RTV-a (*plavo*).

Paralelno

Okomito

RTV	Izmjerena vrijednost	Prirast	Optim	RTV	Izmjerena vrijednost	Prirast	Optim
0	0	0	0	0	0	0	0
10	0,07	5,5	7	10	0,06	3,5	7
20	0,13	7,0	11	20	0,11	3,4	11
30	0,2	8,5	14	30	0,19	7,1	14
40	0,28	9,5	16	40	0,25	5,9	16
50	0,38	10,8	17	50	0,35	8,0	17
60	0,5	11,3	16,5	60	0,46	8,5	16,5
70	0,63	9,8	16	70	0,6	8,5	16
80	0,77	6,5	12	80	0,75	6,2	12
90	0,94	2,3	7	90	0,93	2,5	7
100	1,39	0,0	0	100	1,34	0,0	0



Slika 27. Krivulje prirasta rastertonskih vrijednosti za cijan boju - premazani papir

MAGENTA

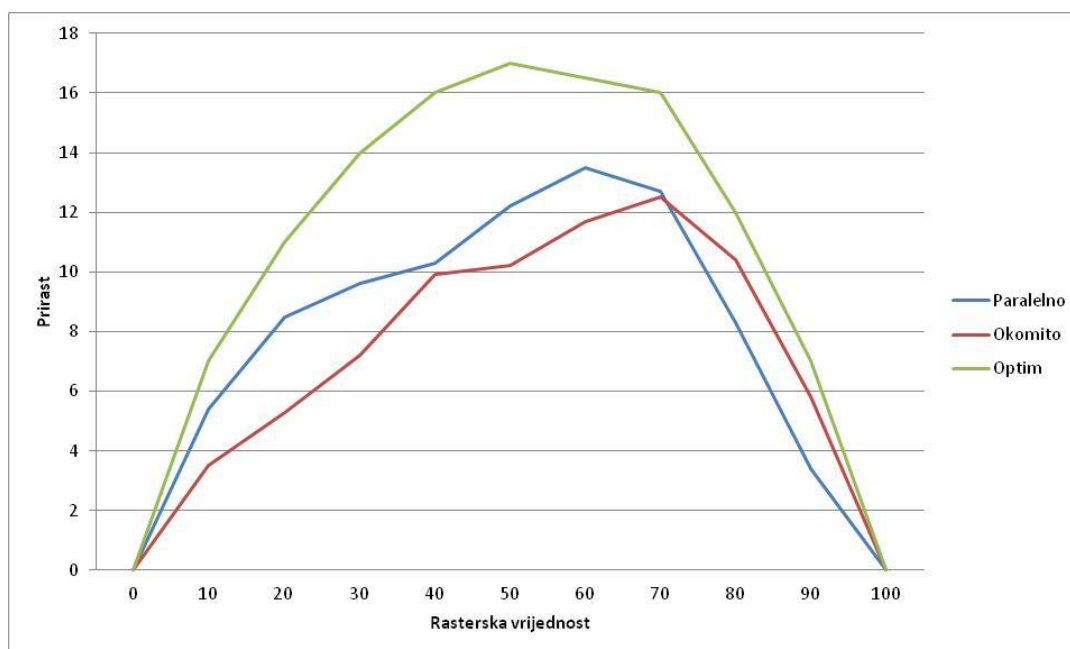
Tablica 6.

Tablica prikazuje rezultate dobivene mjerenjem na otisku (*crveno*) na svih 10 polja, rezultate prirasta koje smo dobili izračunom pomoću Murry-Daviesove formule (*crno*) te vrijednosti optimalnog RTV-a (*plavo*).

Paralelno

Okomito

RTV	Izmjerena vrijednost	Prirast	Optim	RTV	Izmjerena vrijednost	Prirast	Optim
0	0	0	0	0	0	0	0
10	0,07	5,4	7	10	0,06	3,5	7
20	0,14	8,5	11	20	0,12	5,3	11
30	0,21	9,6	14	30	0,19	7,2	14
40	0,29	10,3	16	40	0,28	9,9	16
50	0,4	12,2	17	50	0,37	10,2	17
60	0,54	13,5	16,5	60	0,5	11,7	16,5
70	0,7	12,7	16	70	0,67	12,5	16
80	0,84	8,3	12	80	0,86	10,4	12
90	1,02	3,4	7	90	1,06	5,8	7
100	1,5	0,0	0	100	1,33	0,0	0



Slika 28. Krivulje prirasta rastertonskih vrijednosti za magenta boju – premazani papir

ŽUTA

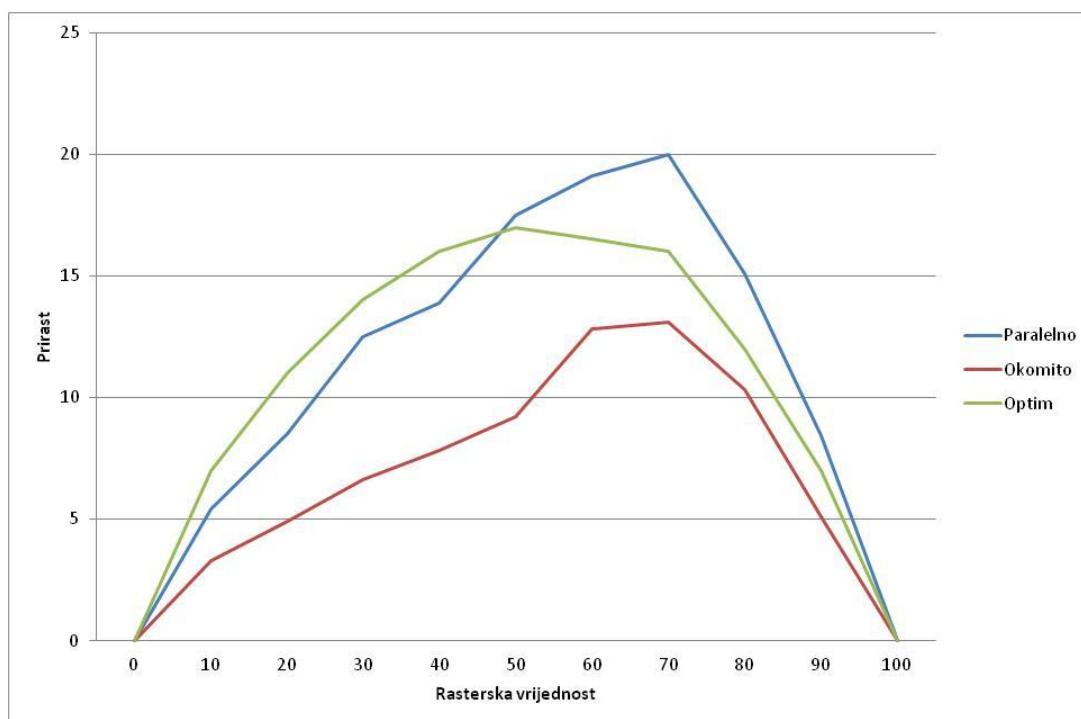
Tablica 7.

Tablica prikazuje rezultate dobivene mjerenjem na otisku (*crveno*) na svih 10 polja, rezultate prirasta koje smo dobili izračunom pomoću Murry-Daviesove formule (*crno*) te vrijednosti optimalnog RTV-a (*plavo*).

Paralelno

Okomito

RTV	Izmjerena vrijednost	Prirast	Optim	RTV	Izmjerena vrijednost	Prirast	Optim
0	0	0	0	0	0	0	0
10	0,07	5,4	7	10	0,06	3,3	7
20	0,14	8,5	11	20	0,12	4,9	11
30	0,23	12,5	14	30	0,19	6,6	14
40	0,32	13,9	16	40	0,27	7,8	16
50	0,46	17,5	17	50	0,37	9,2	17
60	0,63	19,1	16,5	60	0,53	12,8	16,5
70	0,89	20,0	16	70	0,71	13,1	16
80	1,1	15,1	12	80	0,9	10,3	12
90	1,32	8,4	7	90	1,1	5,1	7
100	1,49	0,0	0	100	1,5	0,0	0



Slika 29. Krivulje prirasta rastertonskih vrijednosti za žutu boju - premazani papir

CRNA

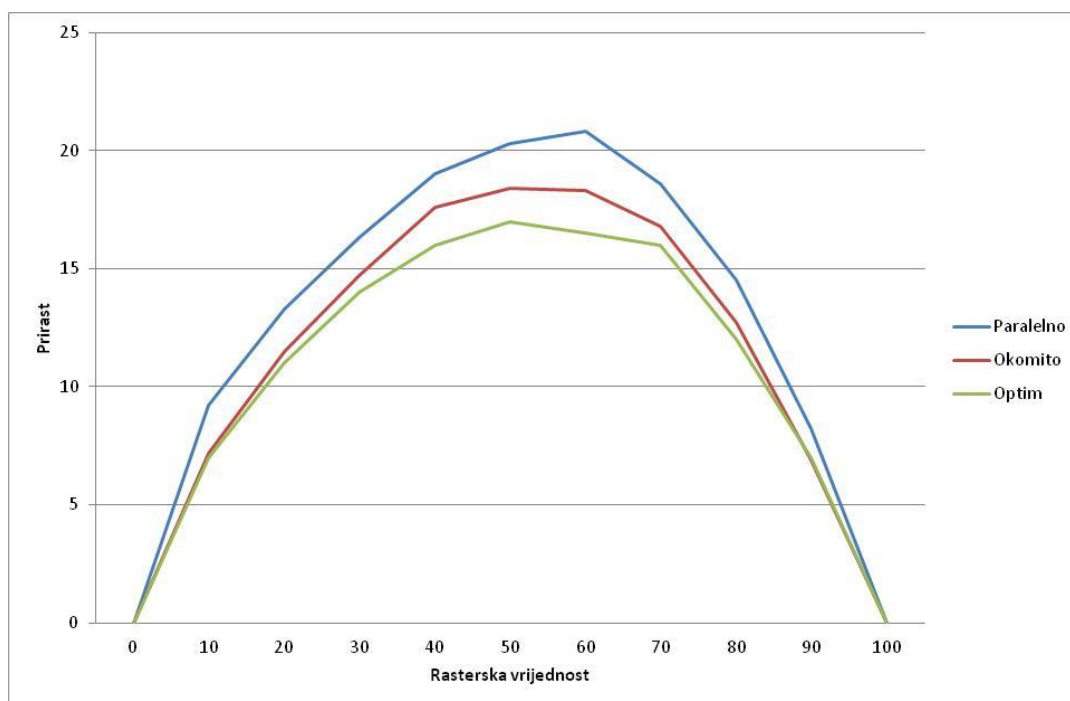
Tablica 8.

Tablica prikazuje rezultate dobivene mjerenjem na otisku (*crveno*) na svih 10 polja, rezultate prirasta koje smo dobili izračunom pomoću Murry-Daviesove formule (*crno*) te vrijednosti optimalnog RTV-a (*plavo*).

Paralelno

Okomito

RTV	Izmjerena vrijednost	Prirast	Optim	RTV	Izmjerena vrijednost	Prirast	Optim
0	0	0	0	0	0	0	0
10	0,09	9,2	7	10	0,08	7,2	7
20	0,17	13,3	11	20	0,16	11,5	11
30	0,26	16,3	14	30	0,25	14,7	14
40	0,37	19,0	16	40	0,36	17,6	16
50	0,5	20,3	17	50	0,48	18,4	17
60	0,67	20,8	16,5	60	0,63	18,3	16,5
70	0,86	18,6	16	70	0,82	16,8	16
80	1,09	14,5	12	80	1,03	12,7	12
90	1,35	8,2	7	90	1,28	6,9	7
100	1,56	0,0	0	100	1,66	0,0	0



Slika 30. Krivulje prirasta rastertonskih vrijednosti za crnu boju - premazani papir

3. Arak

CIJAN

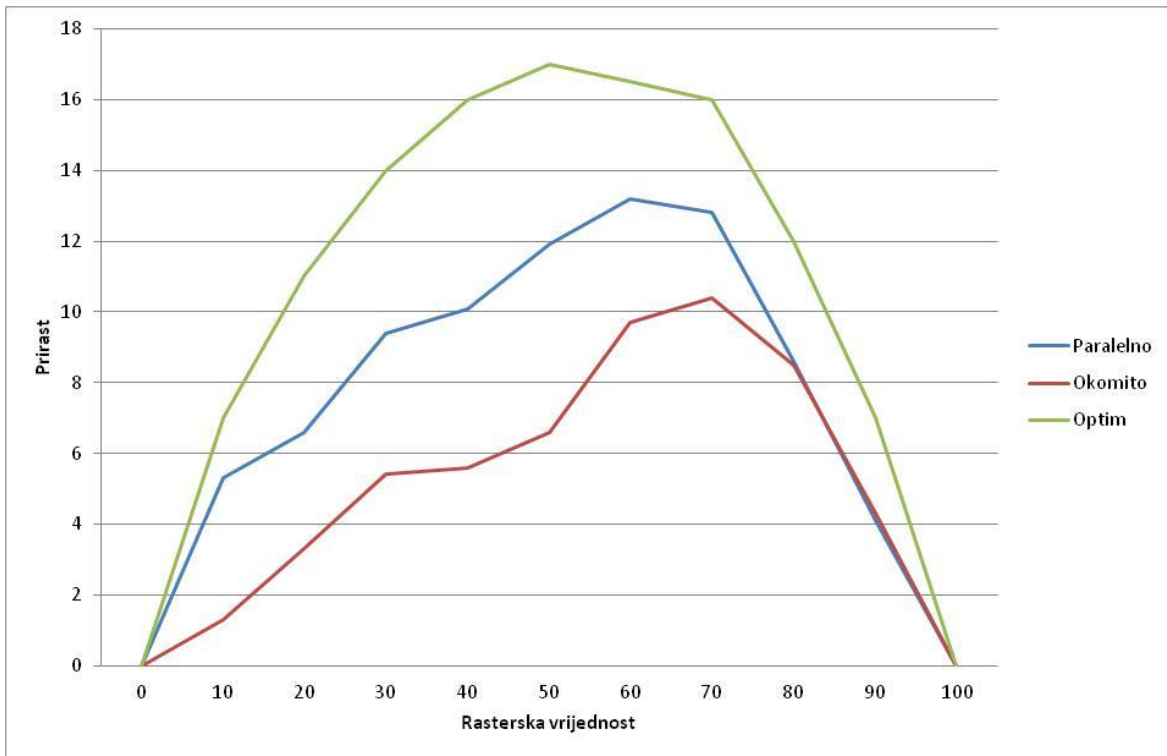
Tablica 9.

Tablica prikazuje rezultate dobivene mjerenjem na otisku (*crveno*) na svih 10 polja, rezultate prirasta koje smo dobili izračunom pomoću Murry-Daviesove formule (*crno*) te vrijednosti optimalnog RTV-a (*plavo*).

Paralelno

Okomito

RTV	Izmjerena vrijednost	Prirast	Optim	RTV	Izmjerena vrijednost	Prirast	Optim
0	0	0	0	0	0	0	0
10	0,07	5,3	7	10	0,05	1,3	7
20	0,13	6,6	11	20	0,11	3,3	11
30	0,21	9,4	14	30	0,18	5,4	14
40	0,29	10,1	16	40	0,25	5,6	16
50	0,4	11,9	17	50	0,34	6,6	17
60	0,54	13,2	16,5	60	0,48	9,7	16,5
70	0,71	12,8	16	70	0,64	10,4	16
80	0,86	8,6	12	80	0,82	8,5	12
90	1,07	4,1	7	90	1,02	4,3	7
100	1,56	0,0	0	100	1,39	0,0	0



Slika 31. Krivulje prirasta rastertonskih vrijednosti za cijan boju - premazani papir

MAGENTA

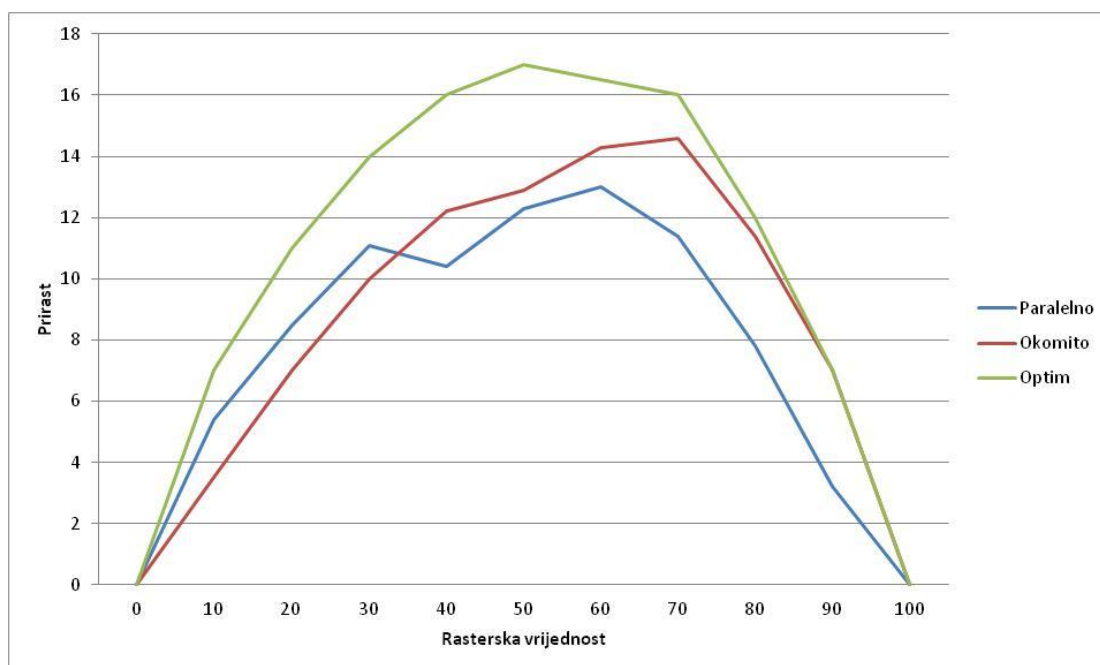
Tablica 10.

Tablica prikazuje rezultate dobivene mjerenjem na otisku (*crveno*) na svih 10 polja, rezultate prirasta koje smo dobili izračunom pomoću Murry-Daviesove formule (*crno*) te vrijednosti optimalnog RTV-a (*plavo*).

Paralelno

Okomito

RTV	Izmjerena vrijednost	Prirast	Optim	RTV	Izmjerena vrijednost	Prirast	Optim
0	0	0	0	0	0	0	0
10	0,07	5,4	7	10	0,06	3,5	7
20	0,14	8,5	11	20	0,13	7,0	11
30	0,22	11,1	14	30	0,21	10,1	14
40	0,29	10,4	16	40	0,3	12,2	16
50	0,4	12,3	17	50	0,4	12,9	17
60	0,53	13,0	16,5	60	0,54	14,4	16,5
70	0,67	11,4	16	70	0,72	14,6	16
80	0,82	7,8	12	80	0,9	11,4	12
90	1	3,2	7	90	1,14	7,0	7
100	1,47	0,0	0	100	1,36	0,0	0



Slika 32. Krivulje prirasta rastertonskih vrijednosti za magenta boju - premazani papir

ŽUTA

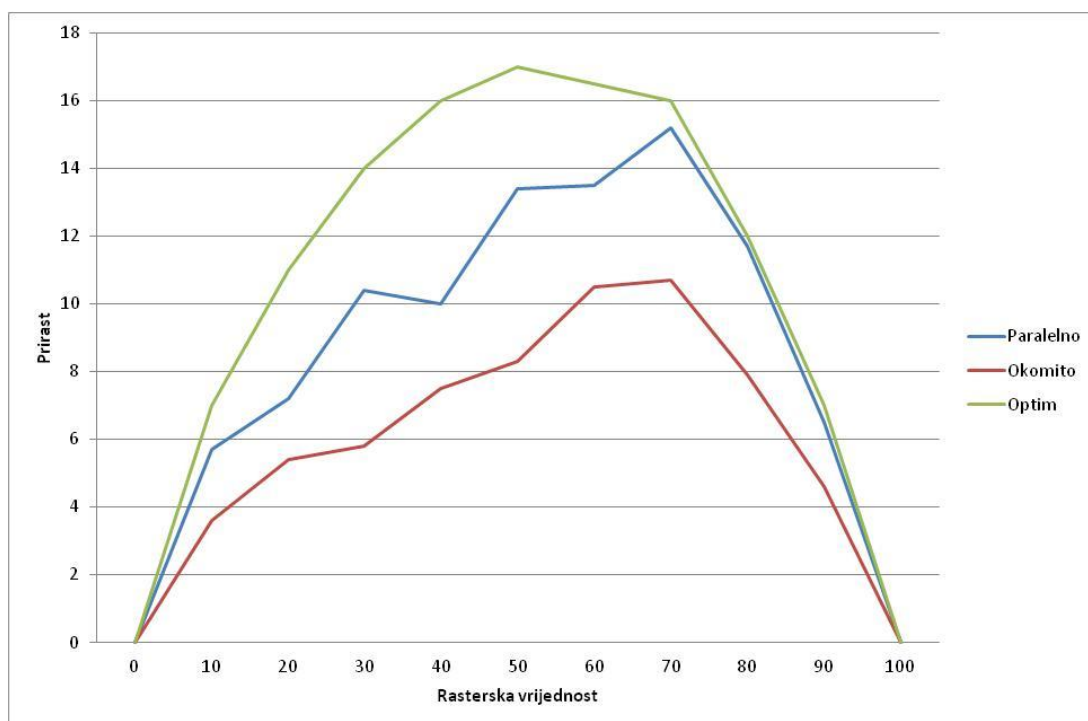
Tablica 11.

Tablica prikazuje rezultate dobivene mjerenjem na otisku (*crveno*) na svih 10 polja, rezultate prirasta koje smo dobili izračunom pomoću Murry-Daviesove formule (*crno*) te vrijednosti optimalnog RTV-a (*plavo*).

Paralelno

Okomito

RTV	Izmjerena vrijednost	Prirast	Optim	RTV	Izmjerena vrijednost	Prirast	Optim
0	0	0	0	0	0	0	0
10	0,07	5,7	7	10	0,06	3,6	7
20	0,13	7,2	11	20	0,12	5,4	11
30	0,21	10,4	14	30	0,18	5,8	14
40	0,28	10,0	16	40	0,26	7,5	16
50	0,4	13,4	17	50	0,35	8,3	17
60	0,52	13,5	16,5	60	0,48	10,5	16,5
70	0,72	15,2	16	70	0,63	10,7	16
80	0,89	11,7	12	80	0,78	7,9	12
90	1,08	6,5	7	90	0,99	4,6	7
100	1,3	0,0	0	100	1,29	0,0	0



Slika 33. Krivulje prirasta rastertonskih vrijednosti za žutu boju - premazani papir

CRNA

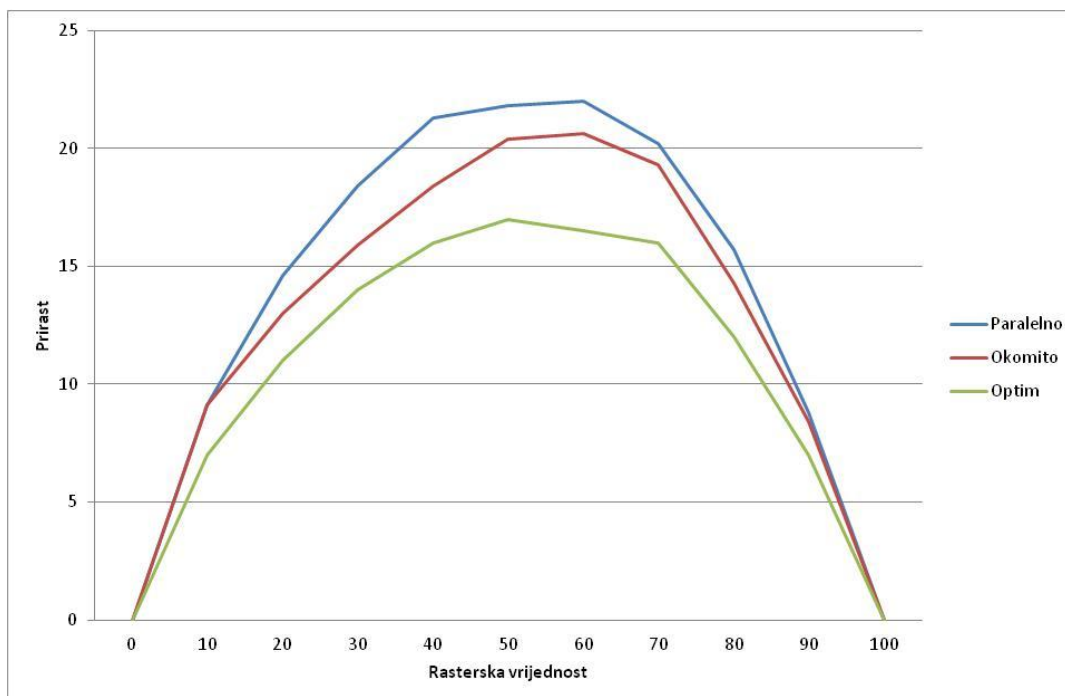
Tablica 12.

Tablica prikazuje rezultate dobivene mjerenjem na otisku (*crveno*) na svih 10 polja, rezultate prirasta koje smo dobili izračunom pomoću Murry-Daviesove formule (*crno*) te vrijednosti optimalnog RTV-a (*plavo*).

Paralelno

Okomito

RTV	Izmjerena vrijednost	Prirast	Optim	RTV	Izmjerena vrijednost	Prirast	Optim
0	0	0	0	0	0	0	0
10	0,09	9,1	7	10	0,09	9,1	7
20	0,18	14,6	11	20	0,17	13,0	11
30	0,28	18,4	14	30	0,26	15,9	14
40	0,4	21,3	16	40	0,37	18,4	16
50	0,53	21,8	17	50	0,51	20,4	17
60	0,71	22,0	16,5	60	0,68	20,6	16,5
70	0,94	20,2	16	70	0,91	19,3	16
80	1,22	15,7	12	80	1,13	14,3	12
90	1,52	8,8	7	90	1,47	8,4	7
100	1,74	0,0	0	100	1,74	0,0	0



Slika 34. Krivulje prirasta rastertonskih vrijednosti za žutu boju - premazani papir

Nepremazani

1.Arak

CIJAN

Tablica 13.

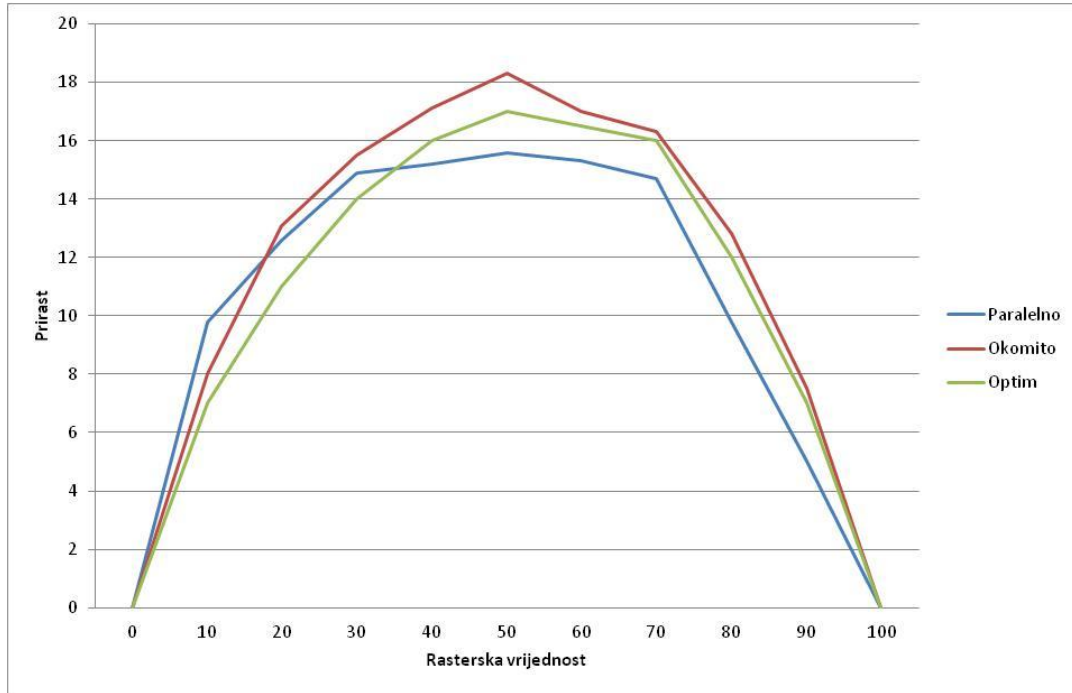
Tablica prikazuje rezultate dobivene mjerenjem na otisku (*crveno*) na svih 10 polja, rezultate prirasta koje smo dobili izračunom pomoću Murry-Daviesove formule (*crno*) te vrijednosti optimalnog RTV-a (*plavo*).

Paralelno

Okomito

RTV	Izmjerena vrijednost	Prirast	Optim
0	0	0	0
10	0,09	9,8	7
20	0,16	12,6	11
30	0,24	14,9	14
40	0,32	15,2	16
50	0,42	15,6	17
60	0,54	15,3	16,5
70	0,7	14,7	16
80	0,82	9,8	12
90	0,99	5,0	7
100	1,26	0,0	0

RTV	Izmjerena vrijednost	Prirast	Optim
0	0	0	0
10	0,08	8,0	7
20	0,16	13,1	11
30	0,24	15,5	14
40	0,33	17,1	16
50	0,44	18,3	17
60	0,55	17,0	16,5
70	0,71	16,3	16
80	0,87	12,8	12
90	1,04	7,5	7
100	1,17	0,0	0



Slika 35. Krivulje prirasta rastertonskih vrijednosti za cijan boju – nepremazani papir

MAGENTA

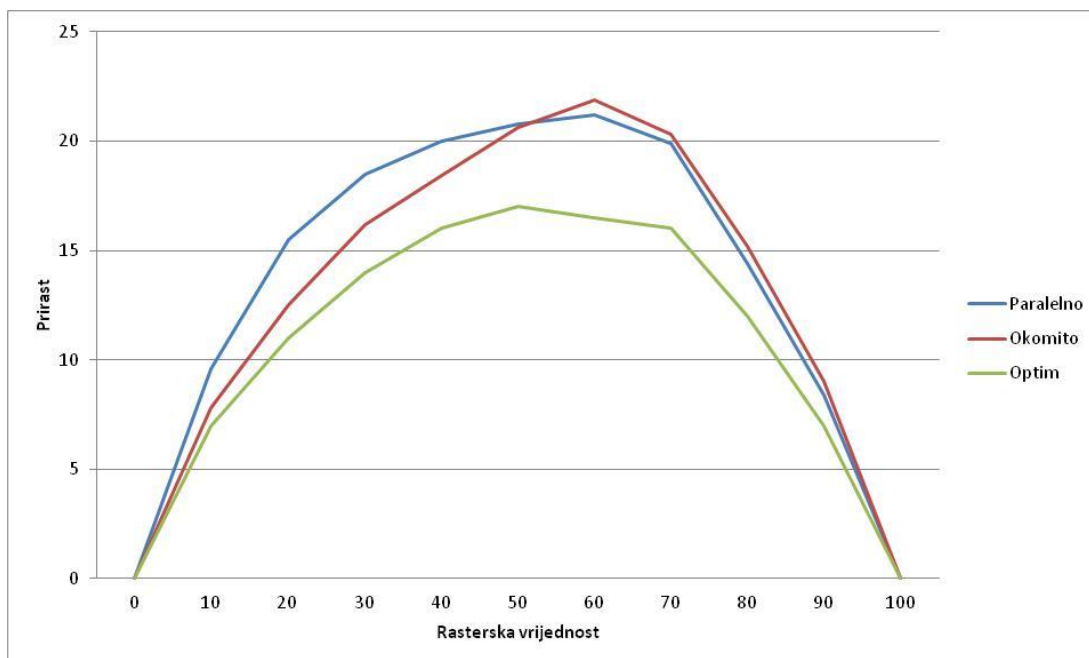
Tablica 14.

Tablica prikazuje rezultate dobivene mjerenjem na otisku (*crveno*) na svih 10 polja, rezultate prirasta koje smo dobili izračunom pomoću Murry-Daviesove formule (*crno*) te vrijednosti optimalnog RTV-a (*plavo*).

Paralelno

Okomito

RTV	Izmjerena vrijednost	Prirast	Optim	RTV	Izmjerena vrijednost	Prirast	Optim
0	0	0	0	0	0	0	0
10	0,09	9,6	7	10	0,08	7,8	7
20	0,18	15,5	11	20	0,16	12,5	11
30	0,27	18,5	14	30	0,25	16,2	14
40	0,37	20,0	16	40	0,35	18,4	16
50	0,49	20,8	17	50	0,48	20,6	17
60	0,65	21,2	16,5	60	0,65	21,9	16,5
70	0,85	19,9	16	70	0,84	20,3	16
80	1,01	14,4	12	80	1,01	15,2	12
90	1,22	8,4	7	90	1,21	9,0	7
100	1,35	0,0	0	100	1,28	0,0	0



Slika 36. Krivulje prirasta rastertonskih vrijednosti za magenta boju –
nepremazani papir

ŽUTA

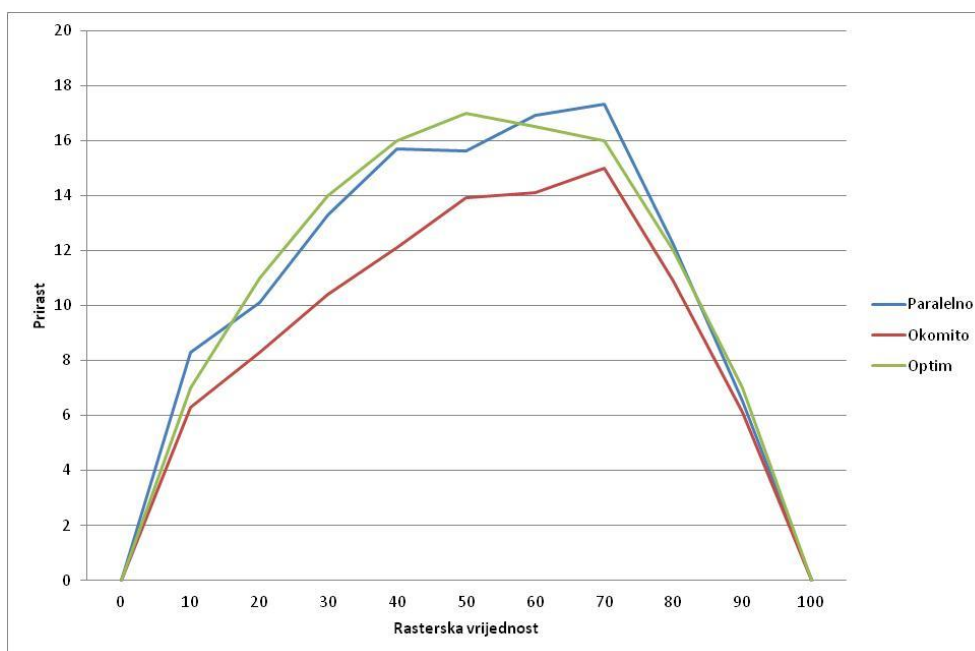
Tablica 15.

Tablica prikazuje rezultate dobivene mjerenjem na otisku (*crveno*) na svih 10 polja, rezultate prirasta koje smo dobili izračunom pomoću Murry-Daviesove formule (*crno*) te vrijednosti optimalnog RTV-a (*plavo*).

Paralelno

Okomito

RTV	Izmjerena vrijednost	Prirast	Optim	RTV	Izmjerena vrijednost	Prirast	Optim
0	0	0	0	0	0	0	0
10	0,08	8,3	7	10	0,07	6,3	7
20	0,14	10,1	11	20	0,13	8,3	11
30	0,22	13,3	14	30	0,2	10,4	14
40	0,31	15,7	16	40	0,28	12,1	16
50	0,4	15,6	17	50	0,38	13,9	17
60	0,53	16,9	16,5	60	0,49	14,1	16,5
70	0,7	17,3	16	70	0,65	15,0	16
80	0,81	12,2	12	80	0,77	10,9	12
90	0,94	6,5	7	90	0,91	6,1	7
100	1,08	0,0	0	100	1,06	0,0	0



Slika 37. Krivulje prirasta rastertonskih vrijednosti za žutu boju –
nepremazani papir

CRNA

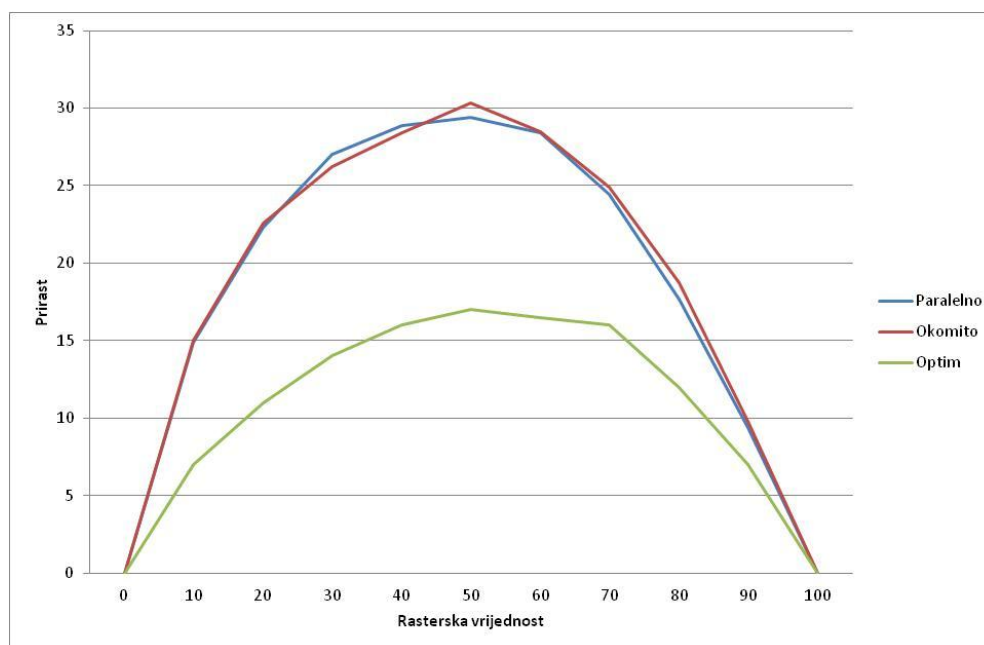
Tablica 16.

Tablica prikazuje rezultate dobivene mjerenjem na otisku (*crveno*) na svih 10 polja, rezultate prirasta koje smo dobili izračunom pomoću Murry-Daviesove formule (*crno*) te vrijednosti optimalnog RTV-a (*plavo*).

Paralelno

Okomito

RTV	Izmjerena vrijednost	Prirast	Optim	RTV	Izmjerena vrijednost	Prirast	Optim
0	0	0	0	0	0	0	0
10	0,12	14,9	7	10	0,12	15,0	7
20	0,23	22,3	11	20	0,23	22,6	11
30	0,35	27,0	14	30	0,34	26,2	14
40	0,48	28,9	16	40	0,47	28,4	16
50	0,64	29,4	17	50	0,65	30,3	17
60	0,85	28,4	16,5	60	0,84	28,5	16,5
70	1,08	24,4	16	70	1,08	24,9	16
80	1,29	17,7	12	80	1,33	18,7	12
90	1,46	9,4	7	90	1,45	9,8	7
100	1,54	0,0	0	100	1,47	0,0	0



Slika 38. Krivulje prirasta rastertonskih vrijednosti za crnu boju –
nepremazani papir

2. Arak

CIJAN

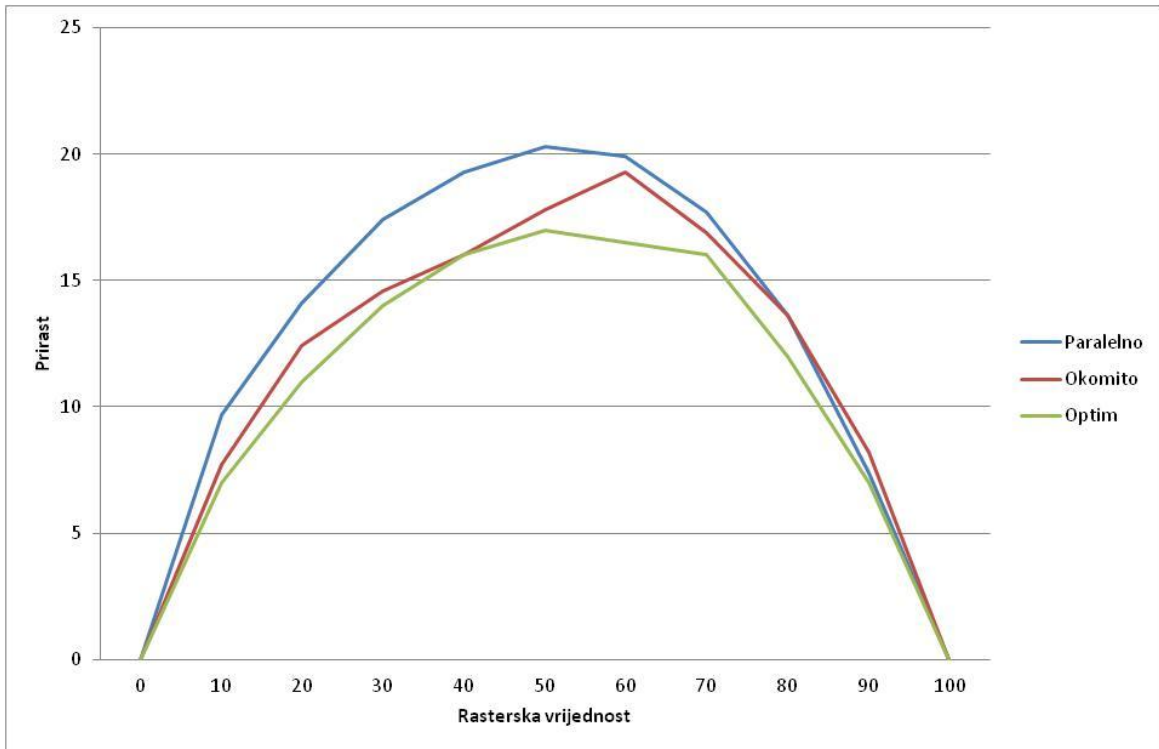
Tablica 17.

Tablica prikazuje rezultate dobivene mjerenjem na otisku (*crveno*) na svih 10 polja, rezultate prirasta koje smo dobili izračunom pomoću Murry-Daviesove formule (*crno*) te vrijednosti optimalnog RTV-a (*plavo*).

Paralelno

Okomito

RTV	Izmjerena vrijednost	Prirast	Optim	RTV	Izmjerena vrijednost	Prirast	Optim
0	0	0	0	0	0	0	0
10	0,09	9,7	7	10	0,08	7,7	7
20	0,17	14,1	11	20	0,16	12,4	11
30	0,26	17,4	14	30	0,24	14,6	14
40	0,36	19,3	16	40	0,33	16,0	16
50	0,48	20,3	17	50	0,45	17,8	17
60	0,62	19,9	16,5	60	0,61	19,3	16,5
70	0,78	17,7	16	70	0,76	16,9	16
80	0,96	13,6	12	80	0,96	13,6	12
90	1,13	7,4	7	90	1,18	8,2	7
100	1,31	0,0	0	100	1,31	0,0	0



Slika 39. Krivulje prirasta rastertonskih vrijednosti za cijan boju – nepremazani papir

MAGENTA

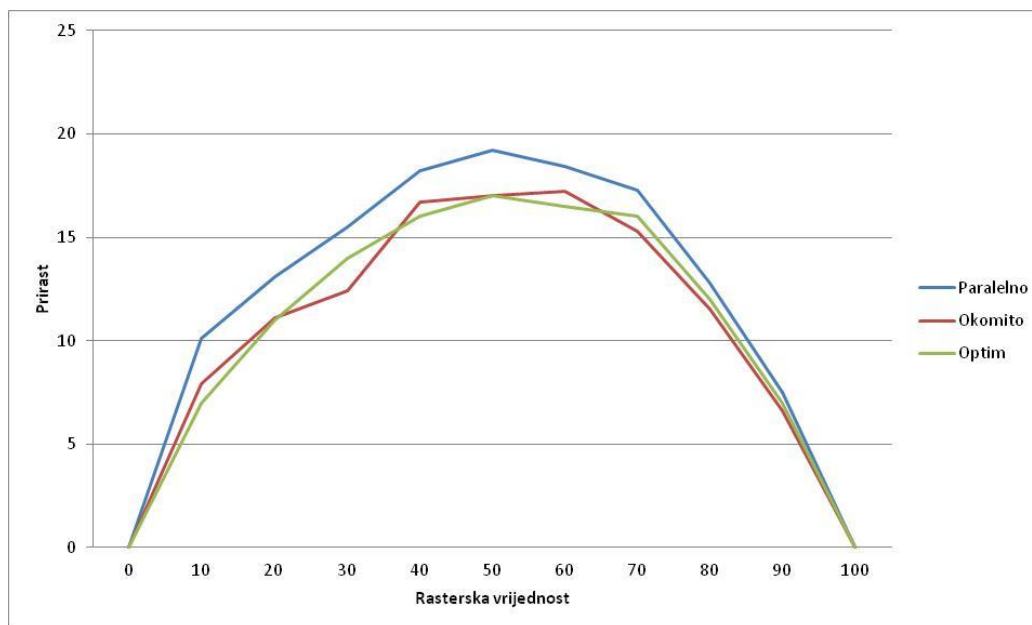
Tablica 18.

Tablica prikazuje rezultate dobivene mjerenjem na otisku (*crveno*) na svih 10 polja, rezultate prirasta koje smo dobili izračunom pomoću Murry-Daviesove formule (*crno*) te vrijednosti optimalnog RTV-a (*plavo*).

Paralelno

Okomito

RTV	Izmjerena vrijednost	Prirast	Optim	RTV	Izmjerena vrijednost	Prirast	Optim
0	0	0	0	0	0	0	0
10	0,09	10,1	7	10	0,08	7,9	7
20	0,16	13,1	11	20	0,15	11,1	11
30	0,24	15,5	14	30	0,22	12,4	14
40	0,34	18,2	16	40	0,33	16,7	16
50	0,45	19,2	17	50	0,43	17,0	17
60	0,57	18,4	16,5	60	0,56	17,2	16,5
70	0,73	17,3	16	70	0,7	15,3	16
80	0,87	12,8	12	80	0,85	11,5	12
90	1,04	7,5	7	90	1,03	6,6	7
100	1,17	0,0	0	100	1,21	0,0	0



Slika 40. Krivulje prirasta rastertonskih vrijednosti za magenta boju – nepremazani papir

ŽUTA

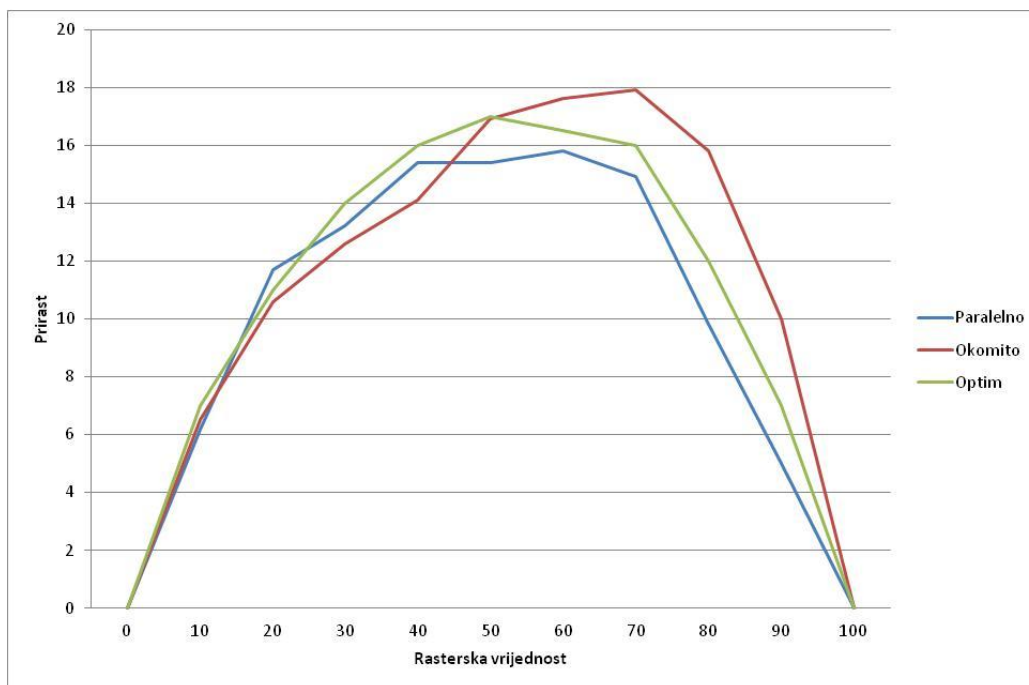
Tablica 19.

Tablica prikazuje rezultate dobivene mjerenjem na otisku (*crveno*) na svih 10 polja, rezultate prirasta koje smo dobili izračunom pomoću Murry-Daviesove formule (*crno*) te vrijednosti optimalnog RTV-a (*plavo*).

Paralelno

Okomito

RTV	Izmjerena vrijednost	Prirast	Optim	RTV	Izmjerena vrijednost	Prirast	Optim
0	0	0	0	0	0	0	0
10	0,07	6,2	7	10	0,07	6,5	7
20	0,15	11,7	11	20	0,14	10,6	11
30	0,22	13,2	14	30	0,21	12,6	14
40	0,31	15,4	16	40	0,29	14,1	16
50	0,4	15,4	17	50	0,4	16,9	17
60	0,52	15,8	16,5	60	0,52	17,6	16,5
70	0,66	14,9	16	70	0,68	17,9	16
80	0,76	9,8	12	80	0,86	15,8	12
90	0,9	5,0	7	90	1	10,0	7
100	1,1	0,0	0	100	1	0,0	0



Slika 41. Krivulje prirasta rastertonskih vrijednosti za žutu boju – nepremazani papir

CRNA

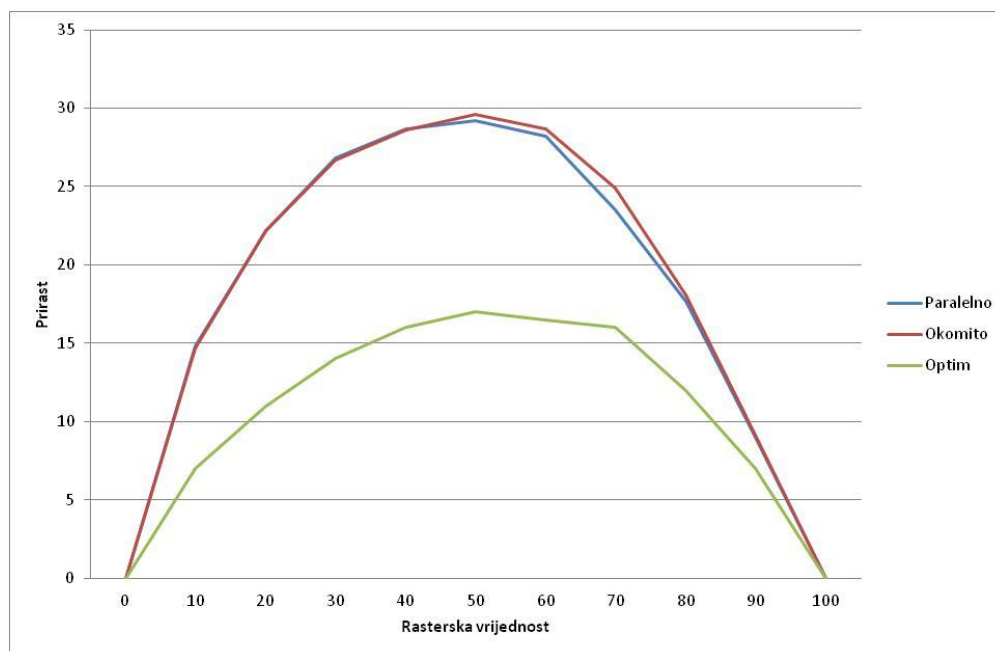
Tablica 20.

Tablica prikazuje rezultate dobivene mjerenjem na otisku (*crveno*) na svih 10 polja, rezultate prirasta koje smo dobili izračunom pomoću Murry-Daviesove formule (*crno*) te vrijednosti optimalnog RTV-a (*plavo*).

Paralelno

Okomito

RTV	Izmjerena vrijednost	Prirast	Optim	RTV	Izmjerena vrijednost	Prirast	Optim
0	0	0	0	0	0	0	0
10	0,12	14,8	7	10	0,12	14,7	7
20	0,23	22,2	11	20	0,23	22,2	11
30	0,35	26,8	14	30	0,35	26,7	14
40	0,48	28,7	16	40	0,48	28,6	16
50	0,64	29,2	17	50	0,65	29,6	17
60	0,85	28,2	16,5	60	0,87	28,7	16,5
70	1,05	23,5	16	70	1,13	24,9	16
80	1,31	17,7	12	80	1,37	18,1	12
90	1,44	9,0	7	90	1,48	9,1	7
100	1,58	0,0	0	100	1,61	0,0	0



Slika 42. Krivulje prirasta rastertonskih vrijednosti za crnu boju –
nepremazani papir

3. Arak

CIJAN

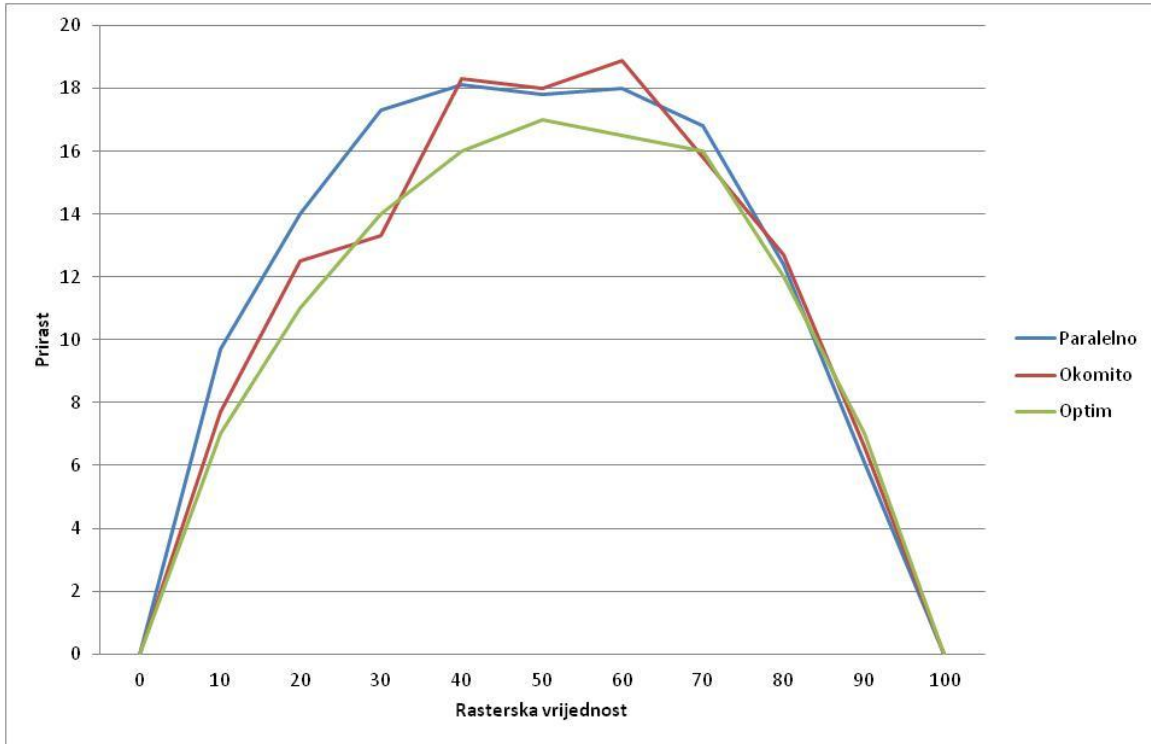
Tablica 21.

Tablica prikazuje rezultate dobivene mjerenjem na otisku (*crveno*) na svih 10 polja, rezultate prirasta koje smo dobili izračunom pomoću Murry-Daviesove formule (*crno*) te vrijednosti optimalnog RTV-a (*plavo*).

Paralelno

Okomito

RTV	Izmjerena vrijednost	Prirast	Optim	RTV	Izmjerena vrijednost	Prirast	Optim
0	0	0	0	0	0	0	0
10	0,09	9,7	7	10	0,08	7,7	7
20	0,17	14,0	11	20	0,16	12,5	11
30	0,26	17,3	14	30	0,23	13,3	14
40	0,35	18,1	16	40	0,35	18,3	16
50	0,45	17,8	17	50	0,45	18,0	17
60	0,59	18,0	16,5	60	0,6	18,9	16,5
70	0,76	16,8	16	70	0,73	15,8	16
80	0,92	12,4	12	80	0,92	12,7	12
90	1,07	6,1	7	90	1,08	6,6	7
100	1,32	0,0	0	100	1,29	0,0	0



*Slika 43. Krivulje prirasta rastertonskih vrijednosti za cijan boju –
nepremazani papir*

MAGENTA

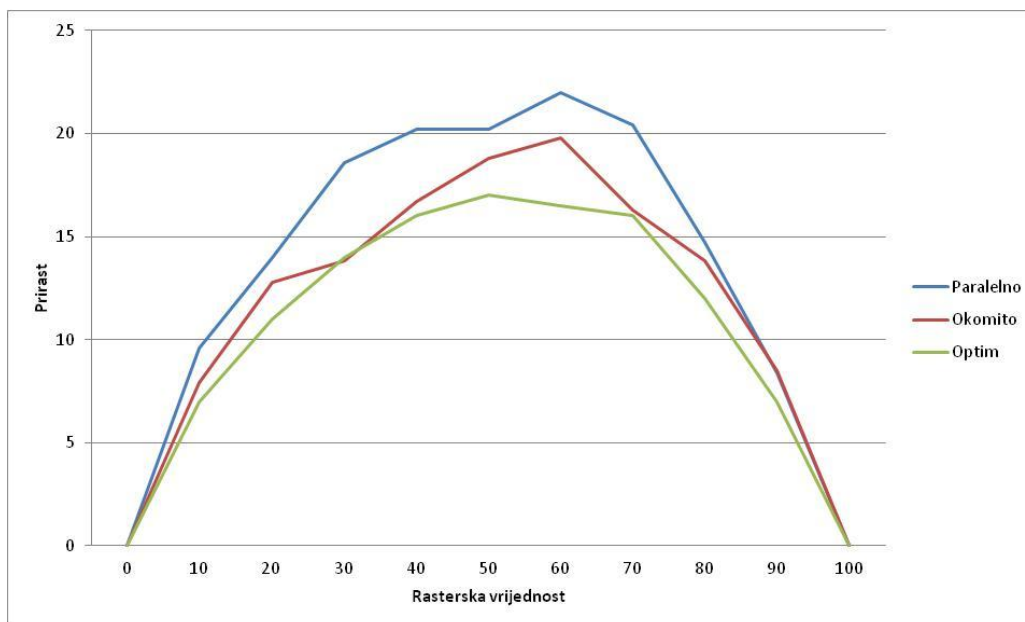
Tablica 22.

Tablica prikazuje rezultate dobivene mjerenjem na otisku (*crveno*) na svih 10 polja, rezultate prirasta koje smo dobili izračunom pomoću Murry-Daviesove formule (*crno*) te vrijednosti optimalnog RTV-a (*plavo*).

Paralelno

Okomito

RTV	Izmjerena vrijednost	Prirast	Optim	RTV	Izmjerena vrijednost	Prirast	Optim
0	0	0	0	0	0	0	0
10	0,09	9,6	7	10	0,08	7,9	7
20	0,17	14,0	11	20	0,16	12,8	11
30	0,27	18,6	14	30	0,23	13,8	14
40	0,37	20,2	16	40	0,33	16,7	16
50	0,48	20,2	17	50	0,45	18,8	17
60	0,66	22,0	16,5	60	0,6	19,8	16,5
70	0,86	20,4	16	70	0,72	16,3	16
80	1,01	14,7	12	80	0,92	13,8	12
90	1,21	8,4	7	90	1,12	8,5	7
100	1,33	0,0	0	100	1,21	0,0	0



Slika 44. Krivulje prirasta rastertonskih vrijednosti za magenta boju – nepremazani papir

ŽUTA

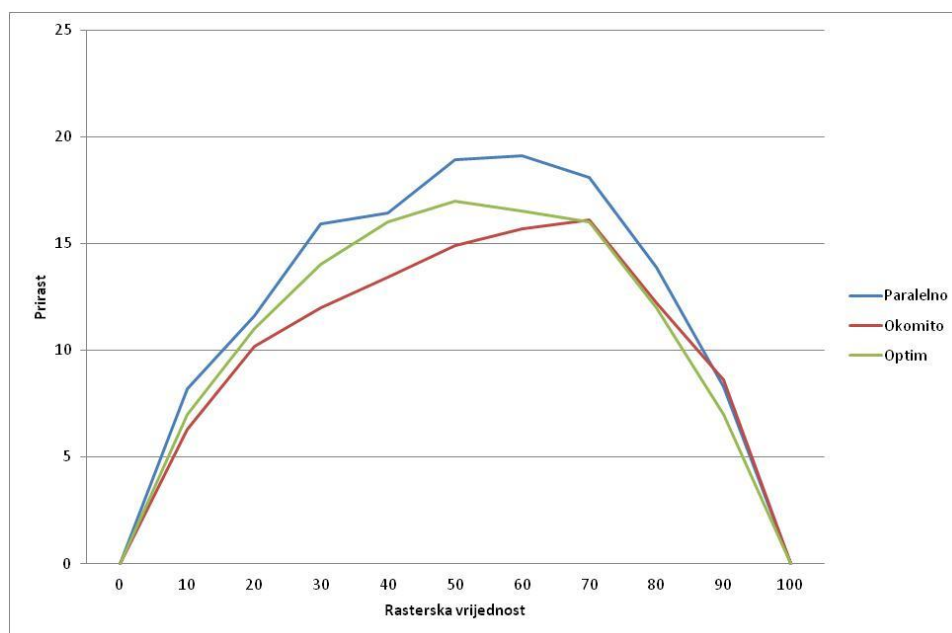
Tablica 23.

Tablica prikazuje rezultate dobivene mjerenjem na otisku (*crveno*) na svih 10 polja, rezultate prirasta koje smo dobili izračunom pomoću Murry-Daviesove formule (*crno*) te vrijednosti optimalnog RTV-a (*plavo*).

Paralelno

Okomito

RTV	Izmjerena vrijednost	Prirast	Optim	RTV	Izmjerena vrijednost	Prirast	Optim
0	0	0	0	0	0	0	0
10	0,08	8,2	7	10	0,07	6,3	7
20	0,15	11,6	11	20	0,14	10,2	11
30	0,24	15,9	14	30	0,21	12,0	14
40	0,32	16,4	16	40	0,29	13,4	16
50	0,44	18,9	17	50	0,39	14,9	17
60	0,57	19,1	16,5	60	0,51	15,7	16,5
70	0,73	18,1	16	70	0,67	16,1	16
80	0,88	13,9	12	80	0,8	12,2	12
90	1,04	8,3	7	90	1	8,6	7
100	1,12	0,0	0	100	1,06	0,0	0



Slika 45. Krivulje prirasta rastertonskih vrijednosti za žutu boju –
nepremazani papir

CRNA

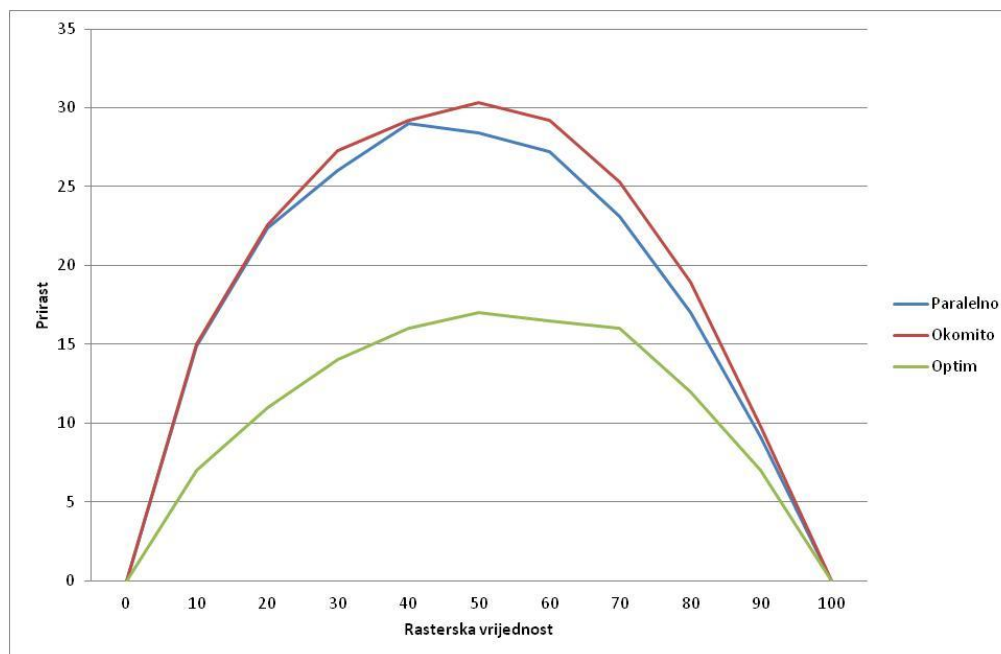
Tablica 24.

Tablica prikazuje rezultate dobivene mjerenjem na otisku (*crveno*) na svih 10 polja, rezultate prirasta koje smo dobili izračunom pomoću Murry-Daviesove formule (*crno*) te vrijednosti optimalnog RTV-a (*plavo*).

Paralelno

Okomito

RTV	Izmjerena vrijednost	Prirast	Optim	RTV	Izmjerena vrijednost	Prirast	Optim
0	0	0	0	0	0	0	0
10	0,12	14,9	7	10	0,12	15,0	7
20	0,23	22,4	11	20	0,23	22,6	11
30	0,34	26,0	14	30	0,35	27,3	14
40	0,48	29,0	16	40	0,48	29,2	16
50	0,62	28,4	17	50	0,65	30,3	17
60	0,81	27,2	16,5	60	0,86	29,2	16,5
70	1,01	23,1	16	70	1,1	25,3	16
80	1,22	17,0	12	80	1,35	18,9	12
90	1,4	9,1	7	90	1,45	9,8	7
100	1,51	0,0	0	100	1,47	0,0	0



Slika 46. Krivulje prirasta rastertonskih vrijednosti za crnu boju –
nepremazani papir

3.4 Diskusija rezultata istraživanja

Pri svakom otiskivanju dolazi do deformacije rasterskog elementa što rezultira pojavu RTV-a. Ta pojava je neizbježna no kako bi smanjili RTV i dobili dobar otisak vrlo je važno ustanoviti vrijednost prirasta rastertonskih vrijednosti. Mjerili smo vrijednosti različite pokrivenosti od 10% do 100%. Te vrijednosti smo prikazali u tablicama i u obliku krivulja za svaku osnovnu boju posebno ovisno o vrsti papira.

Na prvi pogled na rezultate odma je vidljivo da se bitno razlikuju rezultati dobiveni na premazanom i oni na nepremazanom papiru, no postoji razlika i između boja.

Što se tiče rezultata dobivenih mjerenjem *cijan* boje na premazanom papiru ispod su optimalne vrijednosti. Razlika rezultata okomito i vodoravno je najveća na između polja gdje je pokrivenost površine od 30 % do 60 %. Na poljima sa većom pokrivenošću, od 70% na dalje, RTV vrijednosti okomito i vodoravno su praktički identične.

Odstupanja u rezultatima kod *magente* s obzirom na smjer ulaska papira su minimalna. Krivulje su vrlo oštre i imaju nagla kretanja no na malim (10-30%) i velikim (70-100%) rasterskim vrijednostima su vrlo blizu optimalnoj krivulji RTV-a. Na sva tri arka papira RTV na okomitoj strani je puno bliže optimalnoj krivulji i rezultati su puno bolji.

Rezultati mjerenja RTV-a na *žutoj* boji pokazuju velika odstupanja paralelne strane s obzirom na okomitu na svim rasterskim vrijednostima tj. bez obzira na pokrivenost. Rezultati dobiveni na paralelnoj strani bliže su optimalnim vrijednostima te ih u dva slučaja čak i prelaze.

Što se tiče *crne* boje na premazanom papiru rezultati mjerenja na sva tri arka prelaze optimalnu vrijednost, no razlike rezultata okomite i vodoravne strane gotovo da ni nema. RTV na cijelom arku ima skoro pa identičnu vrijednost.

Na nepremazanom papiru rezultati su puno bolji i RTV svih boja je puno bliže optimalnom. Rezultati mjerenja boje *cijan* na nepremazanom papiru su potpuno drugačiji od rezultata na premazanom papiru. U ovom slučaju krivulje su puno bliže jedna drugoj kao i optimalnoj što znači da je RTV na cijelom arku jednak.

Rezultati mjerenja *magenta* boje na nepremazanom papiru su također u ovom slučaju puno bolji. Na dva arka mjerenja prelaze optimalnu krivulju ali su ipak vrlo blizu jedno

drugome, tj. između mjerenja vodoravno i okomito nema toliko razlika, pogotovo u rezultatima dobivenim na poljima od 70 % do 100%.

Dobiveni rezultati mjerenja *žute* boje pokazuju da na jednom aru (slika 40.) dolazi do odstupanja između rezultata dobivenih okomito i vodoravno na dijelovima sa većom rasterskom vrijednošću (50-100 %) dok je na druga dva arka (slika 36. i 44.) obrnuta situacija. Na druga dva arka odstupanja se javljaju na dijelovima sa manjom pokrivenošću (10-50 %). No, i dalje su krivulje puno bliže optimalnoj s obzirom na one koje smo imali na grafovima sa premazanim papirom.

Što se tiče *crne* boje na nepremazanom papiru rezultati su na sva tri arka praktički identični. RTV je na sva tri jednak što se tiče okomite i vodoravne strane ali su rezultati daleko od optimalnih, štoviše još su i veći nego je to slučaj kod rezultata dobivenih na premazanom papiru.

Zaključak

Kroz cijeli diplomski rad provlači se teza kako je danas postizanje kvalitete vrlo bitna stvar kod bilo kojeg proizvoda pa tako i grafičkog. Pošto je RTV usko povezan sa kvalitetom otiska pokušali smo istražiti kakva je njegova razlika/povezanost na jednom arku s obzirom na ulazak tog arka u tiskarski stroj.

Tiskovna pogloda je vrlo bitna kod postizanja željene kvalitete, što se da zaključiti i iz rezultata koji su dobiveni mjerenjem. Na temelju rezultata može se zaključiti da je u ovom slučaju tiskovna podloga bitno utjecala na dobivene rezultate, tj. na kvalitetu, te su otisci na ofsetnom papiru puno bolje kvalitete. Na kunstdruck papiru dolazi do velikih odstupanja kako između okomitih i vodoravnih vrijednosti tako i od optimalne vrijednosti.

Lako se može zaključiti da kvaliteta kroz cijelu nakladu jako loša. Neke krivulje su nepravilnog oblika i imamo velika odstupanja od optimalne vrijednosti, pogotovo kod crne boje na obe vrste papira.

Kod premazanog papira iz grafova je vidljivo da su svi dobiveni rezultati osim u slučaju žute i crne boje ispod optimalnih vrijednosti. Kada usporedimo rezultate dobivene na okomitom i paralelnom dijelu probnog otiska na premazanom papiru vidimo da je vrijednost RTV-a na paralelnom dijelu puno veća nego ona na okomitom osim sa jednom iznimkom na prvom i trećem arku kod magenta boje. Na nepremazanom papiru vrijednosti cijan, magente i žute su nasumično raspoređene što se tiče visine RTV-a sa razlikom crne boje koja ima veći RTV na sva tri arka na okomitom dijelu otiska.

Na premazanom papiru žuta i crna imaju daleko najveća odstupanja rezultata dobivenih okomito i vodoravno, crna je daleko najbolje usklađena dok se kod magente uvijek te vrijednosti preklapaju.

Dok se rezultati dobiveni na premazanom papiru na svim arcima i sve boje osim crne obično nalaze ispod optimalne vrijednosti kod nepremazanog to nije slučaj. Rezultati kod nepremazanog papira na svim arcima i sve boje ili se nalaze oko optimalne vrijednosti ali još češće ju prelaze.

Literatura

1. Tomislav Kosić, Osnove tiska, dostupno na:
<http://www.studij dizajna.com/tkosc/tisak.pdf>, 5.6.2012
2. Stanislav Bolanča, Glavne tiskarske tehnike, Acta – graphica, Zagreb, 1997.
3. Helmut Kipphan, Handbook of Print Media, Heidelberg, Njemačka, 2001.
4. Tomislav Kosić, Osnovni grafički materijali – grafičke boje, dostupno na:
<http://www.studij dizajna.com/tkosc/boje.pdf>, 20.6.2012.
5. Ilić T., Standardizacijagrafičke pripreme, dostupno na;
[http://zastita.info/hr/clanak/2006/1/standardizacija-graficke-pripreme_standardisation-in-prepress-%28t.-ilic%29,60,1664.html](http://zastita.info/hr/clanak/2006/1/standardizacija-graficke-pripreme-standardisation-in-prepress-%28t.-ilic%29,60,1664.html), 4.4.2012.
6. Lazar K., Jelenić M., Utjecaj deformacije rasterskog elementa na kvalitetu otiska, Blaž Baromić 2005 – zbirnik radova, Matica hrvatska Senj, Zagreb, 2005.
7. Zjakić I., Upravljanje kvalitetom ofsetnog tiska, Hrvatska sveučilišna naklada, Zagreb, 2007